

Vlaanderen
is wetenschap

14_106_4
WL rapporten

Mike11 model Leie, Bovenschelde en Gentse Kanalen

Beschrijving versie 2015 - Deel 1 : rapport

DEPARTEMENT
**MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

Mike11 model Leie, Bovenschelde en Gentse Kanalen

Beschrijving versie 2015 - Deel 1: rapport

Vanderkimpen, P.; De Boeck, K.; Deschamps, M.; Mostaert, F.

Waterbouwkundig Laboratorium
Vlaanderen is wetenschap

Cover figuur © Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium; achtergrond kaarten: Topografische kaart NGI 1 : 100 000, raster, uitgave 2008

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.
De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.
Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2019
D/2019/3241/228

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Vanderkimpen, P.; De Boeck, K.; Deschamps, M.; Mostaert, F. (2019). Mike11 model Leie, Bovenschelde en Gentse Kanalen: Beschrijving versie 2015 - Deel 1: rapport. Versie 4.0. WL Rapporten, 14_106_4. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2019R14_106_4
Keywords (3-5):	Leie, Bovenschelde, Gentse Kanalen, model, 1D, Mike11		
Tekst (p.):	186	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s)	Vanderkimpen, P.; De Boeck, K.

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Deschamps, M.	Getekend door: Maarten Deschamps (Signa Getekend op: 2019-12-06 13:37:25 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed Maarten Deschamps
Projectleider:	Vanderkimpen, P.	Getekend door: Paul Vanderkimpen (Signat Getekend op: 2019-12-06 14:19:30 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed Paul Vanderkimpen

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-12-06 19:59:05 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed Frank Mostaert

Abstract

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

Inhoudstafel

Abstract III
Inhoudstafel V
Lijst van de tabellen VII
Lijst van de figuren VIII
1 Inleiding 1
1.1 Kader 1
1.2 Opbouw van het rapport 1
2 Beschrijving studiegebied 2
2.1 Algemene beschrijving 2
2.1.1 Situering 2
2.1.2 Hydrografie 7
2.1.3 Geografie en reliëf 18
2.1.4 Bodemtype 23
2.1.5 Bodemgebruik 27
2.1.6 Overstromingen 31
2.2 Aanvullende beschrijving 36
2.2.1 Begrenzing 36
2.2.2 Waterlopen 39
2.2.3 Kunstwerken 54
3 Beschikbare gegevens 129
3.1 Topografie en bathymetrie 129
3.2 Hydrologische gegevens 132
3.2.1 Debietsmetingen 132
3.2.2 Waterstandsmetingen 134
3.2.3 Kunstwerken 140
4 Modelbeschrijving 142
4.1 Algemeen 142
4.2 Gebruikte software 142
4.3 Geografische referentie en tijdszone 142
4.4 Hydrologische deelbekkens 142
4.5 Waterlopen 146
4.6 Dwarssecties 149

4.6.1 Herkomst en naamgeving 149
4.6.2 De hydraulische weerstand 150
4.6.3 Het plaatsen van 'markers'/processed data 150
4.7 Overstromingsgebieden 152
4.7.1 Modelleringstechniek 152
4.7.2 Link channels 153
4.7.3 Naamgeving 154
4.8 Hydraulische structuren 154
4.8.1 Algemeen 154
4.8.2 Culverts 154
4.8.3 Weirs 155
4.8.4 Pumps 156
4.8.5 Control structures 157
4.9 Randvoorwaarden 157
4.9.1 Opwaartse en zijdelingse randvoorwaarden 157
4.9.2 Afwaartse randvoorwaarden 160
5 Kalibratie en validatie 161
5.1 Kalibratie 161
5.1.1 Werkwijze 161
5.1.2 Perioden 161
5.1.3 Resultaten 162
5.2 Validatie 166
5.2.1 Perioden 166
5.2.2 Werkwijze 167
5.2.3 Resultaten 168
5.3 Numerieke stabiliteit 183
5.3.1 Hoge afvoeren 183
5.3.2 Lage afvoeren 183
6 Conclusies en aanbevelingen 184
6.1 Conclusies 184
6.2 Aanbevelingen 184
7 Referenties 185

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht streefpeilen op gekanaliseerde Lys en Leie 40
Tabel 2 – Overzicht streefpeilen op gekanaliseerde Deûle en Canal de Roubaix 40
Tabel 3 – Overzicht streefpeilen op gekanaliseerde Bovenschelde 42
Tabel 4 – Overzicht streefpeilen op Ringvaart rond Gent 43
Tabel 5 – Overzicht streefpeilen op Afleidingskanaal van de Leie 43
Tabel 6 – Overzicht streefpeilen op Kanaal Gent-Oostende 44
Tabel 7 – Overzicht streefpeilen op Boudewijnkanaal 46
Tabel 8 – Overzicht streefpeilen op Leopoldkanaal en Braakman 46
Tabel 9 – Overzicht streefpeilen op Zuidervaartje 47
Tabel 10 – Overzicht streefpeilen op Kanaal Gent-Terneuzen 48
Tabel 11 – Overzicht streefpeilen op de Brugse Binnenwateren 53
Tabel 12 – Overloopdijken GOG's 54
Tabel 13 – Overzicht topografische opmetingen 129
Tabel 14 – Overzicht debietsmetingen 132
Tabel 15 – Overzicht waterstandsmetingen 134
Tabel 16 – Overzicht metingen kunstwerken 140
Tabel 17 – Overzicht van hydrologische deelbekkens 142
Tabel 18 – Overzicht van gemodelleerde waterlopen 146
Tabel 19 – Herkomst opwaartse randvoorwaarden 157
Tabel 20 – Herkomst afwaartse randvoorwaarden 160
Tabel 21 – Overzicht kalibratieperioden Vlaanderen 161
Tabel 22 – Overzicht kalibratieperioden Noord-Frankrijk 161
Tabel 23 – Overzicht kalibratieperioden Zeeschelde 162
Tabel 24 – Overzicht gekalibreerde ruwheid Vlaanderen 162
Tabel 25 – Overzicht gekalibreerde ruwheid Noord-Frankrijk 164
Tabel 26 – Overzicht gekalibreerde ruwheid Zeeschelde 165
Tabel 27 – Overzicht geschatte ruwheid modeluitbreiding 166
Tabel 28 – Overzicht validatieperioden 166

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Situering stroomgebiedsdistrict Schelde 2
Figuur 2 – Situering van het Leiebekken 3
Figuur 3 – Situering van het Bovenscheldebekken 4
Figuur 4 – Situering van het bekken van de Gentse Kanalen 5
Figuur 5 – Situering van het bekken van de Brugse Polders 6
Figuur 6 – Hydrografie van het Leiebekken 7
Figuur 7 – Hydrografie van het Bovenscheldebekken 10
Figuur 8 – Hydrografie van het bekken van de Gentse Kanalen 12
Figuur 9 – Hydrografie van het bekken van de Brugse Polders 15
Figuur 10 – Reliëf in het Leiebekken (Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Leiebekken [CIW,2015b]) 18
Figuur 11 – Reliëf van het Bovenscheldebekken 19
Figuur 12 – Reliëf van het bekken van de Gentse Kanalen 21
Figuur 13 – Reliëf van het bekken van de Brugse Polders 22
Figuur 14 – Bodem in het Leiebekken 23
Figuur 15 – Bodem in het Bovenscheldebekken 24
Figuur 16 – Bodem van het bekken van de Gentse Kanalen 25
Figuur 17 – Bodem van het bekken van de Brugse Polders 26
Figuur 18 – Bodemgebruik in het Leiebekken 27
Figuur 19 – Bodemgebruik in het Bovenscheldebekken 28
Figuur 20 – Bodemgebruik van het bekken van de Gentse Kanalen 29
Figuur 21 – Bodemgebruik van het bekken van de Brugse Polders 30
Figuur 22 – Van nature overstroombare gebieden (NOG) en recent overstroomde gebieden (ROG) in het Leiebekken 32
Figuur 23 – Van nature overstroombare gebieden (NOG) en recent overstroomde gebieden (ROG) in het Bovenscheldebekken 33
Figuur 24 – Van nature overstroombare gebieden (NOG) en recent overstroomde gebieden (ROG) in het bekken van de Gentse Kanalen 34
Figuur 25 – Van nature overstroombare gebieden (NOG) en recent overstroomde gebieden (ROG) in het bekken van de Brugse Polders 35
Figuur 26 – Waterverdeling in Noord-Frankrijk 37
Figuur 27 – Waterlopen in en rondom Gent 50
Figuur 28 – Waterlopen in en rondom Brugge 52
Figuur 29 – Stuw op de Lys te Armentières (afwaarts) 55
Figuur 30 – Sluis op de Lys te Armentières (opwaarts) 55

Figuur 31 – Stuw op de Lys te Comines (afwaarts) 56
Figuur 32 – Sluis op de Lys te Comines (opwaarts) 56
Figuur 33 – Stuw op de Leie te Menen (afwaarts) 57
Figuur 34 – Sluis op de Leie te Menen (opwaarts) 57
Figuur 35 – Stuw op de Leie te Harelbeke (afwaarts) 58
Figuur 36 – Sluis op de Leie te Harelbeke (opwaarts) 58
Figuur 37 – Stuw op de Leie te Sint-Baafs-Vijve (afwaarts) 59
Figuur 38 – Oude sluis op de Leie te Sint-Baafs-Vijve (opwaarts) 59
Figuur 39 – Nieuwe sluis op de Leie te Sint-Baafs-Vijve (opwaarts) 60
Figuur 40 – Stuw op de Leie te Astene (afwaarts) 60
Figuur 41 – Sluis (links) en stuw op de Leie te Astene (opwaarts) 61
Figuur 42 – Stuw op de Deûle te Don (afwaarts) 61
Figuur 43 – Sluis op de Deûle te Don (opwaarts) 62
Figuur 44 – Stuw (links) en sluis op de Deûle te Grand-Carré (afwaarts) 62
Figuur 45 – Sluis op de Deûle te Grand-Carré (afwaarts) 63
Figuur 46 – Stuw op de Deûle te Quesnoy (afwaarts) 63
Figuur 47 – Sluis op de Deûle te Quesnoy 64
Figuur 48 – Stuw op de Marque te Marquette-Lez-Lille (afwaarts) 64
Figuur 49 – Sluis op de Marque te Marquette-Lez-Lille (opwaarts) 65
Figuur 50 – Stuw 2 op de Mandel te Wielsbeke (afwaarts) 65
Figuur 51 – Stuw 1 op de Mandel te Dentergem (afwaarts) 66
Figuur 52 – Stuw 1 op de Gaverbeek te Sint-Eloois-Vijve (afwaarts) 66
Figuur 53 – Stuw op de Bovenschelde te Kerkhove 67
Figuur 54 – Sluis op de Bovenschelde te Kerkhove (opwaarts) 67
Figuur 55 – Oude stuw op de Bovenschelde te Oudenaarde (afwaarts) 68
Figuur 56 – Nieuwe stuw op de Bovenschelde te Oudenaarde (afwaarts) 68
Figuur 57 – Sluis op de Bovenschelde te Oudenaarde (opwaarts) 69
Figuur 58 – Visnevengeul op de Bovenschelde te Oudenaarde (opwaarts) 69
Figuur 59 – Oude stuw op de Bovenschelde te Asper (afwaarts) 70
Figuur 60 – Nieuwe stuw op de Bovenschelde te Asper (afwaarts) 70
Figuur 61 – Sluis op de Bovenschelde te Asper (opwaarts) 71
Figuur 62 – Visnevengeul op de Bovenschelde te Asper (opwaarts) 71
Figuur 63 – Gemaal op de Scheldemeersen te Melden (opwaarts) 72
Figuur 64 – Stuw B4 op de Tijarm te Zwijnaarde (afwaarts) 72
Figuur 65 – Stuw B1 op de Ringvaart rond Gent te Evergem (opwaarts) 73
Figuur 66 – Oude sluis E1-B1 op de Ringvaart rond Gent te Evergem (opwaarts) 73
Figuur 67 – Nieuwe sluis E1 op de Ringvaart rond Gent te Evergem (opwaarts) 74

Figuur 68 – Stuw B2 op de Ringvaart rond Gent te Merelbeke (afwaarts) 74
Figuur 69 – Sluizen E2 op de Ringvaart rond Gent te Merelbeke (afwaarts) 75
Figuur 70 – Sifon 1 onder de Ringvaart rond Gent (linkeroever) 75
Figuur 71 – Sifon 2 onder de Ringvaart rond Gent (rechteroever) 76
Figuur 72 – Sifon 3 onder de Ringvaart rond Gent (linkeroever) 76
Figuur 73 – Sifon 4 onder de Ringvaart rond Gent (rechteroever) 77
Figuur 74 – Stuwen (zijden) en sluis (midden) op het Afleidingskanaal van de Leie te Schipdonk (afwaarts) 77
Figuur 75 – Sluis op het Afleidingskanaal van de Leie te Schipdonk (afwaarts) 78
Figuur 76 – Sifons op het Afleidingskanaal van de Leie te Schipdonk (opwaarts) 78
Figuur 77 – Stuw op het Afleidingskanaal van de Leie te Balgerhoeke (opwaarts) 79
Figuur 78 – Stuw in voormalige sluis op het Afleidingskanaal van de Leie te Balgerhoeke (afwaarts) 79
Figuur 79 – Uitwatering van het Afleidingskanaal van de Leie (2 kokers links) te Heist (opwaarts) 80
Figuur 80 – Schuiven op de Lieve te Zomergem (opwaarts) 81
Figuur 81 – Gemaal op de Lieve te Waarschoot 81
Figuur 82 – Keersluis (links) en stuw (rechts) op het Kanaal Gent-Oostende te Beernem (opwaarts) 82
Figuur 83 – Dampoortsluis op het Kanaal Gent-Oostende te Brugge (opwaarts) 82
Figuur 84 – Sas Slijkens op het Kanaal Gent-Oostende te Oostende (opwaarts) 83
Figuur 85 – Demeysluis op het Kanaal Gent-Oostende te Oostende 83
Figuur 86 – Gemaal op de Kale te Vinderhoute (bron: VMM) 84
Figuur 87 – Uitwatering van de Rivierbeek te Oostkamp (opwaarts) 85
Figuur 88 – Verdeelwerk Rivierbeek-Lijsterbeek te Oostkamp (opwaarts) 85
Figuur 89 – Vuilrooster op de Kerkebeek te Brugge Sint-Michiels 86
Figuur 90 – Gemaal op de Kerkebeek te Brugge Ketsbrugge (opwaarts) 86
Figuur 91 – Gemaal op de Hoofdsloot te Oostkamp (opwaarts) 87
Figuur 92 – Sifon 5 geboden onder het Kanaal Gent-Oostende te Brugge 87
Figuur 93 – Gemaal de Katte op de rechteroever van het Kanaal Brugge-Oostende te Zuienkerke (opwaarts) 88
Figuur 94 – Gemaal de Steger op de rechteroever van het Kanaal Brugge-Oostende te Stalhille (opwaarts) 88
Figuur 95 – Gemaal Kwetshage-Paddegat op de linkeroever van het Kanaal Brugge-Oostende te Jabbeke (opwaarts) 89
Figuur 96 – Sifon Kwetshage onder het Kanaal Brugge-Oostende te Jabbeke 89
Figuur 97 – Sifon Paddegat onder het Kanaal Brugge-Oostende te Jabbeke 90
Figuur 98 – Noodpomp Vaartdijk op het Zuidervaartje te Brugge (bron: DVW) 90
Figuur 99 – Sifon Lappersfort op het Zuidervaartje te Brugge (opwaarts) 91
Figuur 100 – Stuwbrug Katelijnepoort op het Zuidervaartje te Brugge (opwaarts) 91
Figuur 101 – Lurquinstuwbrug op het Zuidervaartje te Brugge (opwaarts) 92
Figuur 102 – Stuwbrug op het Zuidervaartje te Damme (opwaarts) 92

Figuur 103 – Sifon (links) en gemaal (rechts) op het Zuidervaartje te Oostkerke (opwaarts) 93
Figuur 104 – Verbindingssluis op het Boudewijnkanaal te Brugge (opwaarts)..... 94
Figuur 105 – Vandammesluis in de haven van Zeebrugge (opwaarts) 94
Figuur 106 – Visartsluis in de haven van Zeebrugge (opwaarts)..... 95
Figuur 107 – Stuw op het Leopoldkanaal te Sint-Laureins..... 95
Figuur 108 – Noodgemaal op het Leopoldkanaal te Zeebrugge (opwaarts)..... 96
Figuur 109 – Uitwatering van het Leopoldkanaal (koker rechts) te Heist (opwaarts) 96
Figuur 110 – Isabellagemaal op het Leopoldkanaal te Boekhoute (afwaarts)..... 97
Figuur 111 – Uitwatering op de Braakmankreek te Hoeke (opwaarts)..... 97
Figuur 112 – Gemaal op de Braakmankreek te Hoeke (zijdelings)..... 98
Figuur 113 – Sifon Eede onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) 98
Figuur 114 – Sifon Paddepoel / Donksebeek onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts)..... 99
Figuur 115 – Sifon Zuid over de Lieve onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts)..... 99
Figuur 116 – Sifon Rapsgoed / Hoge Watering onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts)..... 100
Figuur 117 – Sifon Visserij onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts)..... 100
Figuur 118 – Sifon Geleed onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts)..... 101
Figuur 119 – Sifon Stampaert / Stamperhoekbeek onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) 101
Figuur 120 – Sifon Eyenbroek / Rombautswerveader onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts). 102
Figuur 121 – Sifon Ronselaerbeek onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) 102
Figuur 122 – Sifon Noordwatergang onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts)..... 103
Figuur 123 – Sluizen op het Kanaal Gent-Terneuzen te Terneuzen (opwaarts)..... 104
Figuur 124 – Stuw V op het Brakeleiken te Sleidinge (afwaarts) 104
Figuur 125 – Spiedamgemaal op de Avrijevaart te Ertvelde (afwaarts)..... 105
Figuur 126 – Gemaal op het Durmekanaal te Lokeren (opwaarts) 105
Figuur 127 – Gemaal Rodenhuyze op de linkeroever van de Moervaart (opwaarts) 106
Figuur 128 – Gemaal Sint-Kruis-Winkel op de rechteroever van de Moervaart (opwaarts) 106
Figuur 129 – Gemaal De Lange Lede op de rechteroever van de Moervaart (opwaarts)..... 107
Figuur 130 – Gemaal Kalve Brug op de linkeroever van de Moervaart (opwaarts)..... 107
Figuur 131 – Gemaal Kalve Terwest op de rechteroever van de Moervaart (opwaarts)..... 108
Figuur 132 – Gemaal Keizerstraat op de rechteroever van de Moervaart (opwaarts)..... 108
Figuur 133 – Gemaal Leebrugse Meersen op de rechteroever van de Moervaart..... 109
Figuur 134 – Gemaal Spletteren op de linkeroever van de Moervaart (opwaarts) 109
Figuur 135 – Gemaal De Weehage op de linkeroever van het Durmekanaal (opwaarts)..... 110
Figuur 136 – Gemaal Daknam op de rechteroever van het Durmekanaal (opwaarts) 110
Figuur 137 – Gemaal Stekense Vaart op de Stekense Vaart (opwaarts)..... 111
Figuur 138 – Gemaal Hondsnest op de linkeroever van de Stekense Vaart (opwaarts)..... 111
Figuur 139 – Gemaal De Lange Kromme op de linkeroever van de Zuidlede (opwaarts)..... 112

Figuur 140 – Gemaal De Wilde Speele op de linkeroever van de Zuidlede (opwaarts) 112
Figuur 141 – Gemaal Bosdam (A) op de linkeroever van de Zuidlede (opwaarts) 113
Figuur 142 – Gemaal Stenen Brug op de linkeroever van de Zuidlede (opwaarts) 113
Figuur 143 – Gemaal Etbos op de rechteroever van de Zuidlede (opwaarts) 114
Figuur 144 – Gemaal Lege Zijde (achteraan) en stuw B (vooraan) op de linkeroever van de Zuidlede (opwaarts) 114
Figuur 145 – Gemaal Valleien van Zuidlede en Moervaart (links) en stuw A (rechts) op de rechteroever van de Zuidlede (opwaarts) 115
Figuur 146 – Stuw op de Zuidlede te Mendonk 115
Figuur 147 – Aarden dam op Zuidlede te Eksaarde 116
Figuur 148 – Stuw op de Zuidlede te Daknam 116
Figuur 149 – Uitlaat van het oostelijke deel van de Zuidlede te Daknam (opwaarts) 117
Figuur 150 – Sifon onder Zuidlede (opwaarts) 117
Figuur 151 – Keersluis K1 op het Kanaal Gent-Oostende te Gent (zijde Ringvaart) 118
Figuur 152 – Keersluis K2 op de Leie te Gent (zijde Ringvaart) 119
Figuur 153 – Sluis E3 op de Bovenschelde te Gent (zijde Ringvaart) 119
Figuur 154 – Tolhuissluis nabij Tolhuisdok te Gent (opwaarts) 120
Figuur 155 – Tolhuisstuw nabij Tolhuisdok te Gent (afwaarts) 120
Figuur 156 – Sint-Jorissluis op de Leie te Gent (opwaarts) 121
Figuur 157 – Sint-Jorisstuw (balkenstuw) op de Leie te Gent (afwaarts) 121
Figuur 158 – Sint-Jorisstuw (klepstuw) op de Leie te Gent (afwaarts) 122
Figuur 159 – Kasteelsluis op de vertakking De Pauw te Gent (zijde handelsdok) 122
Figuur 160 – Brusselsepoortsluis op de Stropafleiding te Gent (opwaarts) 123
Figuur 161 – Brusselespoortstuw op de Stropafleiding te Gent (opwaarts) 123
Figuur 162 – Gentbruggesluis op de Neerschelde te Gent (opwaarts) 124
Figuur 163 – Gentbruggestuw op de Neerschelde te Gent (opwaarts) 124
Figuur 164 – Scalsdissluis op de Neerschelde / Reep te Gent (opwaarts) 125
Figuur 165 – Sashuis op het Minnewater te Brugge (opwaarts) 125
Figuur 166 – Keizerinnestuw op de Binnenvest te Brugge (afwaarts) 126
Figuur 167 – Guldenvliesstuw op de Binnenvest te Brugge (afwaarts) 126
Figuur 168 – Verdeelwerk tussen Binnenvest en Buitenvest te Brugge (opwaarts) 127
Figuur 169 – Coupuresluis op de Coupure te Brugge (opwaarts) 127
Figuur 170 – Oude Dampoortsluis op de Reien te Brugge (opwaarts) 128
Figuur 171 – Leonardusstuw op de Reien te Brugge (afwaarts) 128
Figuur 172 – Voorbeeld van ‘markers’ voor linker- en rechteroever 151
Figuur 173 – Voorbeeld van een dwarssectie opgesplitst in drie deelsecties 152

1 Inleiding

1.1 Kader

Het WL beschikt over een aantal 1D hydrodynamische modellen van de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen. Deze modellen werden opgemaakt met het softwarepakket Mike11, ontwikkeld en verdeeld door het Danish Hydraulic Institute (DHI). De modellen worden gebruikt voor studiewerk, maar ook voor hoogwatervoorspellingen. In de toekomst zullen ze waarschijnlijk ook gebruikt worden voor de analyse van zoutintrusie en sedimenttransport.

Dit rapport beschrijft de opbouw van het numeriek 1D-model van de Leie, de Bovenschelde en de Gentse kanalen. Dit model omvat ook een klein aantal waterlopen die in Nederland (Isabellakanaal, Braakman) of Noord-Frankrijk (Lys, Deûle) gelegen zijn.

1.2 Opbouw van het rapport

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

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

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

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

Hoofdstuk 6 besluit met conclusies en aanbevelingen.

2 Beschrijving studiegebied

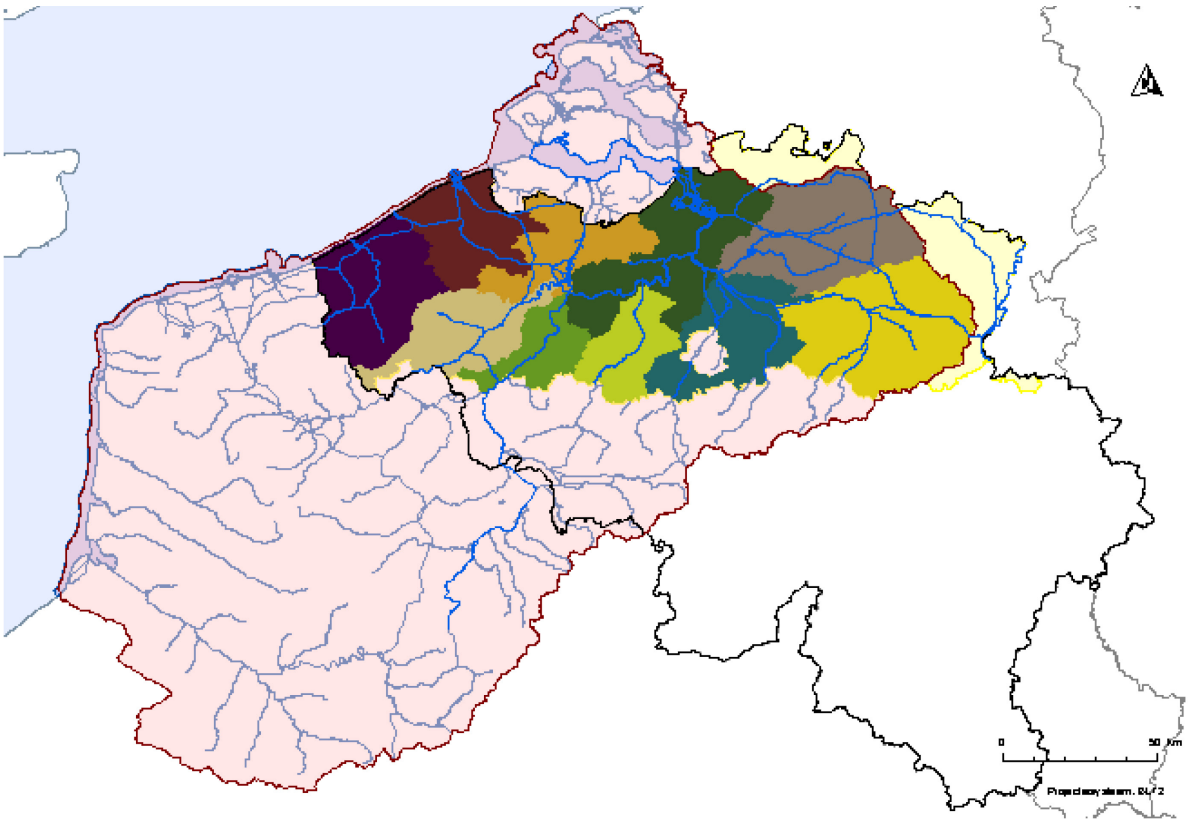
2.1 Algemene beschrijving

2.1.1 Situering

Stroomgebiedsdistrict Schelde

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

Figuur 1 – Situering stroomgebiedsdistrict Schelde
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021,
Beheerplan voor het Vlaams deel internationale stroomgebieddistrict Schelde [CIW,2015a])



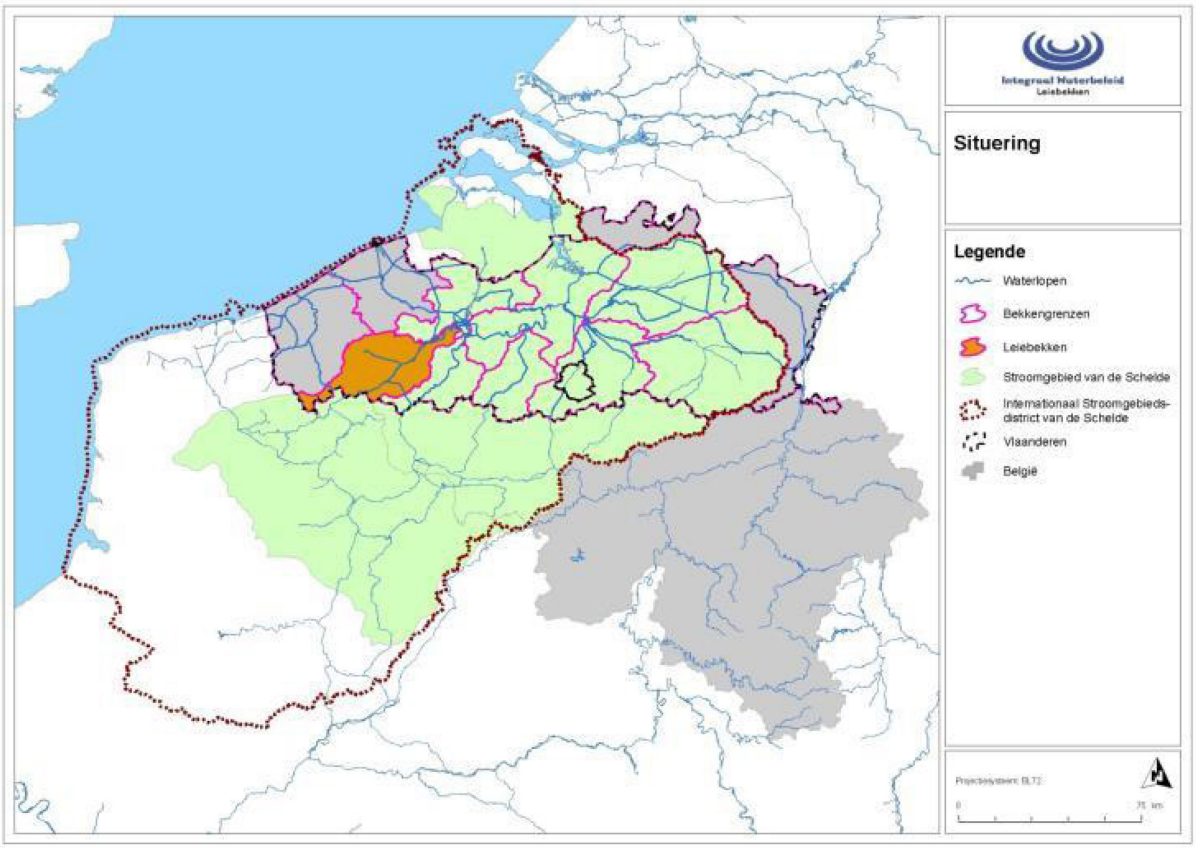
Het Schelde district is verder onderverdeeld in tien bekkens. Van west naar oost zijn dit: 1. IJzerbekken, 2. Bekken van de Brugse Polders, 3. Bekken van de Gentse Kanalen, 4. Benedenscheldebekken, 5. Leiebekken, 6. Bovenscheldebekken, 7. Denderbekken, 8. Dijle-Zennebekken, 9. Demerbekken en 10. Netebekken.

Volgende bekkens behoren tot het studiegebied: Brugse Polders, Gentse Kanalen, Leie en Bovenschelde. In de volgende paragrafen wordt per bekken een beschrijving gegeven van de hydrografie en de fysische en ruimtelijke kenmerken. Deze informatie is overgenomen uit het Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, meer bepaald uit de bekkenspecifieke delen Leiebekken [CIW, 2015b], Bovenscheldebekken [CIW, 2015c], bekken van de Gentse Kanalen [CIW, 2015d] en bekken van de Brugse Polders [CIW, 2015e].

Leiebekken

Ongeveer 80% van het Leiebekken ligt op grondgebied van West-Vlaanderen, de rest ligt op Oost-Vlaams grondgebied (Figuur 2). Er zijn 38 gemeenten geheel of gedeeltelijk betrokken.

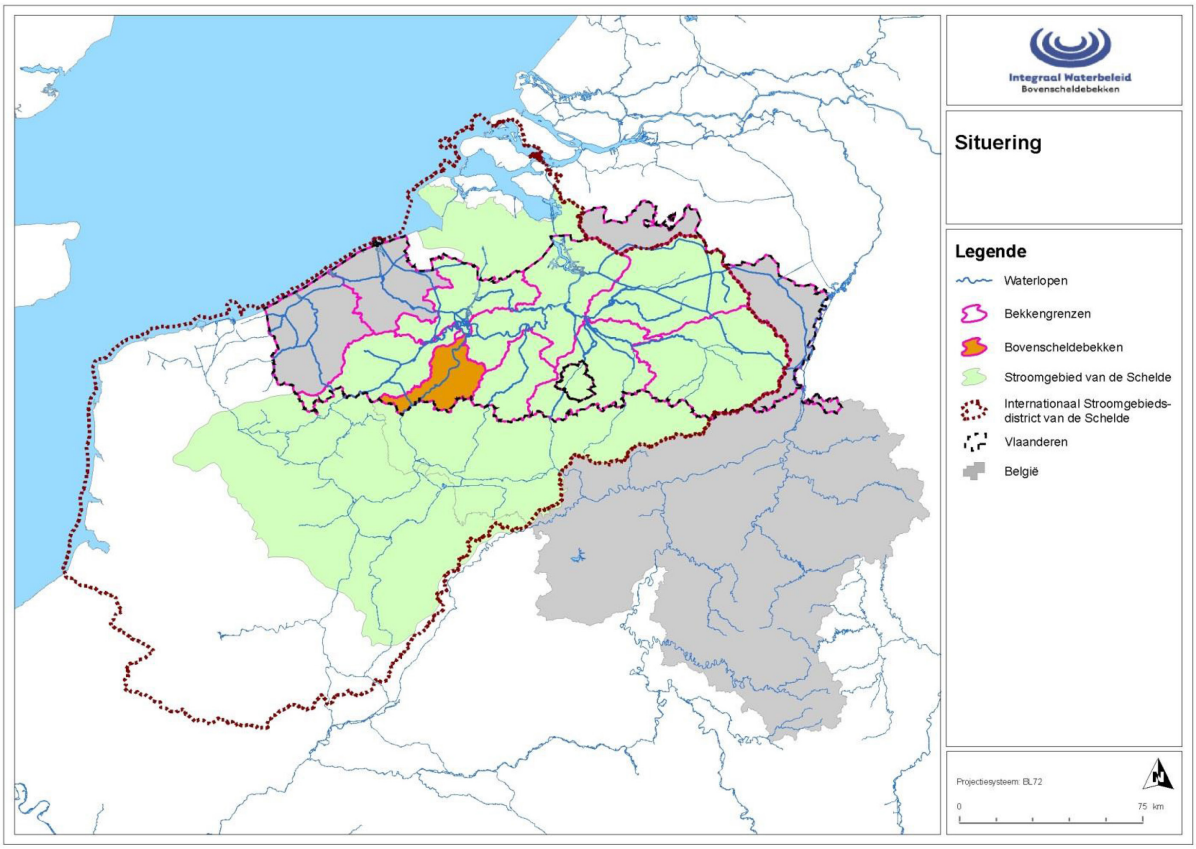
Figuur 2 – Situering van het Leiebekken
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Leiebekken [CIW,2015b])



Bovenscheldebekken

Vier vijfde van het Bovenscheldebekken ligt op Oost-Vlaams en één vijfde op West-Vlaams grondgebied (Figuur 3). Er zijn 23 gemeenten geheel of gedeeltelijk betrokken.

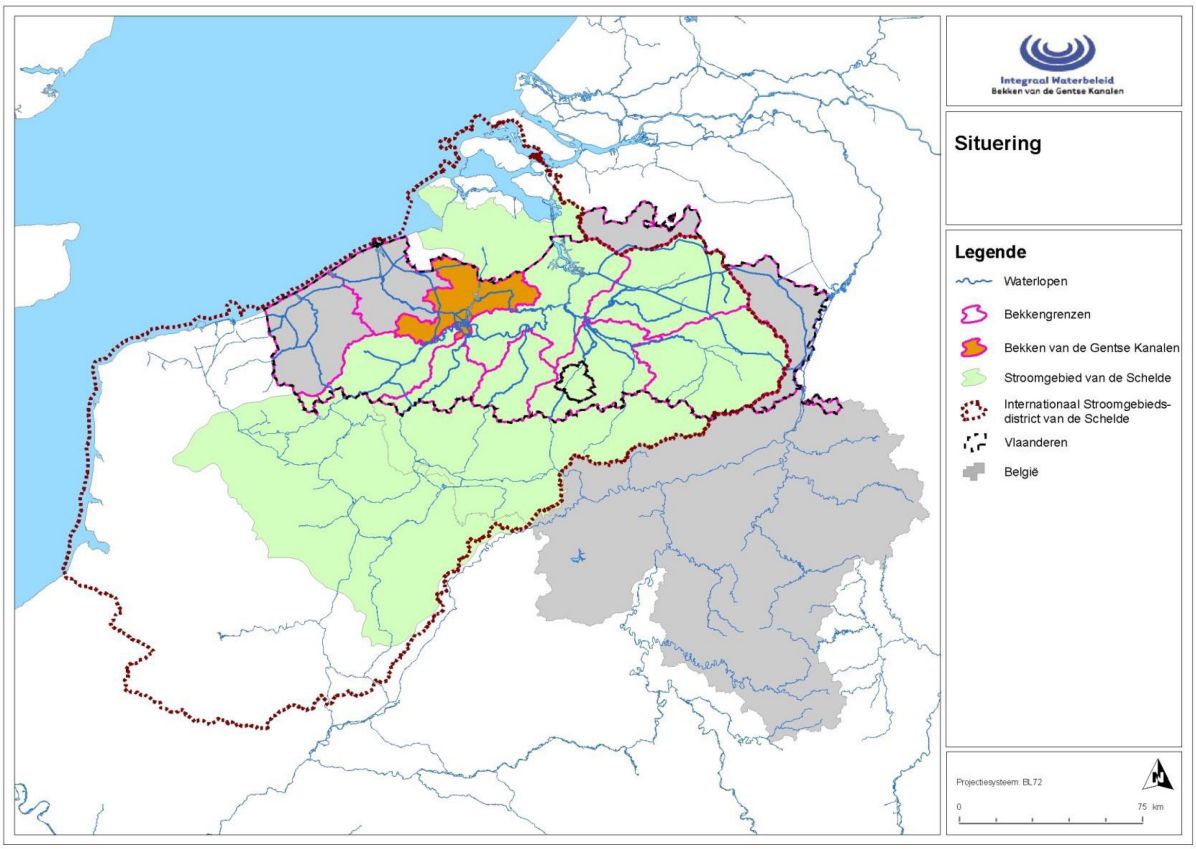
Figuur 3 – Situering van het Bovenscheldebekken
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Bovenscheldebekken [CIW,2015c])



Bekken van de Gentse Kanalen

Het bekken van de Gentse Kanalen ligt bijna volledig binnen de provincie Oost-Vlaanderen (in de noordelijke helft van de provincie). Enkel het bovenstrooms gedeelte van de Poekebeek ligt in West-Vlaanderen (Figuur 4). 29 gemeenten liggen geheel of gedeeltelijk binnen de hydrografische perimeter van het bekken van de Gentse Kanalen.

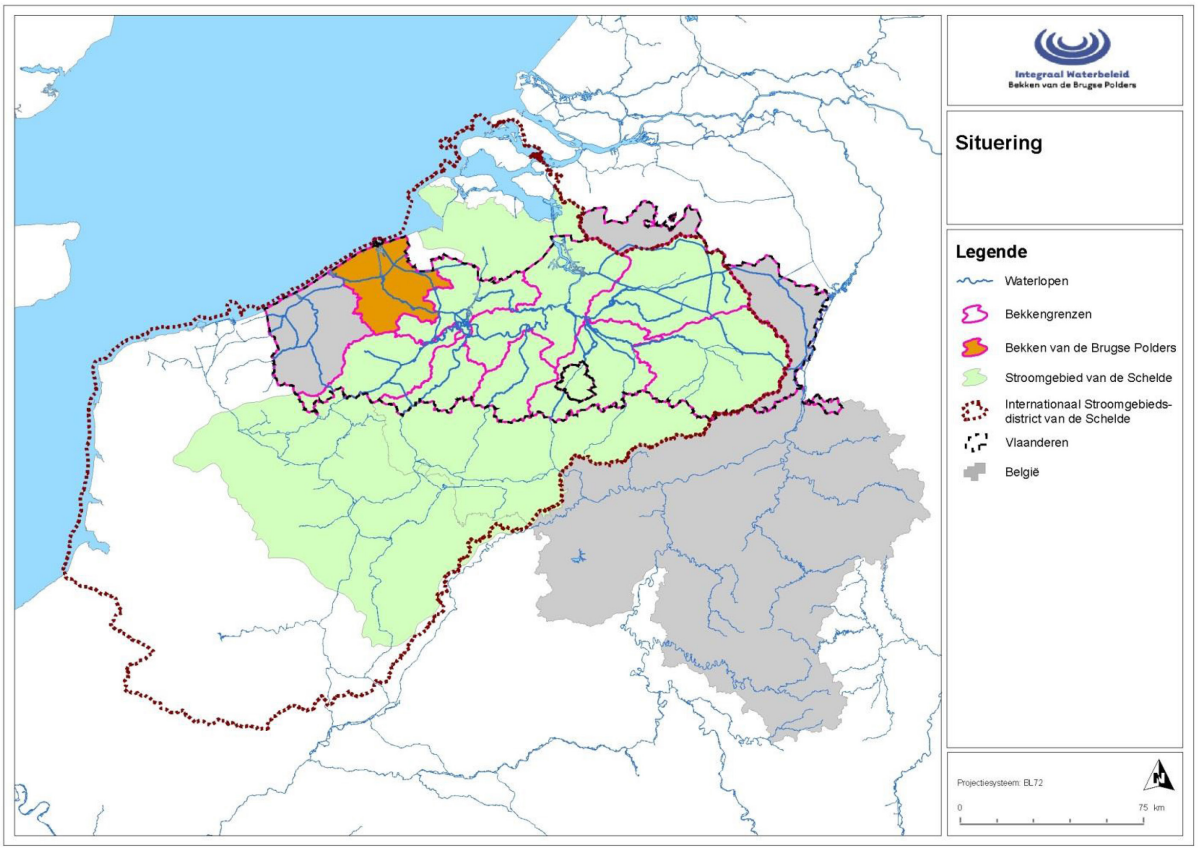
Figuur 4 – Situering van het bekken van de Gentse Kanalen
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Gentse Kanalen [CIW,2015d])



Bekken van de Brugse Polders

Drie vierde van het bekken van de Brugse Polders ligt op West-Vlaams en één vierde op Oost-Vlaams grondgebied (Figuur 5). Er zijn 28 gemeenten geheel of gedeeltelijk betrokken.

Figuur 5 – Situering van het bekken van de Brugse Polders
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Brugse Polders [CIW,2015e])

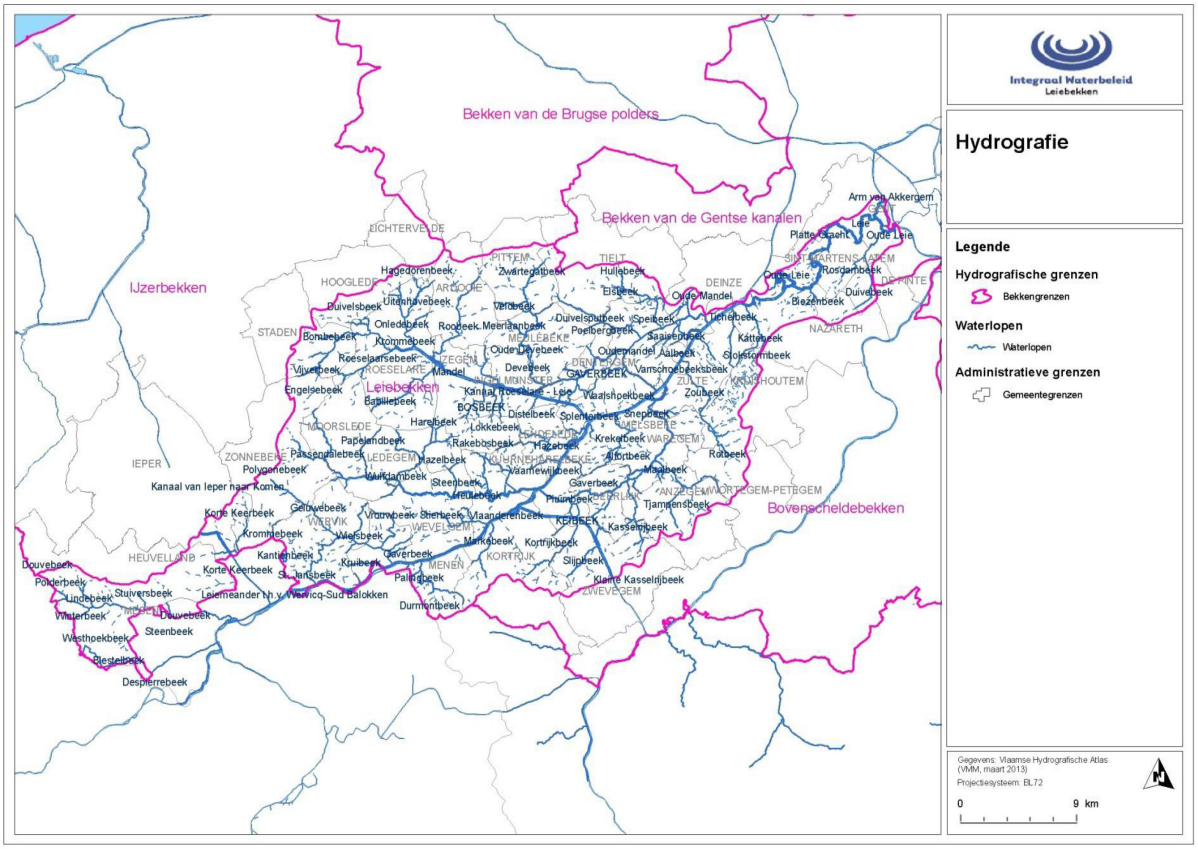


2.1.2 Hydrografie

Leiebekken

De hydrografie van het Leiebekken wordt weergegeven in Figuur 6.

Figuur 6 – Hydrografie van het Leiebekken
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Leiebekken [CIW,2015b]).



Waterlopen

De **Leie** ontspringt op een hoogte van 116 m te Lisbourg in de Franse Artesische hoogvlakte. Ze doorloopt een afstand van ongeveer 172 km waarvan 85 km op Frans grondgebied. Van Ploegsteert tot Menen vormt ze over 24 km de grens tussen Frankrijk en België en wordt ze de Grensleie genoemd. Op Vlaams grondgebied doorloopt ze, sinds de herkalibratie, 63 km tot aan de Ringvaart en vloeit ten slotte in Gent samen met de Schelde. Eenmaal binnen de Gentse Ringvaart wordt de Leie niet tot het Leiebekken gerekend maar tot het Bekken van de Gentse Kanalen.

Vanaf Deinze (Noorderwal) vervolgt een deel van het Leiewater haar loop in het Schipdonkkanaal (Afleidingskanaal Leie naar Knokke-Heist), terwijl de oorspronkelijke Leie, namelijk de 'Toeristische Leie', vanaf hier haar oorspronkelijk meanderend patroon grotendeels heeft behouden. Ze kronkelt over een afstand van 25,2 km verder tot ze vertakt uitmondt in de Gentse Ringvaart. Aan de 'Drie Leien' vertakt de 'Toeristische Leie' in een noordelijke arm namelijk 'Leiearm Drongen' en een zuidelijke arm namelijk de 'Toeristische Leie'. Hierlangs loopt het bootverkeer naar de Ringvaart.

Vóór de rechttrekking van de Leie was de alluviale vlakte bijna elk jaar onderhevig aan langdurige overstromingen. Door de rechttrekking verdween de rivierdynamiek grotendeels. De afwatering van

het valleigebied is vrij intens en gebeurt gravitair door beken die uit het noordwesten komen en in de Leie of de meanders uitmonden, en ook door talrijke drainagegrachten en –buizen.

De meeste beken en grachten monden rechtstreeks uit in het Leiekanaal (doorsteken ook de dijken). Hierdoor wordt de vallei en het aanpalende landschap rechtstreeks door de Leie ontwaterd. De vluggere afvoer van het Leiewater, de lagere waspeilen en de verlaging van het normaal peil van de Leie tussen Sint-Baafs-Vijve en Deinze hebben ervoor gezorgd dat het valleigebied sterker kon gedraineerd worden. In de drogere zomerperiode staan veel sloten en grachten in de meersen geheel of gedeeltelijk droog door de geringere wateraanvoer en de hogere evapotranspiratie.

Stroomopwaarts Bavikhove is het alluviaal gebied smal. Slechts her en der komen nog grotere meersengebieden voor met een uitgebreid grachtenstelsel (bv de meersen van Marke, de ingedijkte meersen van Laag-Vlaanderen en Wevelgem). Ook ter hoogte van de beekvalleien (Lauwebeek, Knokbeek, Neerbeek) vinden we nog smallere intacte meersen.

Over het algemeen zijn deze gebieden wel vrij sterk gedraineerd (met uitzondering van enkele nattere percelen in Laag-Vlaanderen en Wevelgem).

In de overige meersengebieden, zoals Wervik-rechteroever, Menen-Gheluwebeek, Bissegem en Harelbeke, is het maaiveld sterk gewijzigd door rechttrekkingen en ophogingen. Hierdoor is de hydrologie van het gebied volledig verstoord.

Stroomafwaarts Bavikhove is het alluviaal gebied breder en minder aangetast. De hydrologie wordt hier beïnvloed door het waterpeil op de afgesneden meanders: elk meandergebied heeft immers een vrij geïsoleerd hydrologisch systeem. Doordat de meeste meanders niet meer in open verbinding staan met de Leie, zijn ze ook niet onderhevig aan de dynamiek van winterse waspeilen. Het peil fluctueert enkel lichtjes door het hogere neerslagregime in de winter.

De Heulebeek, de Gaverbeek en de Mandel zijn enkele belangrijke zijwaterlopen van de Leie.

Ten zuiden van Passendaele op een hoogte van 40 mTAW ontspringt de **Heulebeek**. Vervolgens stroomt de beek van west naar oost langsheen de woonkernen van Dadizele, Ledegem, Moorsele, Gullegem en Heule om vervolgens in Kuurne uit te monden in de Leie.

Het gebied van de **Gaverbeek** is hydrologisch geïsoleerd van de Leie en is vrij sterk gedraineerd. Het oostelijk deel van de vallei watert af via de Gaverbeek naar de Leie stroomafwaarts de stuw van Sint-Baafs-Vijve. Dit is een volledig gecontroleerd systeem. De monding van de Gaverbeek is een betonnen constructie die enkele meters boven het Leiepeil ligt. De Gaverbeekse meersen zijn hier vrijwel het enige grote intacte meersengebied dat nog regelmatig overstroomt. Daarnaast zijn nog enkele kleinere open meersen terug te vinden langs de Kasselrijbeek en de Hooibeek. Hier komen nog enkele vochtige percelen voor.

Het hele meersengebied van de **Mandel** is nog vrij intact en overstroomt regelmatig. De Oude Mandel watert af in drie delen:

- het deel ten oosten van de spoorweg te Gottem watert af via Zeverenbeek-Kaandelbeek naar het Afleidingskanaal. Dit gebied is het meest vochtig. Het afwateringspeil wordt hydrologisch geregeld door een kunstwerk met schotbalken.
- het middendeel Dentergem-Gottem watert rechtstreeks af via de Vondelbeek-Oude Mandel en het zuidelijk meanderdeel te Grammene naar de Leie. Dit gebied is vrij vochtig. Lokaal verstoren enkele ophogingen de hydrologie. Hier is de drainage naar de Leie al groter.
- het westelijk deel watert rechtstreeks af via de rechtgetrokken Mandel naar de Leie (de vroegere uitmonding in de meander van Oeselgem werd gedempt). Door de rechttrekking van de Mandel gebeurt de waterafvoer hier erg vlug. De drainage is in dit gebied het grootst.

Kanalen

In het Leiebekken komen 2 kanalen voor: het Kanaal Bossuit-Kortrijk en het Kanaal Roeselare-Leie.

Het **Kanaal Bossuit-Kortrijk** verbindt de Schelde (Bossuit) met de Leie (Kortrijk) over een afstand van ongeveer 15 km. De waterweg werd omstreeks 1857 aangelegd met als doel een rechtstreekse verbinding van Henegouwen naar de haven van Oostende te maken langs de binnenwateren. Dit onder andere voor de export van steenkool en voor de bevoorrading van de Noord-Franse industrie-regio. Dit kanaal wordt bijna uitsluitend gevoed met Scheldewater dat via 2 pompstations, gelegen in Bossuit en Moen, in het kanaal wordt geheveld. Het kanaal levert eveneens water aan het drinkwaterproductiecentrum De Gavers.

Het **Kanaal Roeselare-Leie** is ongeveer 17 km lang. Het verbindt de stad Roeselare met de Leie via de gemeenten Rumbeke, Kachtem, Emelgem, Izegem, Ingelmunster en uiteindelijk Ooigem, ter hoogte van de monding. Bij het graven van dit kanaal, in de bedding van de Mandel, werden grote delen van de Mandel overwelfd. Andere delen van de vallei werden opgespoten. Het kanaal is in de streek een belangrijke drager van (watergebonden) industriële activiteiten. Het betreft vooral de sectoren van veevoeders, textiel, houtverwerking, voeding en bouwmaterialen.

Stilstaande waters en vijvers

Binnen het bekken van de Leie komt slechts één vlakvormig oppervlaktewater voor namelijk **De Gavers**. Dit provinciaal domein, gelegen te Harelbeke, ontstond in de jaren zeventig. De aanleg van de huidige autosnelweg E17 vereiste namelijk 4.500.000 m^3 ophoogzand dat gedeeltelijk ontgonnen werd in de Gavermeersen. Zo ontstond een grote 'put' die later de Gavervijver van 62 ha vormde. Nu is het provinciaal domein ‘De Gavers’ vooral bekend omwille van zijn recreatieve waarde. Daarnaast doet de vijver ook dienst als doorstroombekken voor het drinkwaterproductiecenter De Gavers.

Grensoverschrijdende waterlopen

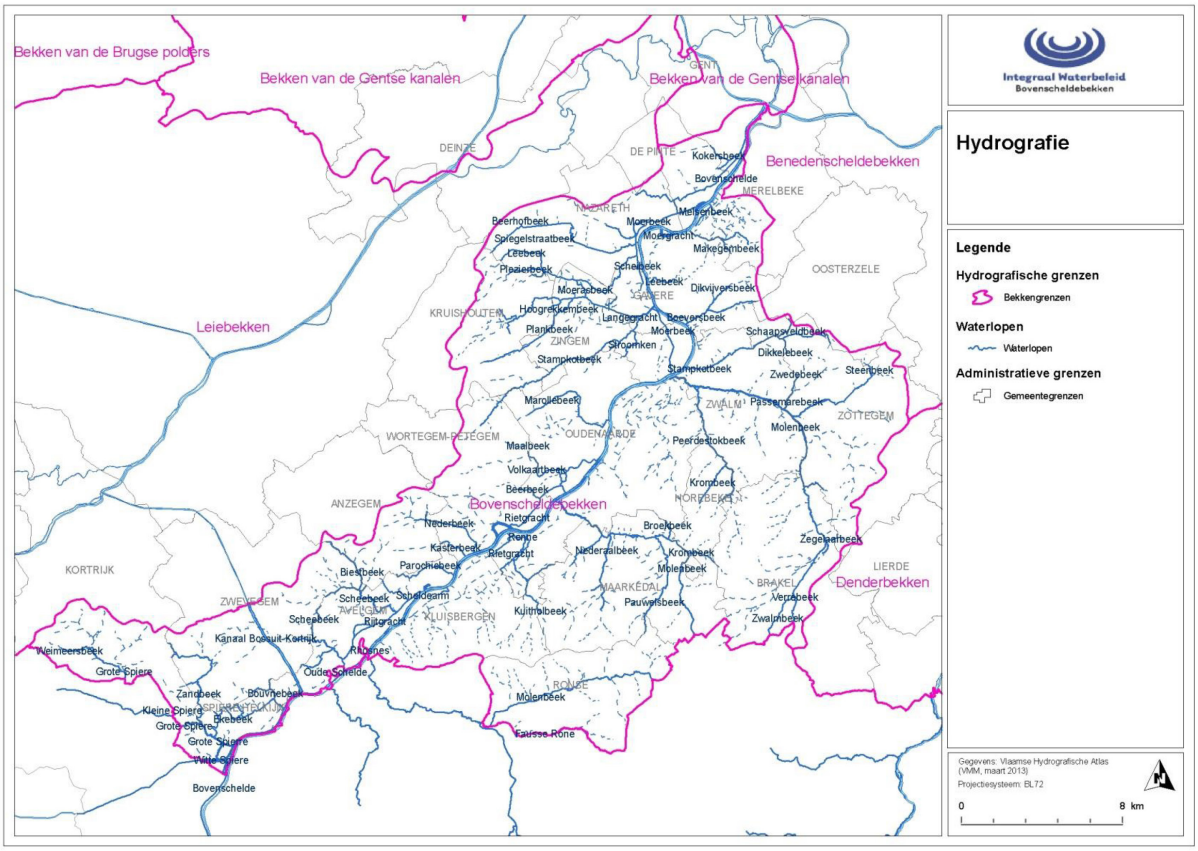
Enkel de Grensleie is grensoverschrijdend met Frankrijk en Wallonië.

De **Leie of Lys** ontspringt in de heuvels van ‘les Collines de l’Artois ‘ meer bepaald in het Franse stadje Lisbourg op een hoogte van ongeveer 116 m. Na een tocht van ongeveer 85 km vormt ze over een afstand van ongeveer 24 km de Frans Belgische grens.

Bovenscheldebekken

De hydrografie van het Bovenscheldebekken wordt weergegeven in Figuur 7.

Figuur 7 – Hydrografie van het Bovenscheldebekken
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Bovenscheldebekken [CIW,2015c])



Waterlopen

De **Bovenschelde** is de hoofdwaterloop van het Bovenscheldebekken. Deze rivier ontspringt in Noord-Frankrijk op het plateau van Saint-Quentin. Vooraleer te Spiere-Helkijn Vlaanderen binnen te stromen, is de Schelde al 124 km lang en het opwaartse stroomgebied in Frankrijk en Wallonië al ongeveer 5.380 km² groot. Vanaf de gewestgrens tot aan de Ringvaart in Gent is de Bovenschelde 50 km lang.

De Bovenschelde is van nature een typische neerslagrivier. Een hevige regenbui kan een sterke maar kortstondige was met een hoog debiet veroorzaken.

Door middel van stuwen te Asper, Oudenaarde, Kerkhove en de stuw op Waals grondgebied t.h.v. Spiere wordt de Bovenschelde in 4 panden ingedeeld en wordt het waterpeil op een constant peil gehouden. Deze ingestelde peilen houden rekening met enerzijds de scheepvaart en anderzijds de beveiliging van de aangelanden tegen overstromingen. Naast de stuwen is een sluis aanwezig om de scheepvaart doorgang te laten vinden. In Frankrijk zijn er nog 5 grote en een 25-tal kleinere stuwen op de Schelde. Enkel tijdens hoogwaterafvoer worden de stuwen volledig geopend en ontstaat er een vrije afstroming.

De **Spierebeken**, de **Molenbeek-Ronse**, de **Molenbeek-Kluisbergen**, de **Molenbeek-Beiaardbeek**, de **Molenbeek-Maarkebeek**, de **Wallebeek-Stampkotbeek**, de **Moerbeek-Coupure** en de **Zwalmbeek** zijn binnen het bekken de belangrijkste zijwaterlopen van de Bovenschelde.

Kanalen

Het **Kanaal Bossuit-Kortrijk** verbindt de Bovenschelde met de Leie.

Het **Spierekanaal** is een kort kanaal (28 km, waarvan 8,4 km in België) dat vertrekt in Roubaix (Frankrijk) en via een traject door Wallonië uitmondt in de Bovenschelde in Vlaanderen (Spiere-Helkijn).

Stilstaande waters en vijvers

In het Bovenscheldebekken zijn enkel de **Donkvijver** te Oudenaarde en de **Integravijver** te Eke-Nazareth belangrijke stilstaande waters (recreatievijvers). Langs de (ingedijkte) Bovenschelde resteren een vijftigtal afgesneden meanders.

Grensoverschrijdende waterlopen

Door haar ligging vormt het bekken van de Bovenschelde geenszins een afgesloten systeem voor aanvoer van water van buiten de bekkengrenzen. Naast de Bovenschelde zijn nog enkele belangrijke waterlopen grensoverschrijdend.

De **Bovenschelde** ontspringt in Noord-Frankrijk op het plateau van Saint-Quentin op ongeveer 100 m boven de zeespiegel. Van bron tot monding is de Schelde 355 km lang. Vanaf de bron tot Gent spreken we van de Bovenschelde, vanaf Gent tot de Nederlandse grens van de Zeeschelde en van de Nederlandse grens tot de monding in de Noordzee van de Westerschelde. Tijdens de 19de eeuw werd de Schelde grotendeels gekanaliseerd en rechtgetrokken ten behoeve van de scheepvaart. De vele afgesneden meanders maken meestal geen deel meer uit van de rivier (niet in open verbinding).

Het **Spierekanaal** loopt van Wasquehal via Roubaix (beide in Frankrijk) tot Spierre-Helkijn en vormt een verbinding met de Deûle (zijrivier van de Leie). In Frankrijk krijgt het kanaal de naam **Canal de Roubaix** (18,2 km). Het is bevaarbaar voor schepen tot 200 ton. In Vlaanderen is het kanaal 1,4 km lang.

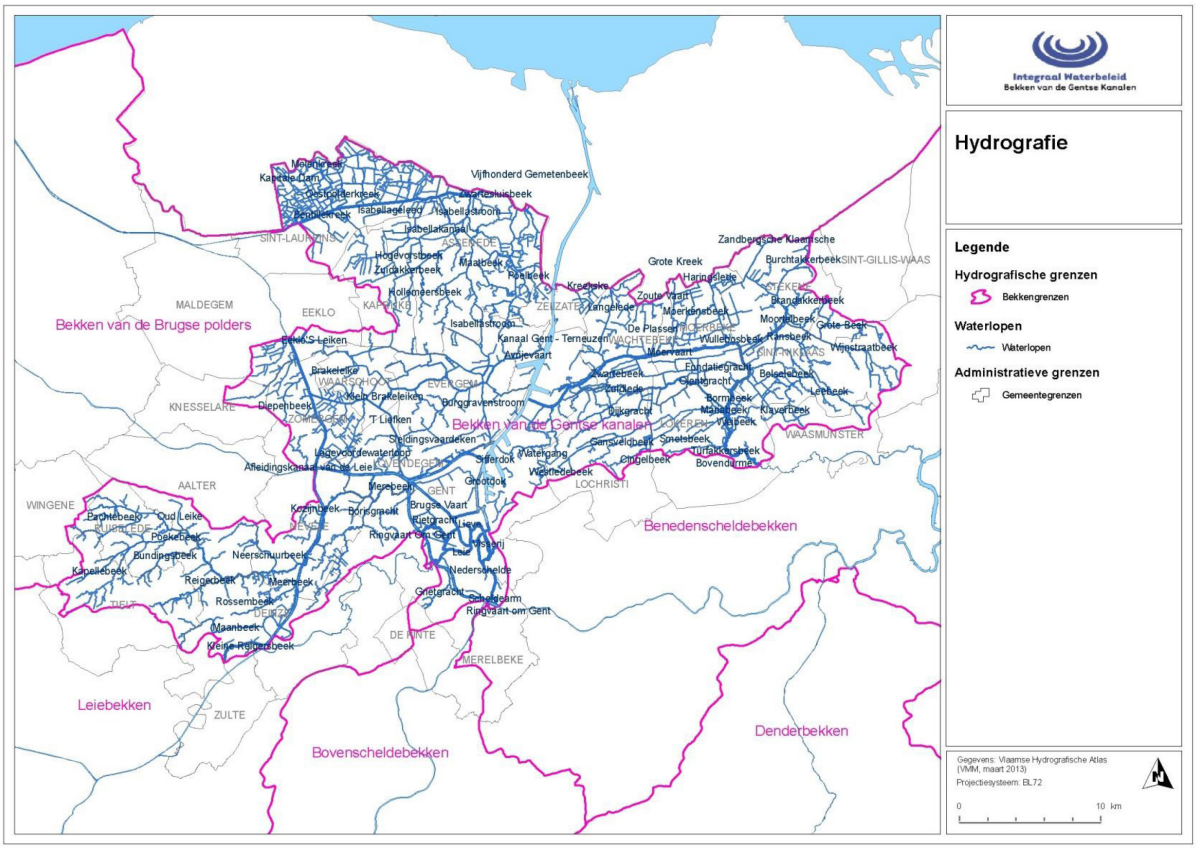
De **Grote Spierebeek** en **Zwarte Spierebeek** zijn de eerste waterlopen die op Vlaams grondgebied uitmonden in de Schelde. De Zwarte Spierebeek ontspringt in Tourcoing (Frankrijk) en loopt parallel met het Spierekanaal. De Grote Spierebeek ontspringt in Moeskroen (Wallonië), deze legt een zware hypotheek op de Bovenschelde gezien haar slechte waterkwaliteit. De Zwarte Spierebeek ligt maar voor een klein gedeelte in het Vlaams Gewest, het stroomgebied van de Grote Spierebeek ligt gelijk verdeeld binnen het Vlaamse en Waalse Gewest.

De **Rone / Les Rhosnes** ontspringt in Wallonië (Pironche) en stroomt over een lengte van circa 23,5 km van oost naar west om via een bocht richting Bovenschelde te stromen en hierin uit te monden te Kluisbergen (maar 300 m op Vlaams grondgebied).

Bekken van de Gentse Kanalen

In de loop der eeuwen drukte de mens een steeds grotere stempel op de hydrografie van het laaggelegen en moeilijk te ontwateren bekken van de Gentse Kanalen (zie Figuur 8). De aanleg van een uitgebreid netwerk van kanalen met bijhorende kunstwerken en talrijke inpolderingen in het noorden van het bekken hebben het natuurlijk watersysteem doorknipt en ingrijpend veranderd. Een complex van grote afvoerwegen (kanalen) in combinatie met detailafwatering via de onbevaarbare waterlopen die in de kanalen lozen, staan in voor de waterafvoer van het bekken van de Gentse Kanalen. De neerslag die binnen het bekken van de Gentse Kanalen valt, stroomt grotendeels af naar de vier grote afvoerassen, nl. het Kanaal Gent-Terneuzen, het Afleidingskanaal van de Leie, het Leopoldkanaal en het Kanaal Gent-Oostende.

Figuur 8 – Hydrografie van het bekken van de Gentse Kanalen
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Gentse Kanalen [CIW,2015d])



Te Gent en Deinze ontvangt het bekken ook oppervlaktewater van buiten het bekken, nl. vanuit de Leie en de Bovenschelde. Daarnaast is er nog een gedeelte in het noorden van het bekken dat via een aantal kleinere afvoerwaterlopen rechtstreeks naar Nederland loost en waar ook instroom is van water vanuit Nederland.

De kanalen en de belangrijkste toevoerende waterlopenstelsels naar deze kanalen worden in onderstaande beschreven. Naast deze zijn er nog een reeks van kleinere gebieden die rechtstreeks afwateren naar de verschillende kanalenstelsels, het gaat ondermeer om de Zeverenbeek, Ossegembeek, Kozijnbeek, Diepenbeek, Wagemakersbeek, het Eeklo's Leiken die afwatert naar het Afleidingskanaal van de Leie. Ook de Belselebeek en enkele kleinere waterlopen lozen rechtstreeks naar de Moervaart, de Scheidbeek komende van De Pinte loost naar de Ringvaart en de Kruisstraatwaterloop naar het Kanaal Gent-Oostende.

Kanalen

Het afstromend oppervlaktewater verlaat het bekken van de Gentse kanalen op verschillende plaatsen. Het **Kanaal Gent-Terneuzen** verlaat het bekken te Zelzate om vervolgens in de Westerschelde te lozen ter hoogte van het sluizencomplex te Terneuzen (Nederland). Het **Afleidingskanaal van de Leie** wordt opgeknipt in een zuidelijk pand (Deinze-Schipdonk) en een noordelijk pand (Schipdonk-Eeklo) waartussen wisselwerking kan zijn. Het zuidelijk deel van het Afleidingskanaal van de Leie komt te Schipdonk in het Kanaal Gent-Oostende en het noordelijk deel van het Afleidingskanaal verlaat het bekken te Eeklo-Maldegem (aan inkom Vaart van Eeklo), verder stroomafwaarts mondt het noordelijk pand van het Afleidingskanaal van de Leie gravitair uit in de Noordzee te Zeebrugge (bekken van de Brugse Polders). Het **Kanaal Gent-Oostende** stroomt ter hoogte van Zomergem-Nevele (kruising met het Afleidingskanaal) in het Bekken van de Brugse Polders om vervolgens uit te monden in de Noordzee. Het **Leopoldkanaal** wordt gesplitst in een westelijk pand (bekken van de Brugse Polders) en een oostelijk pand (bekken van de Gentse Kanalen) door een stuw te Sint-Laureins, het oostelijk pand wordt in regel via het Isabellagemaal op het Leopoldkanaal te Assenede ontwaterd richting Nederland om vervolgens via de Braakman uit te monden in de Westerschelde (Nederland).

De afvoer van water op de hoofdassen van het bekken wordt voor een groot gedeelte bepaald door de debieten die de Bovenschelde en de Leie (buiten het bekken) aanvoeren. Ter hoogte van het ingewikkelde kanalenstelsel te Gent (ondermeer ook de **Ringvaart**) kan het water preferentieel geleid worden naar deze grote afvoerwegen. De keuze voor het gevoerde afvoerpatroon stelt men afhankelijk van plaatselijke risicosituaties wat overstromingen betreft. Dit is zeker het geval bij piekafvoeren als de Zeeschelde de aangeboden hoeveelheid water te Gent niet meer volledig kan afvoeren en het Kanaal Gent-Terneuzen, het Afleidingskanaal en het Kanaal Gent-Oostende een groot gedeelte te verwerken krijgt. Bij stormtij laat zich dit nog extremer voelen. Er is uiteindelijk nog een belangrijk aandeel aanvoer van binnen het bekken zelf naar de hoofdassen en een aantal kleinere afvoerpunten in het noorden. Op de hoofdwaterlopen (waterwegen en onbevaarbare waterlopen categorie 1) zorgen waterpeilregelende en/of waterkerende kunstwerken voor het handhaven van de waterpeilen en de afwatering. Ten behoeve van de scheepvaart worden vaste waterpeilen gehandhaafd.

Poekebeek en Oude Kale

Het waterlopenstelsel van het reliëfrijke afwateringsgebied van de **Poekebeek** is nog relatief ongewijzigd gebleven in vergelijking met de overige afwateringsgebieden naar de grote afvoerassen. Voor de aanleg van het kanalenstelsel vormde de Poekebeek met de Oude Kale een boventak van de Durme. De Poekebeek watert gravitair uit in het Afleidingskanaal van de Leie. Via een sifon onder het Afleidingskanaal van de Leie kan water doorgestuurd worden naar de Oude Kale. De **Oude Kale** en **Meirebeek** wateren af via het Duivelsputgemaal in het Kanaal Gent-Oostende. Via een sifon onder het Kanaal Gent-Oostende kan water doorgestuurd worden naar de **Nieuwe Kale** of naar de **Lieve** om aangewend te worden voor drinkwaterproductie te Kluizen.

Avrijevaart

De **Avrijevaart** krijgt water vanuit twee belangrijke zijtakken, nl. de **Burggravenstroom** in het noorden en de streng **Lieve - Brakeleiken - Sleidingsvaardeken** in het zuiden. De Avrijevaart loost z'n overtollig water via een gemaal (Spiedamgemaal te Evergem) naar het Kanaal Gent-Terneuzen. Water uit dit afstroomgebied kan aangewend worden voor drinkwaterwinning te Kluizen. Exces aan water van de Lieve kan tevens via een uitstroomconstructie te Stoktevijver geloosd worden in het Afleidingskanaal van de Leie.

Gentse Binnenwateren

De **Gentse binnenwateren** binnen de Ringvaart rond Gent omvatten o.a. de historische samenvloeiing van Leie en Schelde, gedeelten van het Kanaal Gent-Terneuzen (met een aantal havendokken) en het Kanaal Gent-Oostende. Uitzondering is echter het natuurgebied Bourgoyen en omgeving, daar dit

gebied via een sifon onder de Ringvaart naar de Meirebeek afwatert. Een gedeelte van watering De Assels loost via sifons onder de Ringvaart naar de binnenstad. Via een reeks van stuwen en sluizen op de hoofdassen, kunnen de Gentse binnenwateren worden afgesloten van het omringend watersysteem om wateroverlast in de Gentse binnenstad te verkleinen.

Moervaart-Zuidlede-Kanaal van Stekene

De Moervaart en de Zuidlede zijn, samen met het Kanaal van Stekene, de belangrijkste waterafvoerwegen richting Kanaal Gent-Terneuzen in het gebied ten oosten van het Kanaal Gent-Terneuzen die getypeerd wordt door de Moervaart-Zuidlede depressie. De **Moervaart** stroomde oorspronkelijk oostwaarts af naar de getijde-Durme, maar voert zijn water nu af in westelijke richting naar het Kanaal Gent-Terneuzen. De verbinding met de Durme werd afgedamd te Lokeren, momenteel is gestart met de bouw van een pompgemaal op de dam te Lokeren die water pompt richting Tijdurme (bekken van de Benedenschelde) ter ondersteuning van de afwatering van de Moervaart tijdens piekdebieten. De **Zuidlede** vormt een tweede hoofdader van het gebied parallel aan de Moervaart. Deze waterloop maakt uiteindelijk verbinding met de Moervaart een aantal kilometers voor de monding in het Kanaal Gent-Terneuzen. De zijlopen van deze waterlopen worden in de meeste gevallen opgepompt naar deze twee hoofdassen. Het **Kanaal van Stekene** als hoofdafvoeras van het meest oostelijk deel van het Bekken van de Gentse Kanalen mondt uit in de Moervaart die op zijn beurt loost in het Kanaal Gent-Terneuzen. Door het relatief hoge peil op het ingedijkte Kanaal van Stekene, dient het water van de meeste zijlopen (oa. Fondatiebeek) te worden opgepompt. Een uitzondering hierop is de **Molenbeek** die vanuit het reliëfrijkere hoger gelegen centrum van Sint-Niklaas komt en o.a. het effluent van het RWZI Sint-Niklaas ontvangt.

Het noordelijk poldergebied

De noordelijke grens van het bekken van de Gentse Kanalen op grondgebied van de gemeenten Sint-Laureins, Assenede, Zelzate, Moerbeke, Wachtebeke en Stekene bestaat voornamelijk uit ingepolderd gebied. De vele kreekrestanten zijn typisch voor de regio, de meeste van deze kreken zijn ingeschakeld in de afwatering van deze polders. Belangrijke waterlopen zijn ondermeer de **Zwartesluiswatergang** en de **Isabellawatering** die uitwateren in het oostelijk pand van het Leopoldkanaal. Het water wordt uiteindelijk via het Isabellagemaal naar de Isabellageul in Nederland afgevoerd. De noordelijke grens van het bekken van de Gentse Kanalen omvat nog een aantal kleinere waterlopen die rechtstreeks afwateren naar Nederland, het gaat ondermeer om de watergang van de Karnemelkpolder, het Kreekske, de Zoute Vaart, de Lekebeek en de Vijfhonderdgemeten-beek.

Stilstaande waters en vijvers

Het bekken van de Gentse Kanalen telt ook verschillende belangrijke stilstaande waters: de grootste zijn de twee spaarbekkens van het drinkwaterproductiecentrum te **Kluizen-Evergem** en de recreatievijver van de **Blaarmeersen** (voormalige zandwinningsput).

Grensoverschrijdende waterlopen

De belangrijkste grensoverschrijdende waterlopen zijn het Leopoldkanaal/Isabellakanaal en het Kanaal Gent-Terneuzen.

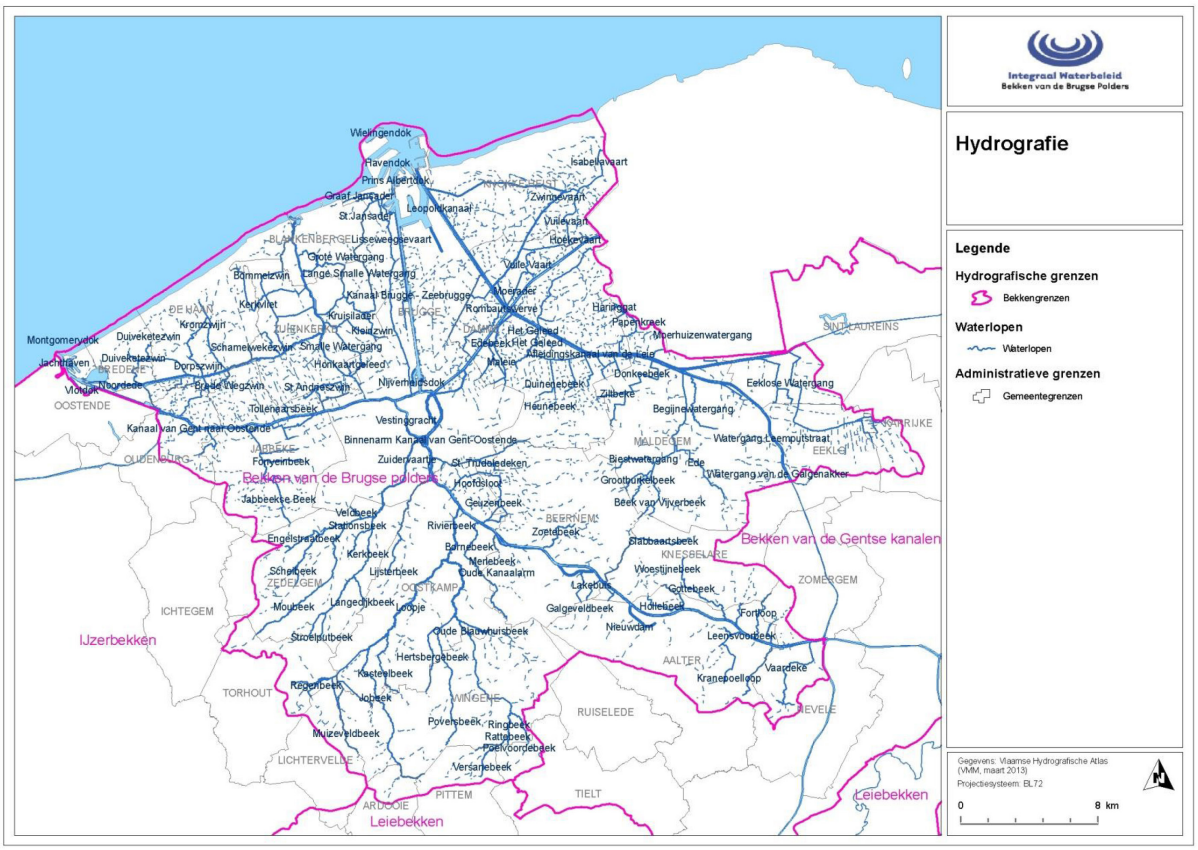
Teveel aan water in het oostelijk pand van het **Leopoldkanaal** wordt overgepompt via het Isabellagemaal naar de **Isabellavaart** in Nederland om zo verder via de **Braakman** af te wateren richting Westerschelde.

Het **Kanaal Gent Terneuzen** overschrijdt de landsgrens en de gewestgrens te Zelzate. Op Nederlands grondgebied, te Sas van Gent, loopt het kanaal verder waar het uitmondt in de Westerschelde via het sluizencomplex te Terneuzen.

Bekken van de Brugse Polders

Het bekken van de Brugse Polders is geen mooi afgebakend stroomgebied van een rivier of andere waterweg. Door de eeuwen heen is de hydrografie dermate gewijzigd dat menselijke sturing van het waterlopenstelsel hedendaags primeert. Het gebied kan dan ook beschouwd worden als een samenhang van een aantal kanalen en polderwaterlopen met hun respectievelijke afwateringsgebiedjes (zie Figuur 9).

Figuur 9 – Hydrografie van het bekken van de Brugse Polders
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Brugse Polders [CIW,2015e])



Het bekken wordt doorsneden door 6 kanalen. Het kent 7 uitwateringspunten in zee (4 kanalen en 3 polderwaterlopen). Het kan onderverdeeld worden in 7 afstromingsgebieden waarvan sommigen nog verder opgesplitst kunnen worden. Geografisch onderscheidt men in het noorden de kustpolders en in het zuiden de zandstreek.

De afwatering gebeurt door het nog relatief natuurlijk bekenstelsel in de zandstreek ten zuiden van Brugge en het kunstmatig slotenstelsel in de polders. Waterafvoer gaat rechtstreeks of onrechtstreeks via kanalen naar de Noordzee.

De noordelijke kustpolders

De noordelijke kustpolders worden gekenmerkt door voornamelijk kunstmatig gegraven polderwaterlopen, met quasi geen verval. Het gebied is lagergelegen dan het vloedpeil van de zee. Het gebied is hoegenaamd vlak, doch vertoont een microreliëf bestaande uit zogenaamde kreekruggen en komgronden die bepalend zijn voor het bodemgebruik (akkers versus graasweiden). Het peil in de waterlopen wordt kunstmatig op een vast peil in stand gehouden. Voor de waterhuishouding is men afhankelijk is van een getijgebonden gravitaire lozing naar zee door middel van schuifconstructies. Er zijn weliswaar 3 gebieden die continu bemalen worden. In de zomer wordt gebiedsvreemd water ingelaten in functie van bevloeiing en het tegengaan van verzilting.

In de kustpolders kan men volgende 5 afwateringsgebieden onderscheiden:

- **Blankenbergse Vaart** die in verbinding staat met de **Noordede** en die uitmonden in respectievelijk Blankenberge en Oostende;
- **Bemalingsgebieden naar Kanaal Brugge-Oostende**: Kwetshage Paddegat, De Katte, De Stegere;
- **Lisseweegse Vaart** welke uitmondt in de voorhaven van Zeebrugge;
- **Boudewijnkanaal** en achterhaven van Zeebrugge (vrij beperkt);
- **Leopoldkanaal**.

De zuidelijke zandstreek

De zuidelijke zandstreek wordt gekenmerkt door zogenaamde laaglandbeken die in oorsprong natuurlijk zijn doch op vele plaatsen, voornamelijk op hun midden- en benedenlopen, zijn rechtgetrokken, gekalibreerd en waarvan de oevers verstevigd zijn met harde materialen. De beken ontspringen op hoogtes tot 50 m en bereiken nabij hun monding hoogtes van 6 à 10 m. Het verval van de beken in hun bovenlopen kan tot 2 m per km bedragen terwijl de benedenlopen vlak zijn met een verval van orde grootte van 10 cm per km.

In de zandstreek onderscheidt men volgende kleinere afwateringsgebieden, die elk naar één of ander specifiek kanaal ontwateren:

- **Jabbeekse Beek** (Kanaal Brugge-Oostende);
- **Kerkebeek** (Leopoldkanaal of Kanaal Brugge-Oostende);
- **Rivierbeek** (Kanaal Gent-Brugge);
- 30 beken van beperkte lengte die uitmonden in het Kanaal Gent-Brugge tussen Nevele en Oostkamp/Beernem;
- **Sint-Trudoledeken – Zuidervaartje** (Leopoldkanaal);
- Bemalingsgebied van de **Hoofdsloot** (o.a. Assebroekse Meersen) (Kanaal Gent-Brugge of Leopoldkanaal via Zuidervaartje);
- **Ede** (Schipdonkkanaal).

Vermeldenswaardig is de stuifzandrug Oudenburg-Stekene die de scheiding vormt tussen de kustpolders en de zuidelijke zandstreek. Het betreft een historische duinengordel van een paar km breed en hoogtes tot 10 mTAW. De zuidelijke beken botsen tegen deze duinengordel aan en vormen depressies met doorbraken ter hoogte van Jabbeke, Brugge en Maldegem. Op de noordelijke flank komen kleinere beken voor die afvloeien in noordelijke richting en in de kustpolders terecht komen. Op de stuifzandrug komen depressies voor die a.h.w. kommen vormen in het landschap (Gemene Weidebeek, Maleleie, Gemene Loweiden, Malecote, …).

Kanalen

Het **Kanaal Gent-Brugge-Oostende** speelt een rol in de ontsluiting van de havens van Zeebrugge en Oostende en heeft ook de functie van waterafvoer doordat meerdere laaglandbeken er in uitmonden alsook poldergebieden in worden bemaald. Het **Leopoldkanaal** en **Afleidingskanaal van de Leie** zijn voornamelijk waterafvoerkanalen. Het **Kanaal Brugge-Sluis (Damse Vaart)** heeft voornamelijk een recreatieve functie doch staat ook in voor de waterbevoorrading van de langsliggende polders. Het **Boudewijnkanaal** ten slotte heeft in de eerste plaats een scheepvaartfunctie doch kan ter uitzonderlijke titel ingezet worden voor de opvang van wassen op het Kanaal Gent-Brugge-Oostende.

Het Kanaal Gent-Oostende, het Afleidingskanaal van de Leie en het Leopoldkanaal vormen de hydrografische slagaders van het bekken. Deze kunstmatig aangelegde kanalen voeren enerzijds gebiedsvreemd water afkomstig van het bekken van de Leie door. Anderzijds monden in deze kanalen een aantal laaglandbeken en polderwaterlopen uit. Met uitzondering van het Boudewijnkanaal welke Brugge verbindt met Zeebrugge zijn alle kanalen bekken- of grensoverschrijdend.

Stilstaande waters en vijvers

De **Spuikom**, welke grenst aan de haven van Oostende, vormt een belangrijke plaats voor watersportrecreatie. Daarnaast vindt ook visserij plaats en is de Spuikom vanuit natuuroogpunt een belangrijke plas voor watervogels in connectie met de nabijgelegen zee. In 2004 werd een beheerplan opgesteld voor de Spuikom.

Overige relatief omvangrijke vijvers met een recreatieve of natuurfunctie, of een combinatie van beide, zijn de **Lac van Loppem**, het **Klein Strand** te Jabbeke, de **Kraenepoel** te Aalter, de **Sint-Pietersplas** te Brugge, de **vijver aan de Watermolenbeek** te Zedelgem, de **Roksemput** te Zerkegem en **Polderwinde** te Zuienkerke. Daarnaast komen nog tal van kleinere visvijvers voor.

Grensoverschrijdende waterlopen

Enkel de Damse Vaart (Kanaal van Brugge naar Sluis) is grensoverschrijdend met Nederland.

De **Damse Vaart** verbindt Brugge met het Nederlandse grensstadje Sluis. Het kanaal is ongeveer 15 km lang waarvan zo'n 13,7 km binnen Belgisch grondgebied. Het kanaal wordt alleen bevaren door passagiersboten tussen Brugge en Damme. De Damse Vaart staat op zichzelf en heeft geen zijwaterlopen die er in uitmonden. De vaart wordt op peil gehouden door water in te laten vanuit de Ringvaart te Brugge en vanuit het Leopoldkanaal te Oostkerke.

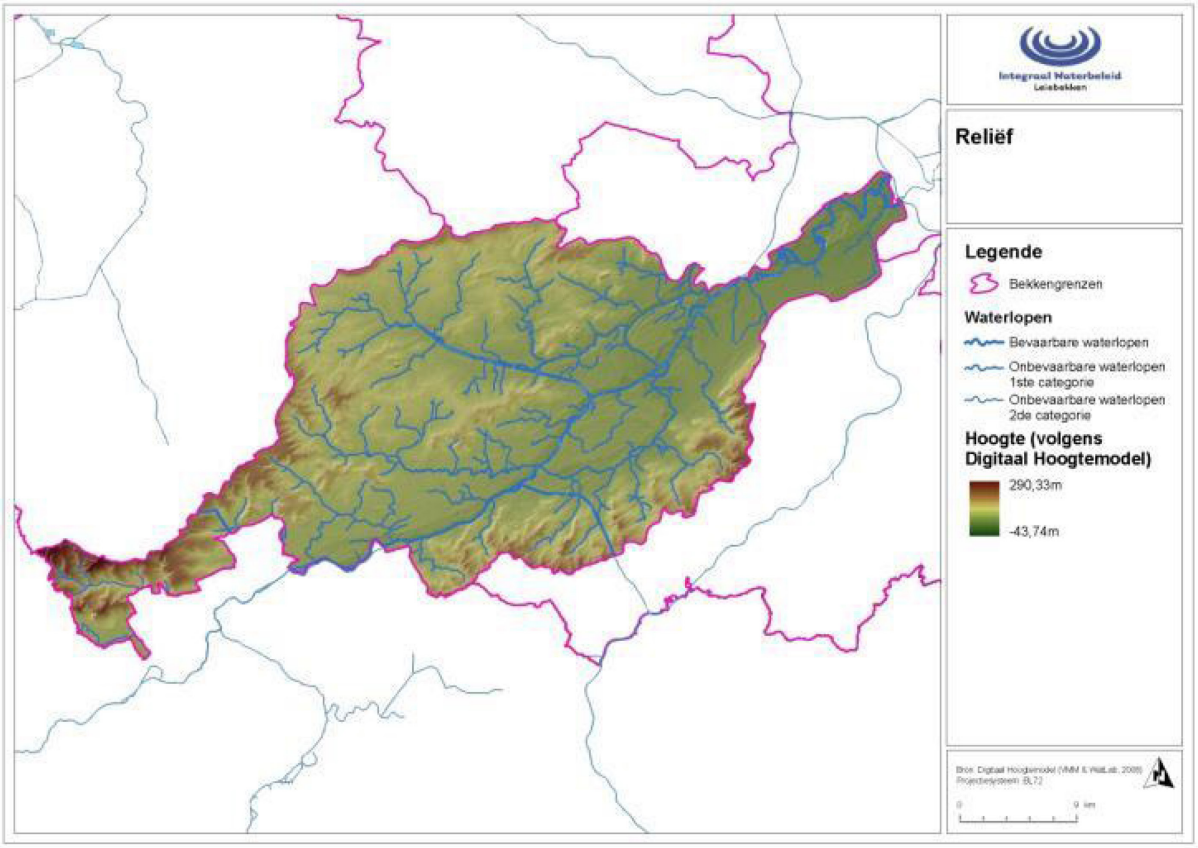
Het **Zwin** natuurreservaat strekt zich uit over een kustlengte van ongeveer 2,3 km in het Nederlands-Belgisch grensgebied. Ongeveer 2 km ligt op Belgisch het overige op Nederlands gebied. Het reservaat heeft een oppervlakte van 158 ha waarvan 125 ha in België en 33 ha in Nederland gesitueerd is. Het natuurreservaat bestaat uit een duingordel met daarachter zilte slikken en schorren. Ter hoogte van de Belgisch-Nederlandse grens is er een bres in de duinregel over een lengte van ongeveer 250 m waardoor bij vloed Noordzeewater het natuurreservaat kan binnendringen via een 'slufter', een geul die zich in het gebied vertakt in verschillende geulen en kleinere kreken.

2.1.3 Geografie en reliëf

Leiebekken

Het Leiebekken heeft een oppervlakte van 982 km^2. Het reliëf wordt weergegeven in Figuur 10.

Figuur 10 – Reliëf in het Leiebekken (Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Leiebekken [CIW,2015b])



Globaal gezien kan het Leiebekken opgedeeld worden in 3 zones met een specifiek reliëf:

Polder-Leie interfluvium

Dit zwak golvend landschap wordt gekenmerkt door een reeks Tertiaire opduikingen, die de regio plaatselijk een heuvelachtig uitzicht geven. Het meest opvallend is de West-Vlaamse heuvelkam, een aaneenschakeling van afzonderlijke, door sterke riviererosie gescheiden, hoogtes. Plaatselijk is de kam zeer smal geworden zodat op de rug zelf geen plateaus voorkomen.

Leie-Schelde interfluvium

Globaal kan de regio voorgesteld worden als een heuvelkam die afloopt naar de Bovenschelde- en Leievallei. Deze heuvels vormen dus de waterscheidingskam tussen de Leie en de Bovenschelde. Het noordelijke en zuidelijke deel van de heuvelkam is heuvelachtig met hoogtes boven de 50 mTAW (Aalbeke-Bellegem en Kruishoutem-Wortegem, met een topvlak van 60 mTAW), terwijl in het tussenliggende gebied het reliëf zwak golvend is (Otegem).

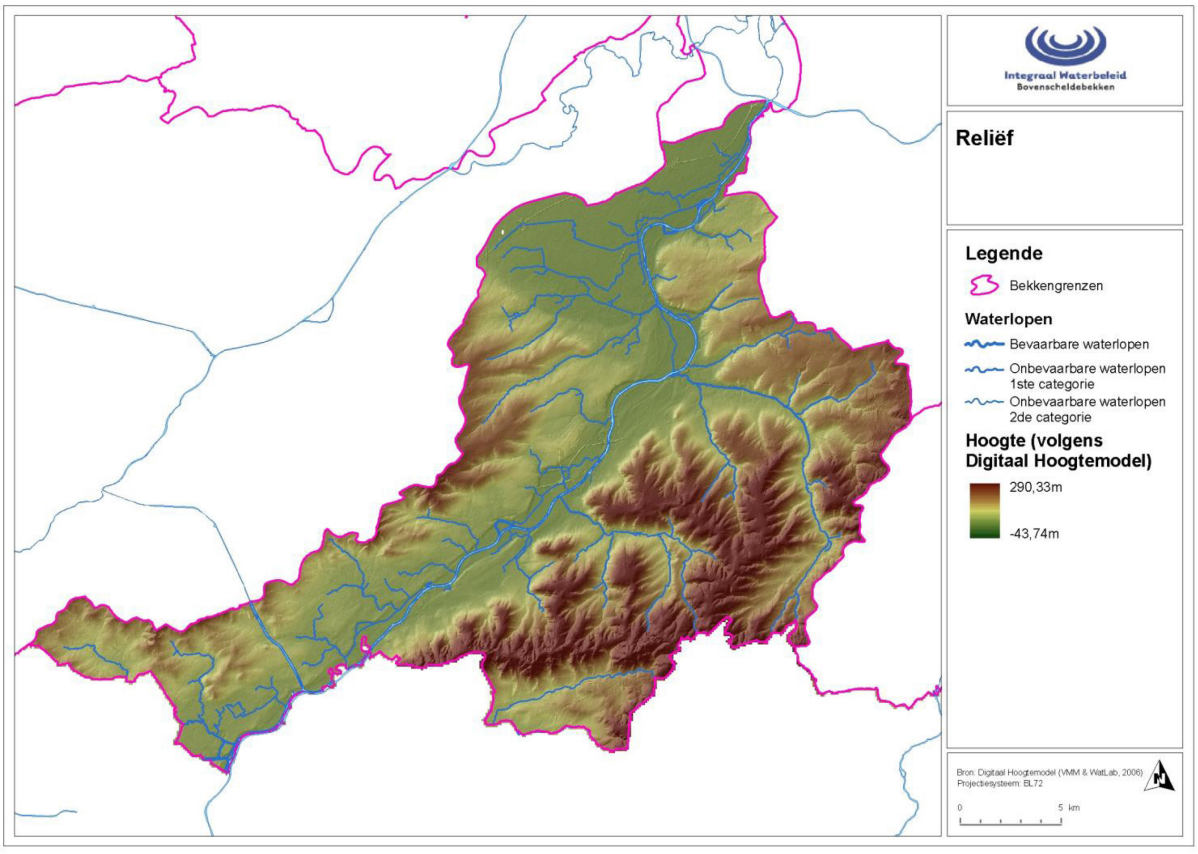
Zuidelijke Vlaamse Laagvlakte

In tegenstelling tot de twee voorgaande gebieden wordt de Zuidelijke Vlaamse Laagvlakte (vroeger ook Vlaamse Vallei genoemd) gekenmerkt door een vlakkere topografie en een lagere ligging. Waar in het Polder-Leie en het Leie-Schelde interfluvium de geomorfologische processen werden beïnvloed door de wisselende erosiegevoeligheid van het dicht bij de oppervlakte gelegen substraat, is dit hier niet het geval. De laagvlakte waardoor de Leie stroomt, bestaat hoofdzakelijk uit minder erosiegevoelige ondergrond. Deze vlakte heeft een vrij vlak reliëf en ligt betrekkelijk laag (10-20 mTAW).

Bovenscheldebekken

Het Bovenscheldebekken heeft een oppervlakte van 576 km^2. Het reliëf wordt weergegeven in Figuur 11.

Figuur 11 – Reliëf van het Bovenscheldebekken
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Bovenscheldebekken [CIW,2015c])



Het Bovenscheldebekken ligt in het heuvelachtige deel van Midden-België en heeft een reliëf dat toeneemt naar het zuiden. Binnen het Bovenscheldebekken onderscheiden we 2 regio's met een verschillend type reliëf: de golvende zandleemstreek met in het zuidoosten onder meer de reliëfrijke Vlaamse Ardennen en in het zuidwesten het plateau van Tiegem en de vlakkere zandstreek van de Vlaamse Vallei in het noorden.

Zandleemstreek

De topografie van de zandleemstreek schommelt van sterk versneden tot zwak golvend en de absolute hoogte varieert tussen ca. 30 mTAW en ca. 150 mTAW. Het bestaat uit een aantal heuvelrijen waarvan de absolute hoogte van zuid naar noord progressief afneemt. Het heuvelend gebied tussen Bovenschelde en Dender wordt doorgaans de Vlaamse Ardennen genoemd; de Zwalmstreek is er een inherent onderdeel van. De hoogste heuvelrij situeert zich in de buurt van de taal- en gewestgrens (met o.a. de Kluisberg (140 mTAW) en de Muziekberg (150 mTAW)). Deze kam vormt de geologische ruggengraat van het fysisch landschap en is een onderdeel van een groter geheel van getuigenheuvels dat zich uitstrekt van Frans-Vlaanderen tot Midden-Limburg. Omwille van een weerstandbiedende ijzerzandsteen- of limonietlaag wisten deze heuvelruggen zich als positieve reliëfs in het huidig landschap te handhaven en te profileren.

De waterlopen gelegen binnen het reliëfrijk gebied stromen door sterk hellende valleien waardoor er een versnelde afvoer is van regenwater die in de meer stroomafwaartse gebieden vaak leidt tot wateroverlast.

Zandstreek

In de noordelijke helft of de zandstreek is het landschap sedimentair (d.w.z. dat de huidige topografie uit pleistocene, niet-mariene opvullingssedimenten gevormd is). De herkomst van deze opvullingssedimenten is tweeledig: enerzijds dekzanden door de wind vanuit het noorden aangevoerd, anderzijds overstromingsmateriaal (zand, leem, klei) door de Bovenschelde vanuit het zuidelijk gelegen erosief landschap (Vlaamse Ardennen) aangeslibd. Wegens de vlakke topografie is de natuurlijke ontwatering vaak ontoereikend. Het reliëf is voor wat het Bovenscheldebekken betreft, op enkele verhevenheden zoals oeverwallen en rivierduinen na, quasi vlak. (Bovenscheldebekken is 10 mTAW hoog te Merelbeke).

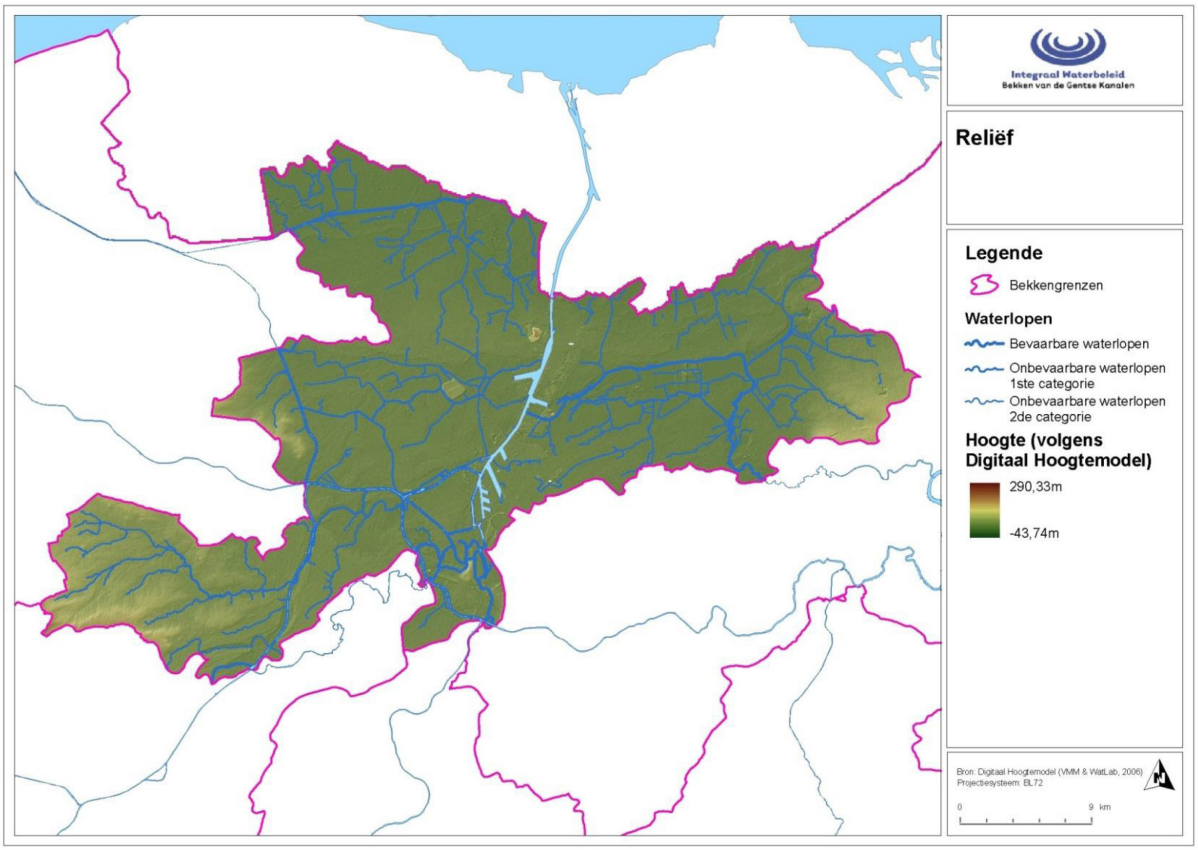
De laaggelegen gebieden aanleunend bij de Bovenschelde kunnen in perioden van hevige neerslag overstromen doordat de leigrachten of afwaartse delen van zijwaterlopen niet meer kunnen afwateren wegens de hoge waterstand in de (ingedijkte) Bovenschelde. Overstromingen in natte gebieden langs de Bovenschelde (vooral langs het traject tussen Oudenaarde en Gent) worden overwegend ervaren als natuurlijk en niet problematisch.

Sinds de kanalisering en (her)kalibrering van de Bovenschelde vormen de dijken een strakke scheiding tussen de rivier en haar vallei en komen overstromingen vanuit de Bovenschelde zelf in het winterbed niet meer voor.

Bekken van de Gentse Kanalen

Het bekken van de Gentse Kanalen heeft een oppervlakte van 917 km². Het reliëf wordt weergegeven in Figuur 12.

Figuur 12 – Reliëf van het bekken van de Gentse Kanalen
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Gentse Kanalen [CIW,2015d])

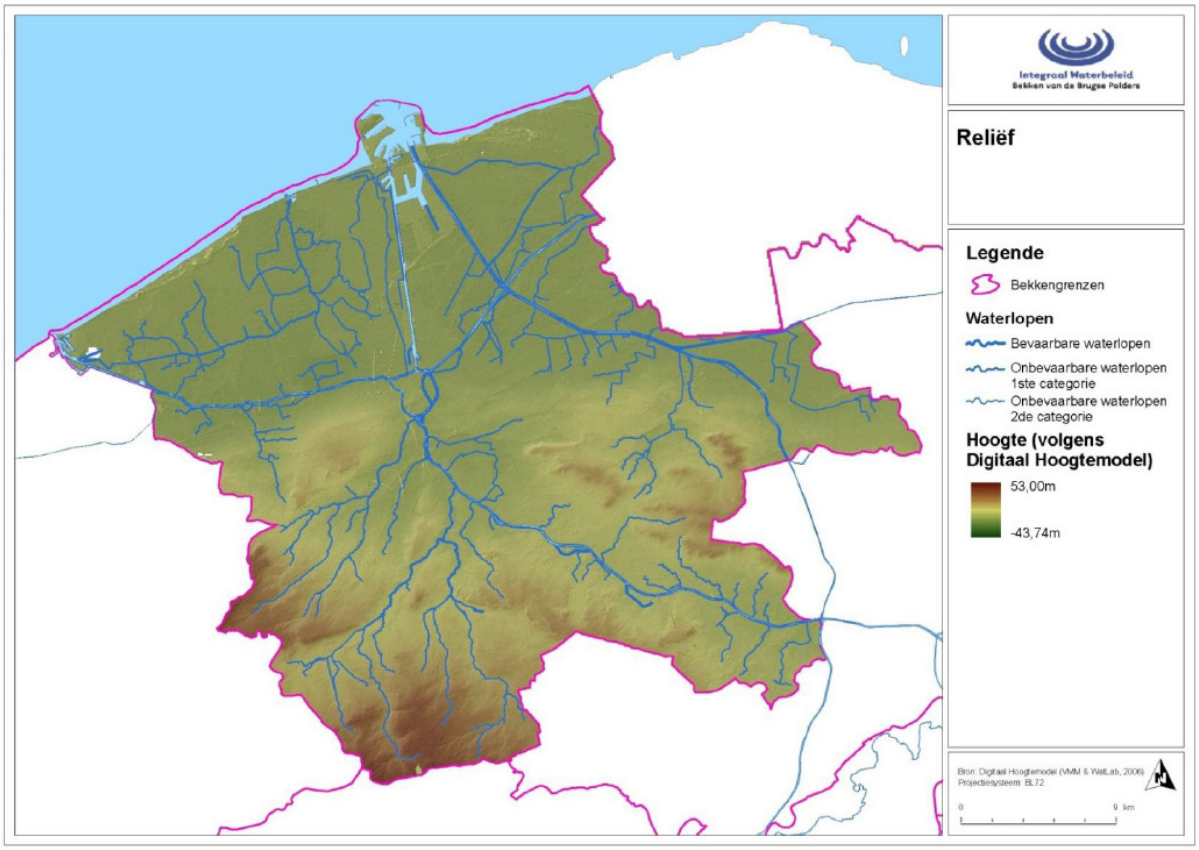


Het bekken is vrij vlak met enkel een verhoogd reliëf in de randgebieden van de cuesta van Zomergem-Oedelem, het licht zandleemgebied in het westen van het bekken en het uiterste oosten van het bekken van de Gentse Kanalen. Het waterlopenstelsel in deze randgebieden met een hoger verval kent een nog relatief natuurlijk dendritisch waterlopenpatroon, de afwatering gebeurt gravitair. Tussen deze hoger gelegen randzone ligt de Vlaamse vallei die één grote vlakte vormt waarin de beekvalleien zich nauwelijks aftekenen in het landschap. Doorheen de geschiedenis drukte de mens een steeds grotere stempel op dit gebied. Zowel kleine als grotere waterlopen werden rechtgetrokken of gekanaliseerd en het oorspronkelijke waterlopenstelsel werd sterk doorknipt. Samen met de noordelijke poldergebieden wordt dit gebied voornamelijk kunstmatig ontwaterd via pompgemalen. Het afvoerpatroon op de grote afvoerassen (bv. Leopoldkanaal, Kanaal Gent-Terneuzen, Kanaal Gent-Oostende) is sterk bepalend voor de afwateringscapaciteit van deze vlakke gebieden.

Bekken van de Brugse Polders

Het bekken van de Brugse Polders heeft een oppervlakte van 1.046 km². Het reliëf wordt weergegeven in Figuur 13.

Figuur 13 – Reliëf van het bekken van de Brugse Polders
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Brugse Polders [CIW,2015e])



De hoogte binnen het bekken varieert van 0 tot +50 mTAW. 45% van het areaal is gelegen onder 5 mTAW (Figuur 13). Deze laaggelegen gebieden betreffen de kustpolders met zijn kunstmatig waterlopenstelsel. 94% van het grondgebied ligt onder 25 mTAW. De polderwaterlopen hebben nagenoeg geen verval, zijn relatief ondiep en voeren het overtollige hemelwater gravitair af naar zee. Water kan alleen geloosd worden als het polderpeil hoger staat dan het zeepeil.

Naast de kustvlakte onderscheidt men binnen het bekken van de Brugse Polders nog de zandstreek (Vlaamse Vallei met dekzandruggen en cuesta's) en het interfluvium tussen de kustvlakte en de Leie. De afwatering gebeurt door het nog relatief natuurlijk bekenstelsel in de zandstreek ten zuiden van Brugge. Hier treft men typische laaglandbeken aan. Van nature ondiep ingesneden, klein verval en een geringe stroomsnelheid wat ze reeds vanaf de bovenloop een min of meer meanderend verloop geeft (vb. Jabbeekse beek, Kerkebeek, Rivierbeek-Hertsbergebeek, Sint-Trudoledeken, Ede).

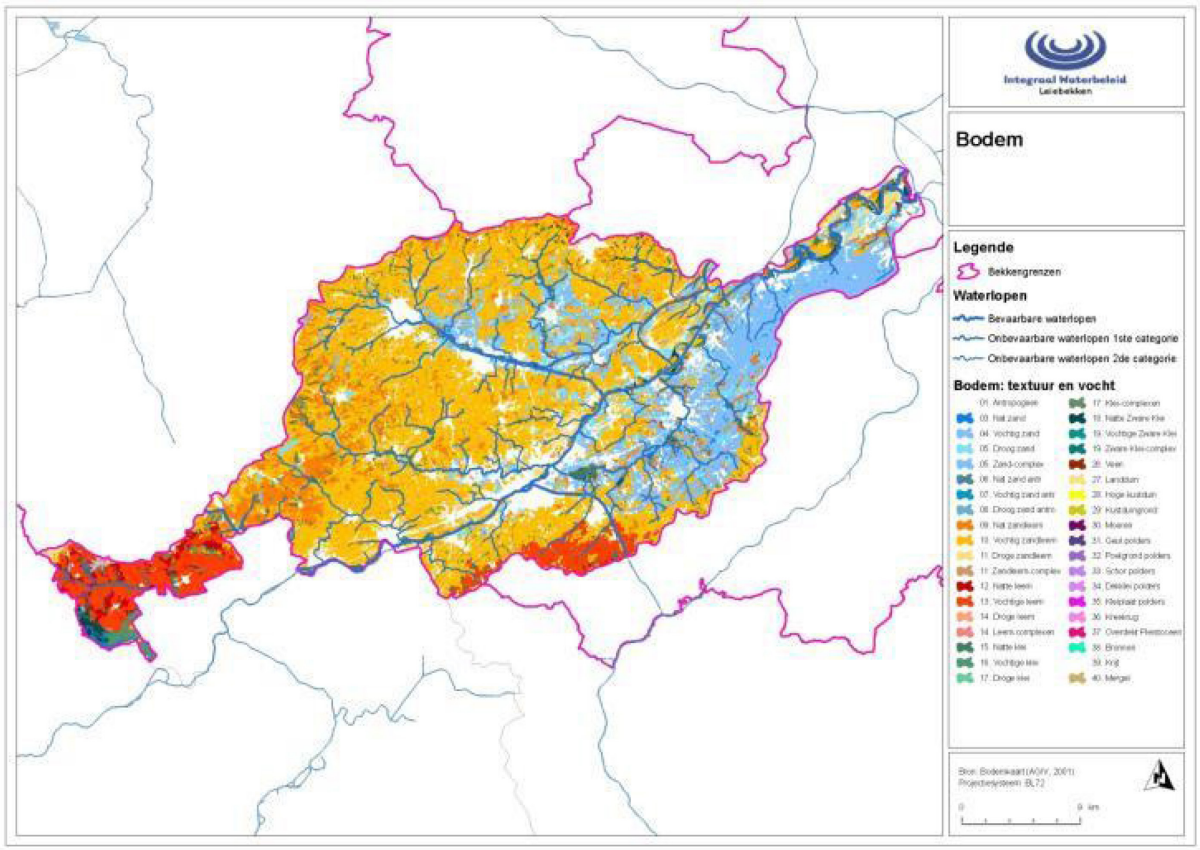
Waterafvoer gaat rechtstreeks of onrechtstreeks via kanalen naar de Noordzee.

2.1.4 Bodemtype

Leiebekken

Door de verscheidenheid aan geomorfologische eenheden binnen het bekken komen er tal van bodemtypes en –variëteiten voor, gaande van landduin (ter hoogte van Sint-Martens-Latem en de Leie te Deurle) tot zware klei (Franse grens in Heuvelland), met alle mogelijke gradiënten op de overgangen. Stroomopwaarts van Kortrijk komen vooral (licht) zandlemige gronden voor, stroomafwaarts wordt de bodem geleidelijk aan zandiger, met op linkeroever vooral licht zandlemige gronden, terwijl op rechteroever de (lemige) zandgronden overheersen (zie Figuur 14).

Figuur 14 – Bodem in het Leiebekken
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Leiebekken [CIW,2015b])



De alluviale vlakte en de beekvalleien zijn voornamelijk opgevuld met klei tot zware klei. Deze rusten plaatselijk op zandige, lemige of venige afzettingen. Daarnaast zijn er ook opvullingen van zand, lemige zandgronden, natte licht-zandleemgronden of zandlemig alluvium terug te vinden. Ter hoogte van de gekanaliseerde Leie te Desselgem komen ook veenbodems voor.

De laagste delen van de vlakte van de Leie en van het heuvellandschap bestaan uit matig droge tot matig natte zandleemgronden. Onderaan deze hellingen en in de valleien liggen gronden op zandleem zonder profielontwikkeling.

In de Vlaamse zandstreek komen belangrijke geïsoleerde platen van lemige zandgronden voor tussen de dekzanden. Het dekzandlandschap, tussen de Gaverbeekvallei en het oosten van de Kasselrijbeek is veelal uit zand opgebouwd. Tussen Desselgem, Sint-Eloois-Vijve en Waregem zijn de niveo-eolische dekzanden nagenoeg uniform lemig zand.

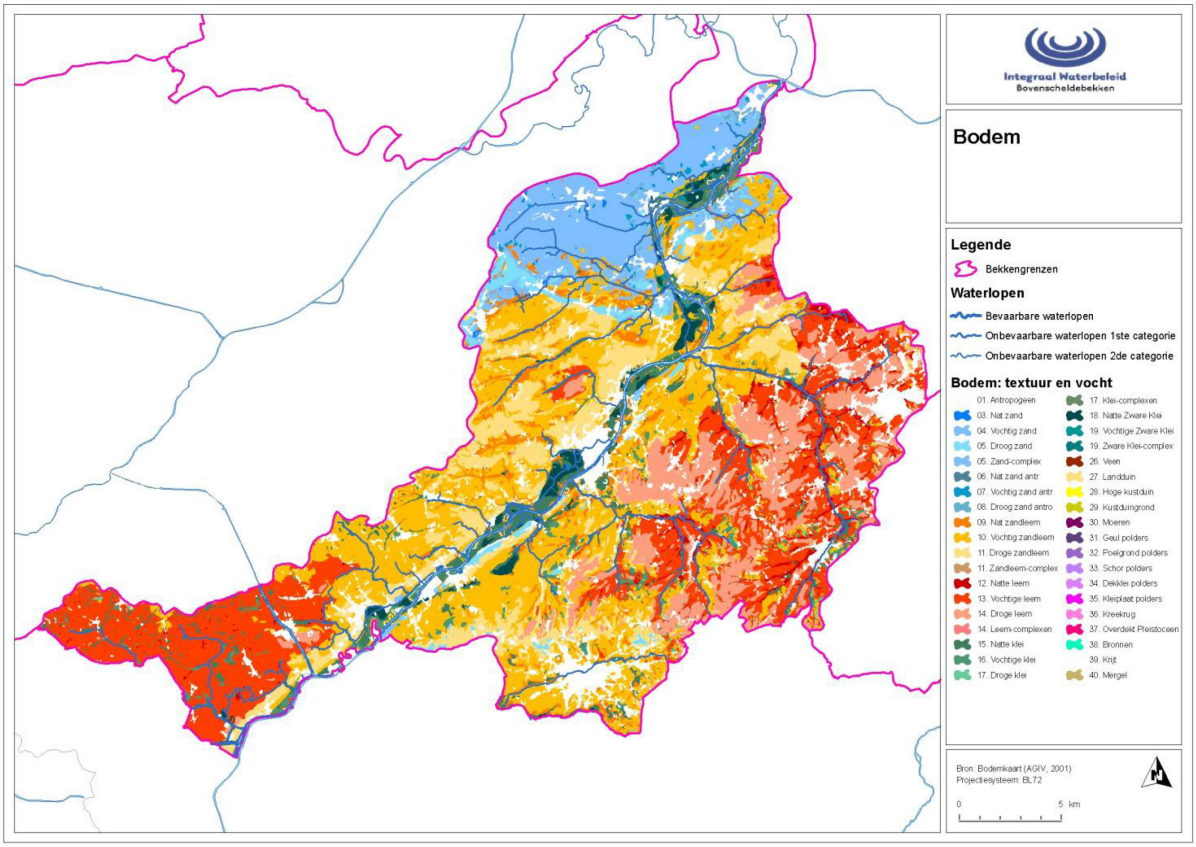
De ruggen in de Vlakte van de Leie zijn bedekt met droge tot matig droge lichtzandleemgronden stroomopwaarts. Stroomafwaarts betreft het droge tot matig droge lemige zandgronden en dekzanden.

Op de toppen van de heuvels en opduikingen komen er lokaal kleigronden en zandleemgronden met niet bepaalde profielontwikkeling voor. Het betreft hier ontsluitingen van tertiaire klei en zandleemgronden, beïnvloed door het tertiaire substraat.

Bovenscheldebekken

Leembodems en zandleembodems zijn de meest voorkomende bodems in het Bovenscheldebekken. Klei of zware kleibodems komen vooral voor in de komgronden van de Bovenscheldevallei, die de traditionele Scheldemeersen (overstroombare graslanden) vorm gaven (zie Figuur 15).

Figuur 15 – Bodem in het Bovenscheldebekken
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Bovenscheldebekken [CIW,2015c])



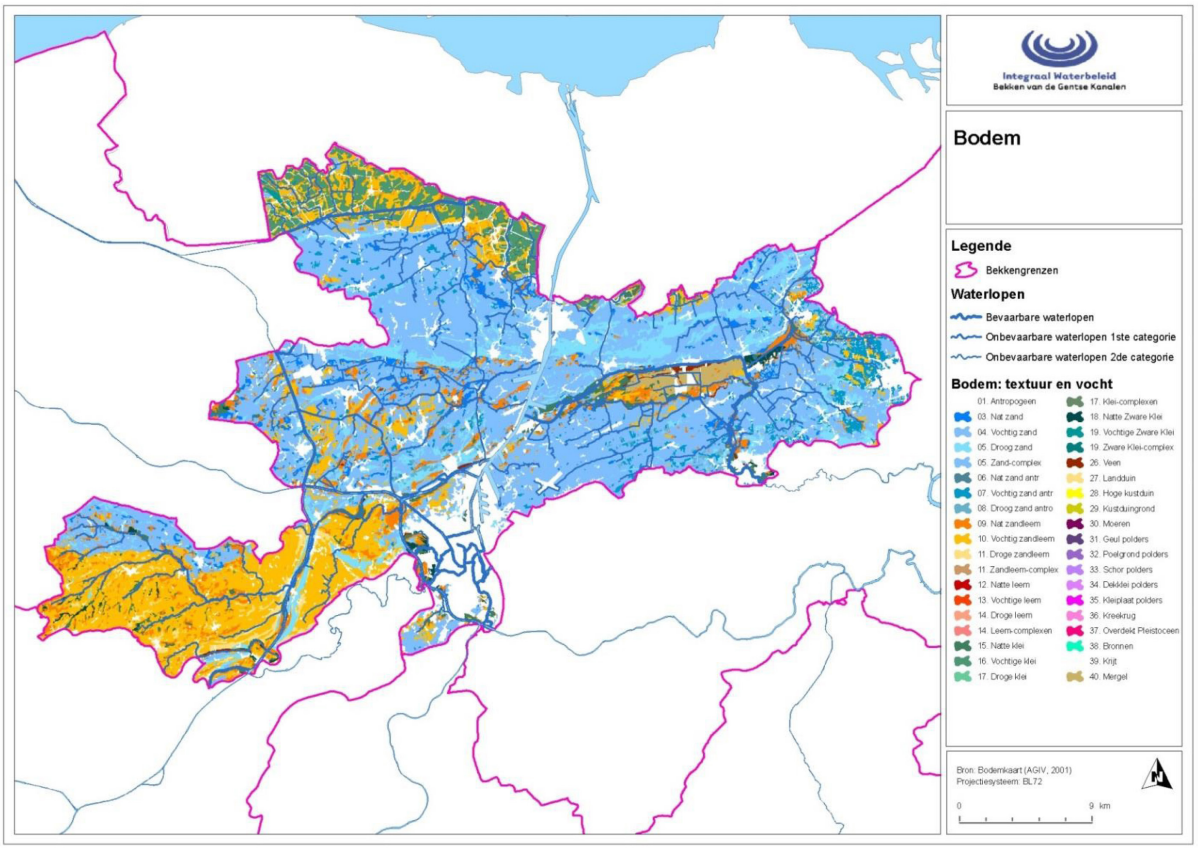
De profielontwikkeling van de bodems varieert sterk naargelang de ligging. De vallei van de Bovenschelde wordt vooral gekenmerkt door jonge bodems zonder profielontwikkeling op kleiig, lemig, zandlemig of licht-zandlemig materiaal. Op de plateaus en op de valleiwand zijn de omstandigheden anders: de grondwaterstanden zijn veelal lager en variëren meer in de loop van de seizoenen.

De plateaugronden zijn meestal droog tot zeer droog, terwijl de valleien van nature nat tot zeer nat zijn. De zeer natte bodems vinden we vooral in de vallei van de Bovenschelde en ten noorden van de grens tussen de leem- en zandleemstreek. Natte bodems zijn verspreid te vinden in het bekken.

Bekken van de Gentse Kanalen

Bodems met textuurklasse vochtig zand zijn met ongeveer 40% van het oppervlak het meest voorkomend in het bekken van de Gentse Kanalen. Deze bodems situeren zich voornamelijk in de Vlaamse Vallei (zie Figuur 16). De Moervaartdepressie en enkele kleinere valleien of valleirelicten worden in deze regio weerspiegeld in nattere zand- of zandleembodems en alluviale bodems (klei, veen, mergel). Opvallend is ook de West-Oost gerichte dekzandrug Maldegem-Stekene met drogere zandbodems. Bodems met textuurklasse vochtig zandleem zijn voornamelijk terug te vinden in het westelijke afstroomgebied van de Poekebeek waar natte zandleem en kleibodems in de vallei voorkomen. In het noordelijke poldergebied zijn voornamelijk nattere kleibodems en vochtige zandleembodems aanwezig.

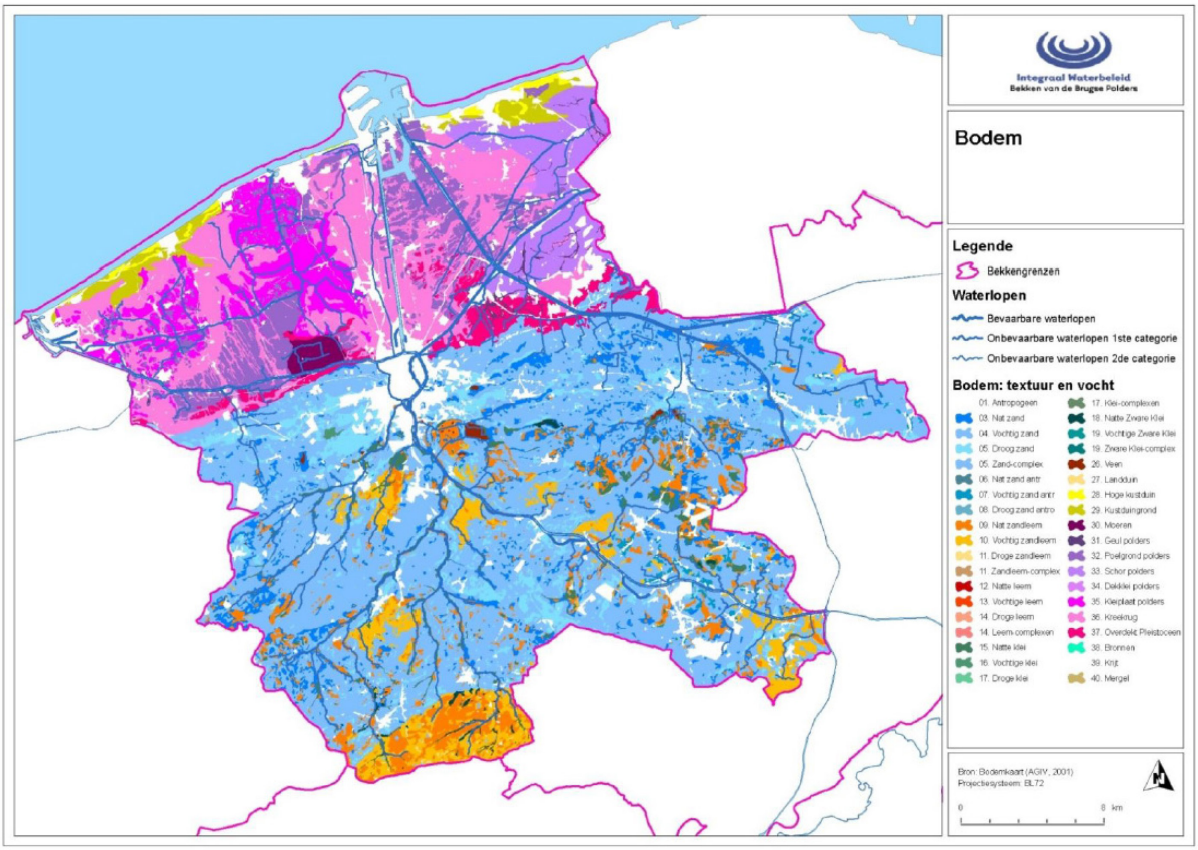
Figuur 16 – Bodem van het bekken van de Gentse Kanalen
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Gentse Kanalen [CIW,2015d])



Bekken van de Brugse Polders

Zand en lemig zand neemt de overgrote meerderheid van de bodems in het bekken (51%). Deze textuur van bodem is vooral terug te vinden in het zuidelijk deel van het bekken (zie Figuur 17). Leembodems komen niet voor in het bekken. Lichte zandleem en zandleem zijn karakteristiek voor het uiterste zuiden (plateau van Tielt) en zuidoosten van het bekken. Ook sommige poldergronden kunnen als zandleem worden geklasseerd. Het betreft een aantal lichtere (al of niet overdekte) kreekruggronden. De puur alluviale bodems van klei en zware klei zijn vooral terug te vinden in het poldergebied en nemen samen 25% van de oppervlakte in. Veen (3,75%) komt voornamelijk voor in poldergebied. Het overgrote deel van de bodems in het bekken van de Brugse Polders zijn matig nat tot zeer nat. Er komen relatief weinig droge bodems voor (24%).

Figuur 17 – Bodem van het bekken van de Brugse Polders
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Brugse Polders [CIW,2015e])



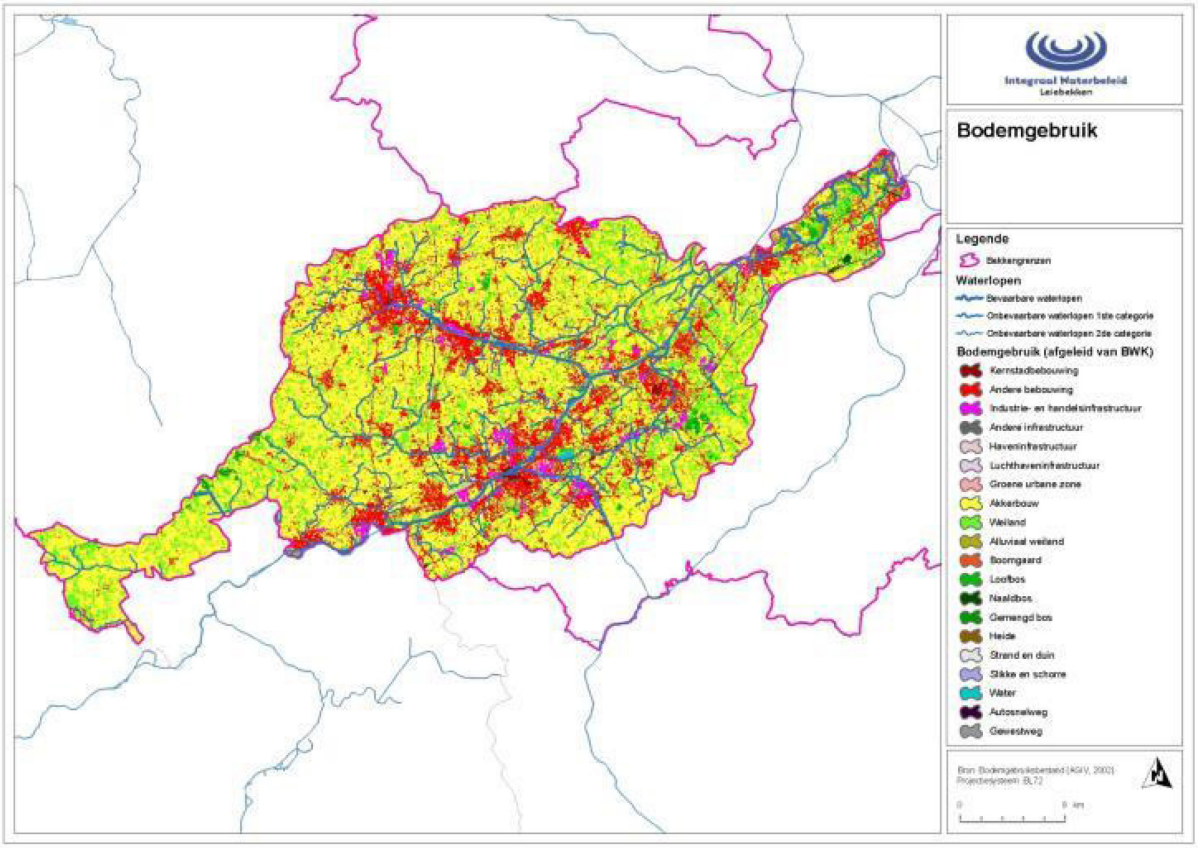
Het voorkomen van stuwwatertafels is geassocieerd met het voorkomen van ondiepe substraten in de ondergrond. Voor het bekken van de Brugse Polders betreft het enerzijds klei en anderzijds klei-zand substraten die voorkomen op een diepte van 75 cm of minder. Stuwwatertafels komen in het bekken van de Brugse Polders voor op de bovenlopen van een aantal beken in de zandstreek: de Kerkebeek (op de flanken van het plateau van Wijnendale), de Rivierbeek (het plateau van Tielt), de Ede (cuesta van Maldegem, het Sint-Trudoledeken (cuesta van Oedelem), Berdelenbuisbeek, Gottebeek, Leensvoorbeek (cuesta van Lotenhulle). Bodems met stuwwater(drainageklasse h of i) zijn zeer nat in de winter en zeer droog in de zomer omwille van de sterk schommelende grondwatertafel. Men spreekt ook van hangwatertafels.

2.1.5 Bodemgebruik

Leiebekken

Het bodemgebruik van het Leiebeken wordt getoond in Figuur 18.

Figuur 18 – Bodemgebruik in het Leiebekken
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Leiebekken [CIW,2015b])



Het Leiebekken kent in zijn geheel een grote verstedelijkingsgraad, en daarmee gepaard gaande een hoge graad van verharding. Deze verstedelijking concentreert zich voornamelijk langsheen de belangrijkste waterlopen van het bekken. De grootse wooncluster zijn o.a. Roeselare, Kortrijk, Waregem, Deinze en de randgemeenten van Gent. Enkel de westelijke gemeenten Heuvelland, Zonnebeke en Ieper zijn landelijker van aard en zijn relatief dun bevolkt.

Net als de verstedelijking, is ook de industriële activiteit grotendeels gevestigd rond de belangrijkste waterlopen van het Leiebekken, nl. het gekanaliseerde deel van de Leie, het Kanaal Roeselare-Leie, het Kanaal Bossuit-Kortrijk en de belangrijkste zijwaterlopen van de Leie (Heulebeek, Mandel en Gaverbeek). Het westelijke deel van het bekken kent een meer landelijk karakter met nauwelijks enige industriële activiteit. Ook langs de Toeristische Leie in het uiterste oostelijke deel van het bekken is industrie grotendeels afwezig.

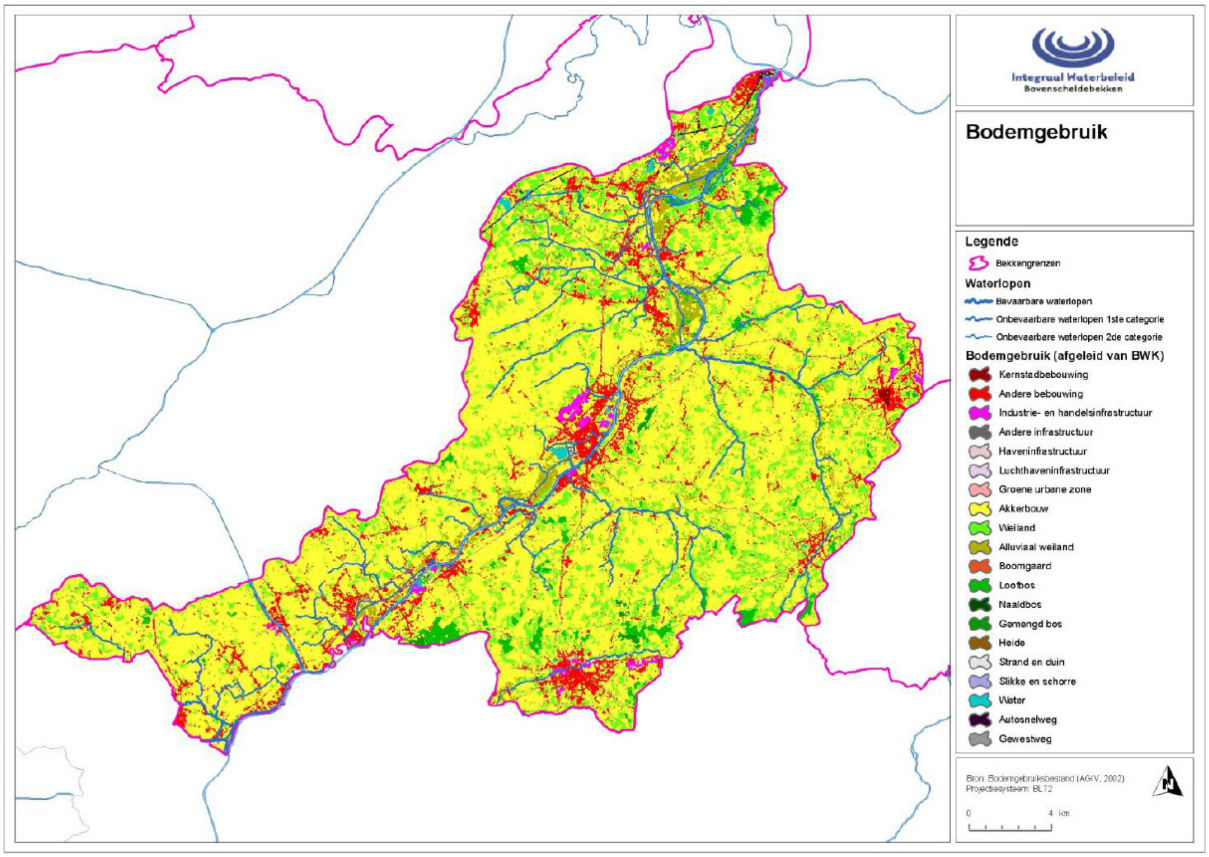
Het Leiebekken is een belangrijk agrarisch gebied, met een verscheidenheid aan landbouwactiviteiten. Zo is er in de zandstreek (Deinze, Zulte, Sint-Martens-Latem, De Pinte, Nazareth en Kruis-houtem) de varkens- en rundveehouderij ruimtelijk structureel bepalend, komt intensieve groententeelt voor rond Deinze en is de sierteelt gelokaliseerd in de omgeving van Gent. Het noordelijke deel van de zandleemstreek (Lichtervelde, Tielt) is een aaneengesloten open landbouwgebied, met een

concentratie aan grondloze veeteelt. Centraal (rondom Roeselare) wordt vooral aan intensieve varkenshouderij en groententeelt in volle grond en in serres gedaan. In het zuidelijke deel van de zandleemstreek (Wervik, Wevelgem, Anzegem, Zwevegem, Wortegem-Petegem en Kruishoutem) komen varkens-, melkvee-, rundveehouderij en akkerbouw voor.

Bovenscheldebekken

Het bodemgebruik in het Bovenscheldebekken wordt getoond in Figuur 19.

Figuur 19 – Bodemgebruik in het Bovenscheldebekken
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Bovenscheldebekken [CIW,2015c])



De open ruimte in het Bovenscheldebekken wordt vooral ingenomen door akkerbouw en grasland. Het grondgebruik in het Bovenscheldebekken is overwegend agrarisch. Ongeveer 72% van de oppervlakte wordt gebruikt voor akkerbouw, tuinbouw of grasland. Akker- en tuinbouw zijn het sterkst aanwezig, gevolgd door grasland. De graslanden liggen vooral in de buurt van waterlopen. De akker- en tuinbouw vinden we verspreid over het ganse bekken terug.

Het Bovenscheldebekken kent in zijn geheel een matige verstedelijkingsgraad. Ongeveer 18,9% van de totale oppervlakte van het Bovenscheldebekken wordt gerekend tot bebouwde of verharde oppervlakte. De bebouwing concentreert zich voornamelijk in de stedelijke kernen van het Bovenscheldebekken. In het Bovenscheldebekken komt echter ook veel verspreide bebouwing (kleine woonkernen) en lintbebouwing voor die kenmerkend zijn voor de rurale gebieden. De laatste decennia werden grote delen van valleigebieden ingericht voor bewoning, infrastructuur, industrie, akker- of tuinbouw, terwijl dit bodemgebruik vroeger enkel op de hogere, drogere gebieden voorkwam.

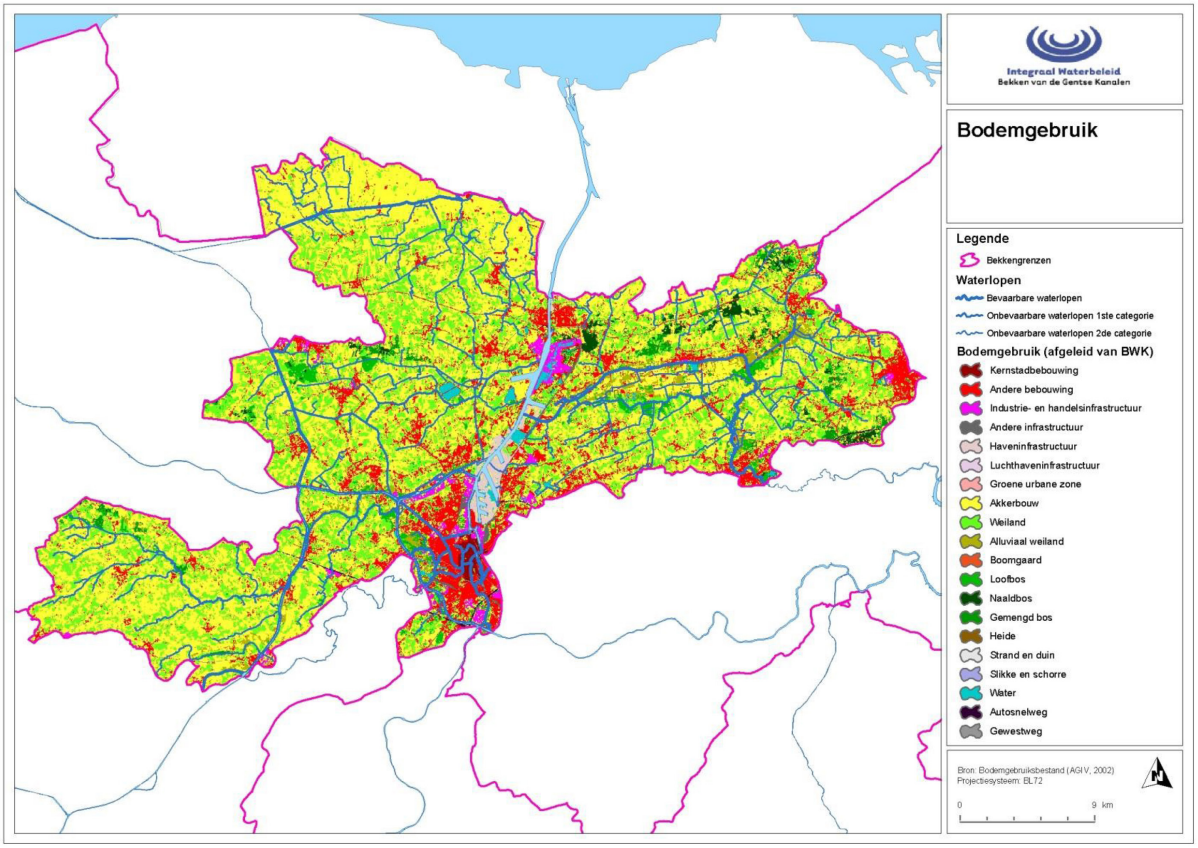
De sterke toename van de verharde oppervlakte (verspreid over het bekken) hypothekeert in bepaalde gebieden de infiltratiecapaciteit en zorgt voor een versnelde afvoer van het water.

Het Bovenscheldebekken vormt de landschappelijke eenheid 'Scheldevallei van Gent tot Doornik'. Ten noorden bevindt zich het grootstedelijk gebied Gent met zijn zeehaven, ten zuidwesten het stedelijk netwerk op Vlaams niveau 'Kortrijk-Rijsel-Roubaix-Tourcoing-Moeskroen'. Langs de Bovenschelde heeft zich Oudenaarde, volgens het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen een structuurondersteunend kleinstedelijk gebied, ontwikkeld. In het Waalse Gewest bevindt de stad Doornik zich langs de Bovenschelde. Verder zijn volgens het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen ook Ronse en Zottegem afgebakend als kleinstedelijk gebied en werden de gemeenten Anzegem, Avelgem, Nazareth, Kluisbergen geselecteerd als economische knooppunten buiten de stedelijke gebieden.

Bekken van de Gentse Kanalen

Het bodemgebruik in het bekken van de Gentse Kanalen wordt getoond in Figuur 20.

Figuur 20 – Bodemgebruik van het bekken van de Gentse Kanalen
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Gentse Kanalen [CIW,2015d])



Ca. 60% van de oppervlakte van het bekken van de Gentse Kanalen wordt voornamelijk gebruikt voor akkerbouw en als grasland. Vrij open landelijk gebied bevindt zich in de noordelijke polderstreek. Andere uitgestrekte open ruimtegebieden met een grotere densiteit aan landbouw(bedrijven) zijn te vinden in het stroomgebied van de Poekebeek. Akkerland en weiland zijn vrij gelijkmatig verspreid in het bekken van de Gentse Kanalen. Grasland/weiland is kenmerkend voor de nattere gronden langs de waterlopen. Het bekken van de Gentse Kanalen kent een vrij grote verstedelijkingsgraad van zo'n 25% en daarmee gepaard een relatief hoge graad van verharding. De verstedelijking doet zich vooral

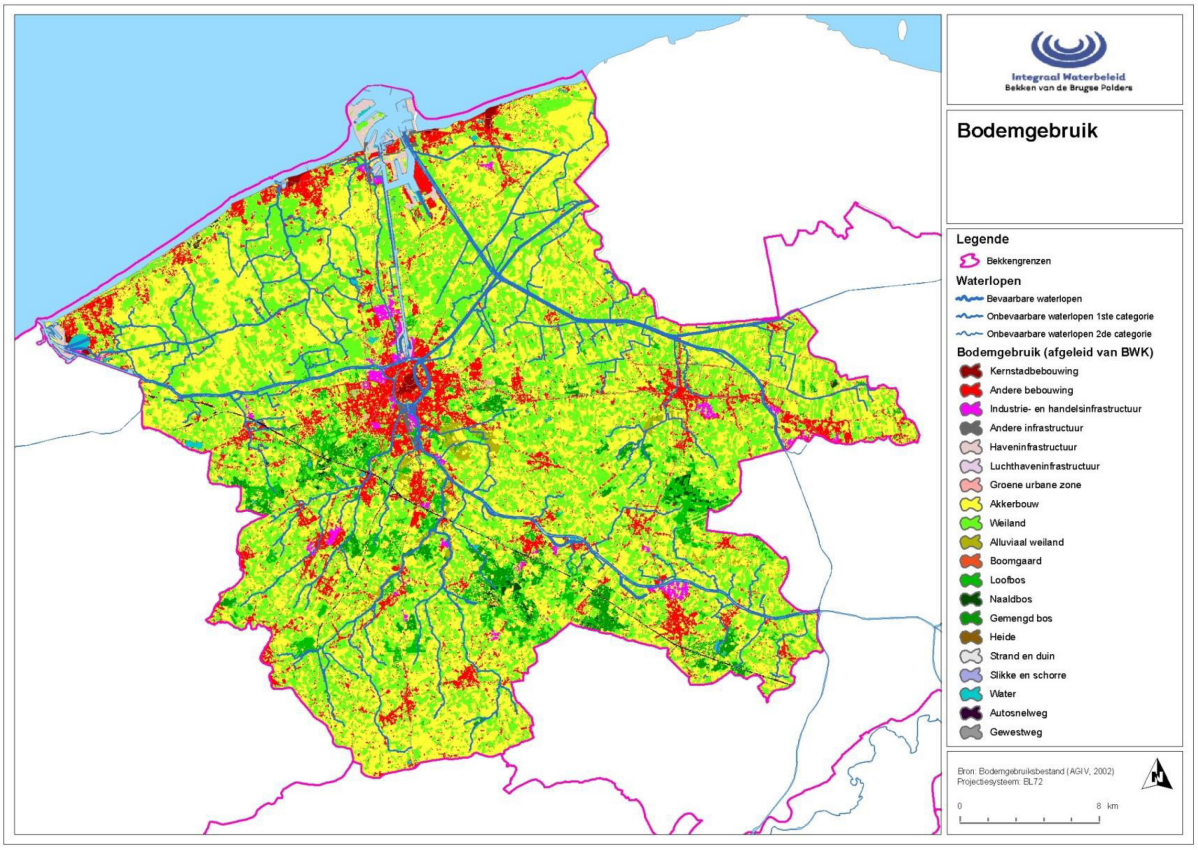
voor onder de vorm van een brede noord-zuid gerichte centrale band die in het zuiden begint met de uitgebreide binnenstad van Gent en verder naar het noorden de Gentse Kanaalzone. Aan de oostelijke rand zijn er nog enkele grotere woonkernen (Sint-Niklaas, Lokeren) en verder is de bebouwing binnen de Vlaamse vallei geconcentreerd in woonkernen en langs verbindingswegen van deze woonkernen.

De sterke toename van verharde oppervlakte hypothekeert in bepaalde gebieden de infiltratiecapaciteit en zorgt voor een versnelde afvoer van het water.

Bekken van de Brugse Polders

Het bodemgebruik in het bekken van de Brugse Polders wordt getoond in Figuur 21.

Figuur 21 – Bodemgebruik van het bekken van de Brugse Polders
(Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel Brugse Polders [CIW,2015e])



Voor het ganse bekken wordt het bodemgebruik gedomineerd door akkerbouw en grasland (74%) welke sterk aanwezig is in de kustvlakte. Het bosareaal is beperkt tot ca. 5%.

Het bekken van de Brugse Polders kent in zijn geheel een matige verstedelijkingsgraad en daarmee gepaard gaande een hoge graad van verharding. Bebouwd terrein (17%) concentreert zich vooral langs de kustlijn en daarnaast de stadskern van Brugge en zijn agglomeraties. In de zandstreek vallen de vele lintbebouwing langs verbindingswegen tussen woonkernen en verspreide bebouwing op. Het landelijk gebied is hier sterk versneden door deze bebouwing. Ook de landbouw is er sterk versnipperd met in het zuiden het voorkomen van vollegronds groenteteelt. Industrie- en KMO-zones komen verspreid voor.

De kustlijn is grotendeels volgebouwd en kent een grote druk vanuit het toerisme met in de toeristische periodes een grote vraag naar drinkwater en een grote productie van afvalwater. Het

poldergebied achter de kustlijn is agrarisch, met verspreid kleinere polderdorpen en boerderijen. Er komt geen zware industrie voor in het gebied met uitzondering van de industriezones langs het kanaal in Oostende.

De sterke toename van verharde oppervlakte (o.a. in de duinengordel langsheen de kust, bijkomende woonwijken in het ganse bekken) hypothekeert in bepaalde gebieden de infiltratiecapaciteit en zorgt voor een versnelde afvoer van het water. Ook ruilverkavelingen 'oude stijl' (o.a regio Ruddervoorde, Wingene), schaalvergroting in de landbouw en de omzetting van (permanente) graslanden in akkerbouw heeft op vele plaatsen de infiltratiecapaciteit van de bodem doen verminderen.

In sommige intensieve landbouwgebieden daalt de grondwatertafel sterk door drainages en ontwatering via de polderwaterlopen wat een invloed kan hebben op het waterconserverend vermogen van de bodem.

2.1.6 Overstromingen

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

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

De **recent overstroomde gebieden (ROG)** zijn een weergave van de bekende overstromingen die zich hebben voorgedaan in de periode 1988-2003 en bijgestuurd in 2004, 2005 en 2006.

Leiebekken

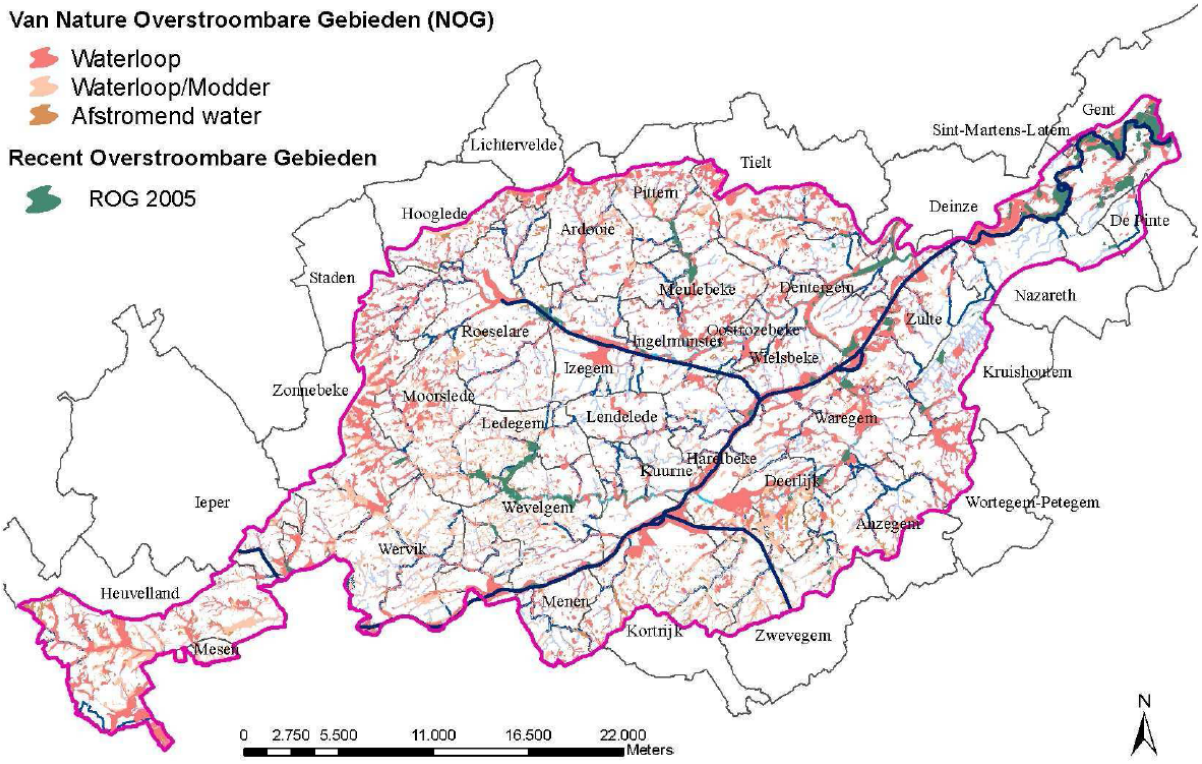
De van nature overstroombare gebieden (NOG) zijn de valleigebieden van de Leie en haar zijwaterlopen.

Het Leiebekken is door haar topografische en geologische kenmerken van nature al extra gevoelig voor piekdebieten. Daarbij komt nog de invloed van ingrepen van de mens op het watersysteem (inname van valleigebieden door bebouwing, rechttrekking en indijking van waterlopen, versnelde afvoer, toename van verharde oppervlakte, enzovoort). Dit alles leidt ertoe dat het Leiebekken bij periodes van hevige neerslag geregeld met ernstige problemen van wateroverlast kampt.

De recent overstroomde gebieden (ROG) zijn een weergave van de bekende overstromingen die zich hebben voorgedaan in de periode 1988-2005.

De NOG en de ROG worden getoond in Figuur 22.

Figuur 22 – Van nature overstroombare gebieden (NOG) en recent overstroomde gebieden (ROG) in het Leiebekken (Bron: Het bekkenbeheerplan van het Leiebekken [CIW,2008a])



In het Leiebekken hebben zich in het verleden meermaals zware overstromingen voorgedaan. Naar aanleiding daarvan werden in het verleden al diverse maatregelen genomen: de inrichting van gecontroleerde overstromingsgebieden of wachtbekkens, de bouw van stuwen en pompstations, de aanleg van (plaatselijke) dijken enz. Ondanks de verschillende reeds genomen maatregelen, wordt het Leiebekken nog regelmatig geconfronteerd met ernstige vormen van wateroverlast.

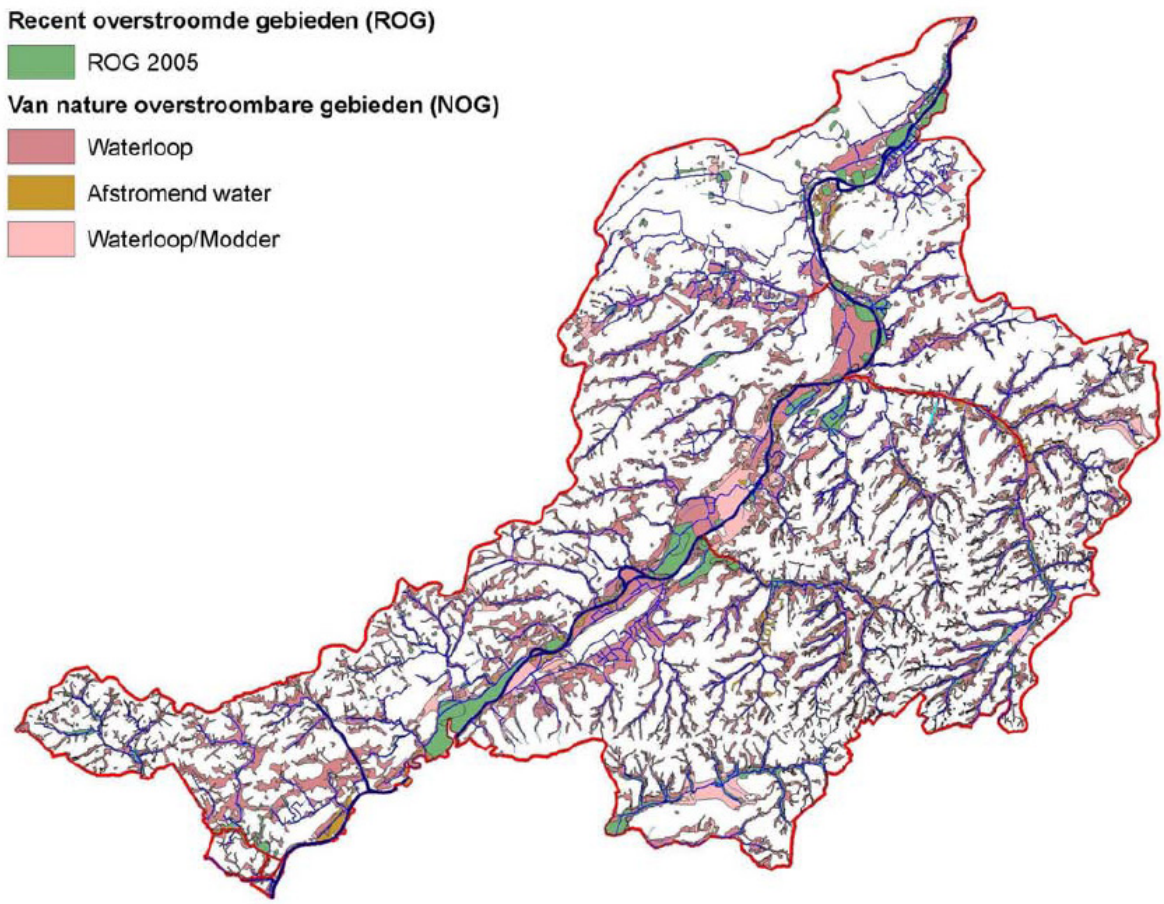
Bovenscheldebekken

De van nature overstroombare gebieden (NOG) zijn de valleigebieden van de Bovenschelde en haar zijwaterlopen.

De recent overstroomde gebieden (ROG) zijn een weergave van de bekende overstromingen die zich hebben voorgedaan in de periode 1988-2005.

De NOG en de ROG worden getoond in Figuur 23.

Figuur 23 – Van nature overstroombare gebieden (NOG) en recent overstroomde gebieden (ROG) in het Bovenscheldebekken (Bron: Het bekkenbeheerplan van het Bovenscheldebekken [CIW,2008b])



In het Bovenscheldebekken hebben zich in het verleden meermaals zware overstromingen voorgedaan. Naar aanleiding daarvan zijn in het verleden al diverse maatregelen genomen: de inrichting van gecontroleerde overstromingsgebieden of wachtbekkens, de bouw van stuwen en pompstations, de aanleg van (plaatselijke) dijken enz. Ondanks de verschillende maatregelen die reeds genomen zijn, wordt het Bovenscheldebekken nog regelmatig geconfronteerd met ernstige vormen van wateroverlast.

Bekken van de Gentse Kanalen

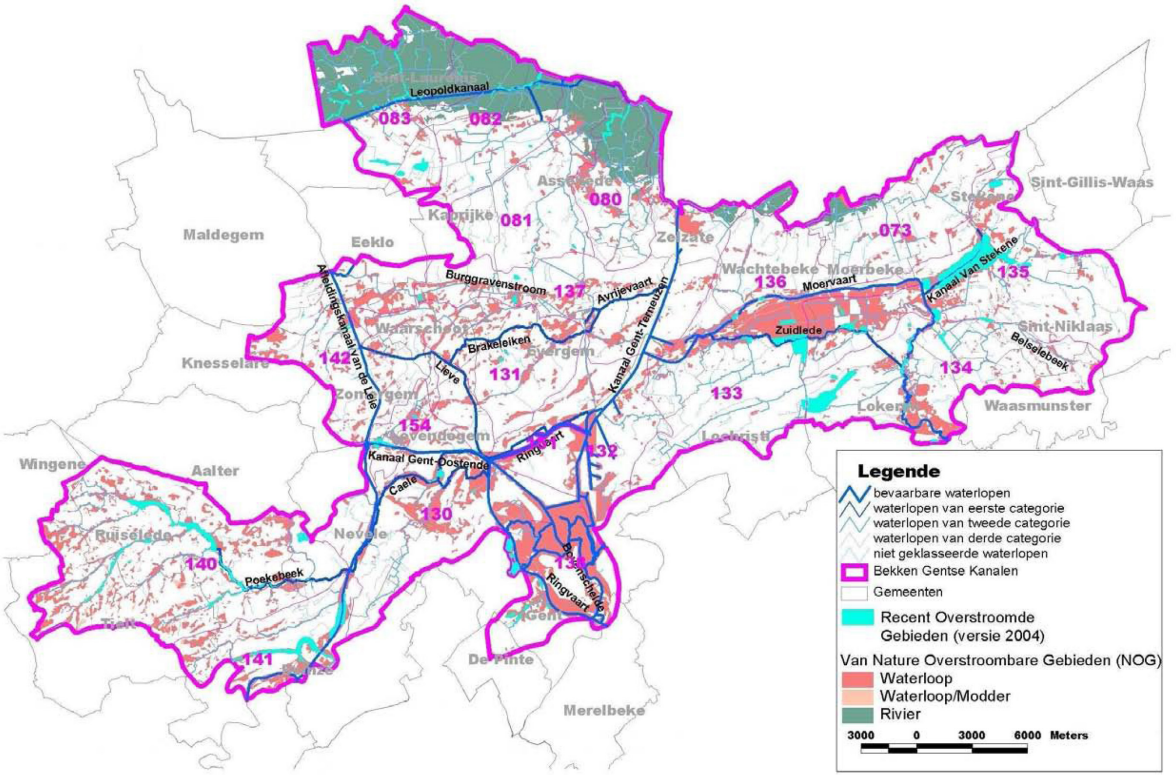
De van nature overstroombare gebieden (NOG) situeren zich o.a. in het krekengebied en de vallei van de Moervaart en haar zijwaterlopen.

De vroegere overstromingen in het bekken van de Gentse Kanalen zijn echter grotendeels verdwenen o.a. doordat de natuurlijke waterlopen in de loop der tijden in sectoren werden opgedeeld die afzonderlijk ontwateren in brede kanalen. Door de kunstmatige ingrepen in het verleden en ook door de uitbreiding van de bebouwing zijn er in het recente verleden wel belangrijke overstromingen voorgekomen op plaatsen die vroeger niet overstroomden.

De recent overstroomde gebieden (ROG) zijn een weergave van de bekende overstromingen die zich hebben voorgedaan in de periode 1988-2004.

De NOG en de ROG worden getoond in Figuur 24.

Figuur 24 – Van nature overstroombare gebieden (NOG) en recent overstroomde gebieden (ROG) in het bekken van de Gentse Kanalen (Bron: Het bekkenbeheerplan van het bekken van de Gentse Kanalen [CIW,2008c])



In het bekken van de Gentse Kanalen hebben zich in het verleden meermaals zware overstromingen voorgedaan. Naar aanleiding daarvan zijn in het verleden al diverse maatregelen genomen waaronder de bouw van stuwen en pompstations, de aanleg van (plaatselijke) dijken en in mindere mate de inrichting van de gecontroleerde overstromingsgebieden of wachtbekkens. Ondanks de verschillende maatregelen die al genomen zijn, wordt het bekken van de Gentse Kanalen nog regelmatig geconfronteerd met ernstige vormen van wateroverlast.

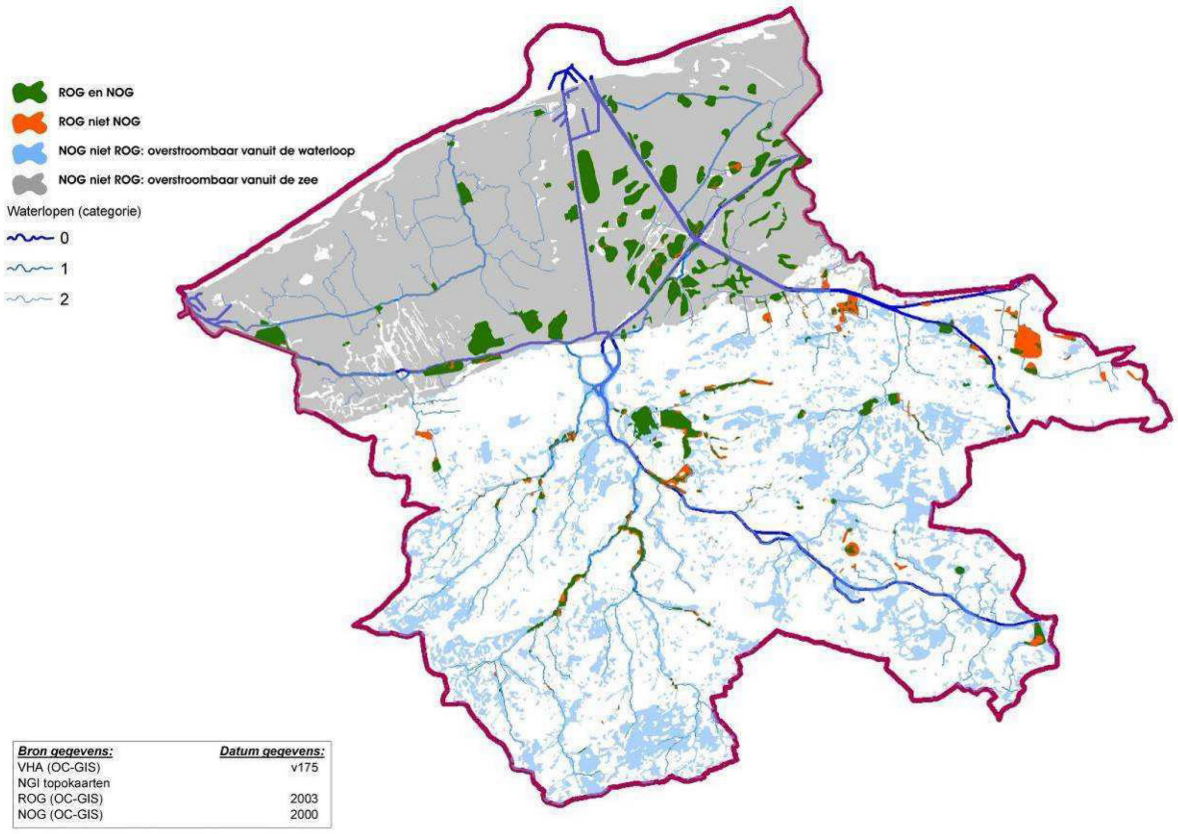
Bekken van de Brugse Polders

De van nature overstroombare gebieden (NOG) zijn de polders (van nature overstroombaar vanuit de zee, 40%) en valleigebieden langsheen de waterlopen (13%) in de zuidelijke zandstreek (o.a. Assebroekse meersen, vallei van de Kerkebeek, Rivierbeek).

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

De NOG en de ROG worden getoond in Figuur 25.

Figuur 25 – Van nature overstroombare gebieden (NOG) en recent overstroomde gebieden (ROG) in het bekken van de Brugse Polders (Bron: Het bekkenbeheerplan van het bekken van de Brugse Polders [CIW,2008d])



In het bekken van de Brugse Polders hebben zich in het verleden meermaals zware overstromingen voorgedaan. Naar aanleiding daarvan zijn in het verleden al diverse maatregelen genomen: de inrichting van gecontroleerde overstromingsgebieden of wachtbekkens, de bouw van stuwen en pompstations, de aanleg van (plaatselijke) dijken enz.

2.2 Aanvullende beschrijving

In dit hoofdstuk wordt een meer gedetailleerde beschrijving gegeven van bepaalde delen van het studiegebied. De beschrijving richt zich vooral op de waterlopen en kunstwerken die hydrodynamisch zullen worden gemodelleerd. De informatie werd grotendeels overgenomen uit oude publicaties en rapporten van eerdere modelleringsstudies (Balduck, 1970; AWZ, 1992; Vereecken et al., 2003, WL, 2004; WL, 2005).

2.2.1 Begrenzing

De Leie en de Bovenschelde vormen geen systeem op zichzelf, maar worden beïnvloed zowel door het watersysteem opwaarts als door het watersysteem afwaarts van deze waterlopen. De invloed opwaarts heeft voornamelijk betrekking op het debiet dat toekomt vanuit Frankrijk. De afwaartse randen worden in grote mate beïnvloed via het hele systeem van de Gentse Kanalen. Daarom wordt een korte beschrijving gegeven van deze opwaartse en afwaartse randvoorwaarden.

Opwaarts

De watertoevoer vanuit Frankrijk naar de Leie (= Lys) en de Bovenschelde (= Escaut) wordt in belangrijke mate beïnvloed door kanalen in Noord-Frankrijk.

Enkele kilometer opwaarts van de stad Denain begint het Canal Dunkerque-Escaut dat gevoed wordt met water van de Escaut en verder bij Douai met water van de Scarpe. Alle sluizen op het Canal Dunkerque-Escaut liggen in dezelfde richting, zodat het water via de schutsluizen in westelijke richting afloopt en naast het kanaal zelf ook het bovenpand van de gekanaliseerde Deûle voedt. Via de gekanaliseerde Deûle komt dus een deel water van de Escaut in de Lys terecht. Bij laagwater zou slechts 1,0 m^3/s op de Escaut en 0,3 m^3/s op de Scarpe haar natuurlijke weg richting België volgen. De overige 4,2 m^3/s wordt afgeleid via het Canal Dunkerque-Escaut. Ongeveer 0,8 m^3/s daarvan komt via de Deûle in de Lys terecht. Bij normaal debiet komt het volledige debiet van de bovenloop van de Scarpe (opwaarts Canal Dunkerque-Escaut) in de Deûle en dus in de Lys terecht.

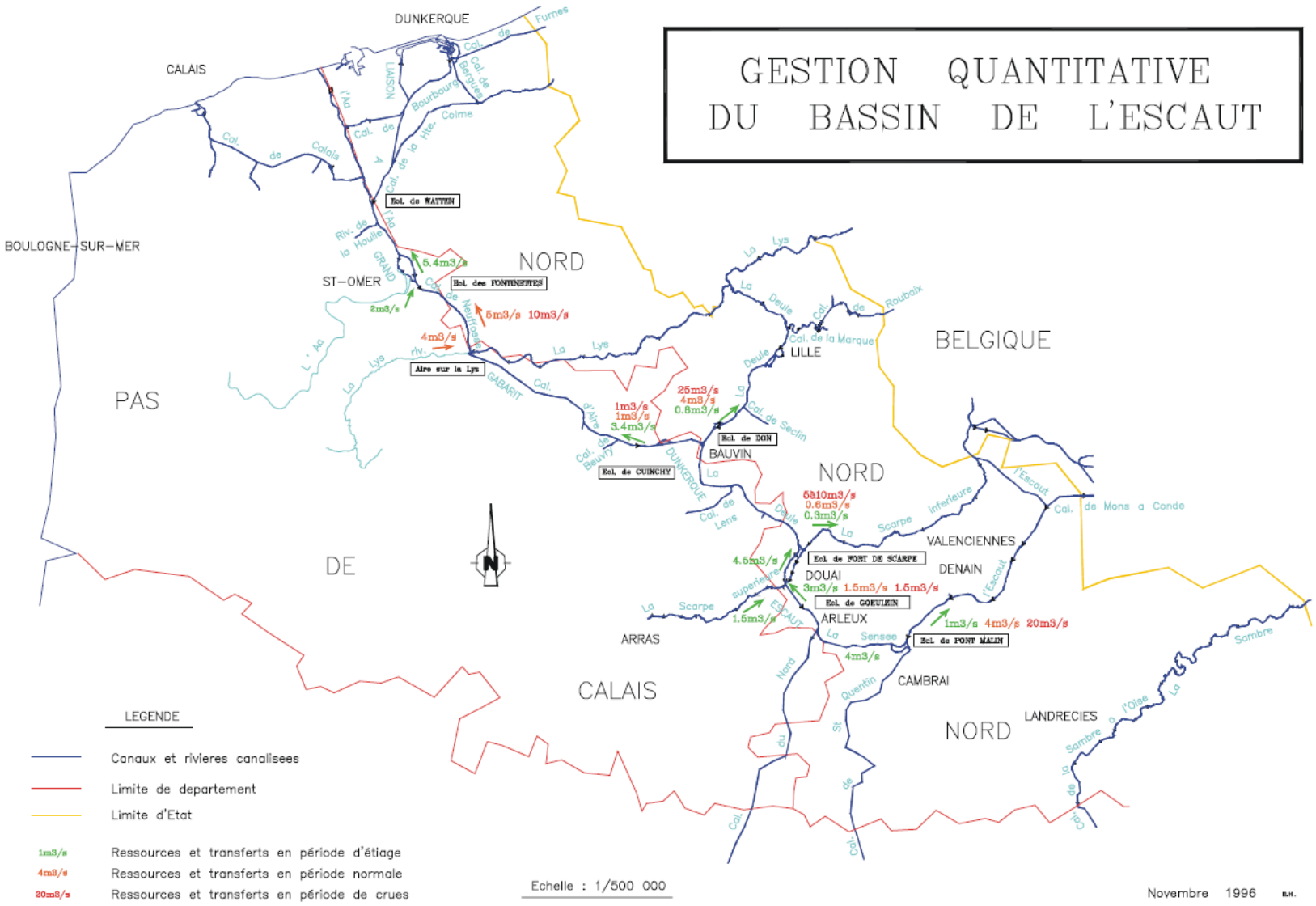
Ook de Lys kruist in Aire-sur-la-Lys het Canal Dunkerque-Escaut en staat gedeeltelijk in voor de voeding ervan. Deze voeding vergt nogal veel water, omdat de sluis van Fontinettes (afwaarts Aire-sur-la-Lys in de richting van Duinkerke) een verval heeft van meer dan 13 meter en een waterverbruik van 5,4 m^3/s.

Samengevat kan worden gesteld dat bij laagwater uit het bekken van de Escaut 3,4 m^3/s en uit het bekken van de Lys 2,0 m^3/s wordt onttrokken voor de voeding van het Canal Dunkerque-Escaut. Tegelijkertijd komt 0,8 m^3/s van het bekken van de Escaut in het bekken van de Lys terecht.

Ook bij hoogwater spelen deze kanalen een rol. Het water van de bovenloop van de Lys (opwaarts Canal Dunkerque-Escaut) wordt via een sifon onder het Canal Dunkerque-Escaut in Aire-sur-la-Lys afgevoerd naar de gekanaliseerde Lys (afwaarts Canal Dunkerque-Escaut). Om de gekanaliseerde Lys te ontlasten, zal men -afhankelijk van de situatie op de Scarpe- 5 à 10 m^3/s via het Canal Dunkerque-Escaut naar de benedenloop van de Scarpe (afwaarts Canal Dunkerque-Escaut) afvoeren. Daarnaast komt een deel van het afvoerdebiet van de bovenloop van de Lys in het Canal Dunkerque-Escaut terecht, van waaruit het naar de Noordzee kan worden gevoerd. Deze afvoer is beperkt tot 5 à 10 m^3/s omdat ze afwaarts (aan de sluis van Mardyck) moet worden verpompt.

De waterverdeling in Noord-Frankrijk wordt samengevat in Figuur 26.

Figuur 26 – Waterverdeling in Noord-Frankrijk (groen = droogte, oranje = normaal, rood = was) (bron: VNF)



Afwaarts

De Leie en de oude tak van de Leie (arm van Drongen) monden net zoals de Bovenschelde uit in het 'Groot Pand' rond Gent. Dit Groot Pand omvat:

- de Leie afwaarts Sint-Baafs-Vijve
- de Bovenschelde afwaarts Asper
- het Afleidingskanaal van de Leie tussen Deinze en Schipdonk
- het Westervak van de Ringvaart (tussen Evergem en Merelbeke) en
- het Kanaal Gent-Oostende (tot Brugge)

De Ringvaart rond Gent vormt de basis van het Groot Pand en zorgt voor de verdeling van de opwaartse debieten van Leie en Bovenschelde over een aantal waterwegen: de Zeeschelde (via Merelbeke en Zwijnaarde), het Kanaal Gent-Oostende (via Dampoortsluis en Keizerinnestuw met keersluis te Beernem), het Afleidingskanaal (via Schipdonk) en het Kanaal Gent-Terneuzen (via Evergem).

Bij een normaal regime wordt te Deinze circa 2/3 van het debiet van de Leie afgevoerd via het Afleidingskanaal van de Leie, 1/3 van het debiet stroomt verder in de zogenaamde Toeristische Leie rechtstreeks naar de Ringvaart. Te Schipdonk kruist het Afleidingskanaal van de Leie het Kanaal Gent-Oostende, dat in verbinding staat met de Ringvaart om Gent. De stuwen van Evergem en Merelbeke regelen het verdere verloop van het debiet in normaal regime. De stuw van Evergem moet ervoor zorgen dat steeds een voldoende groot debiet in de richting van het Kanaal Gent-Terneuzen stroomt. In het protocol dat met Nederland werd afgesloten over het beheer van het Kanaal Gent-Terneuzen is immers voorzien dat er gemiddeld over 2 maanden 13 m^3/s naar Terneuzen dient te worden afgevoerd, dit om verzilting van het kanaal tegen te gaan. Het saldo van het toevloeiend debiet, dus het debiet dat overblijft wanneer aan de verplichting aan Nederland is voldaan, wordt via de stuw van Merelbeke naar de Zeeschelde afgevoerd. Er wordt immers algemeen aangenomen dat een aanzienlijk bovendebiet een gunstige invloed heeft op het vermijden van aanslibbing van de Zeeschelde. Het voornaamste doel van deze stuw is trouwens het in stand houden van het normaalpeil opwaarts de stuwsluis (5,61 mTAW) om scheepvaart mogelijk te houden.

Bij hoogwater zal de stuwwachter de stuwen te Merelbeke openzetten en, indien dat niet volstaat, ook de stuw te Zwijnaarde (op de tijarm van de Zeeschelde). Op die manier tracht men het normaalpeil opwaarts van deze stuwen te behouden. Om te verhinderen dat ook het Kanaal Gent-Oostende al te veel boven het normaalpeil uitstijgt, zal men ook de stuw van Schipdonk, die de verbinding vormt met het afwaartse pand van het Afleidingskanaal van de Leie, openen. Wanneer de stuw volledig geopend is voert zij tussen de 50 en 60 m^3/s af. De Leie kan echter via het Afleidingskanaal een veel groter debiet aanvoeren dan door de stuw te Schipdonk kan worden verwerkt, zodat het waterpeil te Schipdonk verder zal stijgen. Om wateroverlast te Brugge te vermijden, wordt de keersluis te Beernem zodanig geregeld dat via het Kanaal Gent-Oostende maximaal 30 m^3/s in de richting van Brugge wordt afgevoerd. Het toevoerdebiet van het Afleidingskanaal dat niet via de stuw te Schipdonk afgevoerd kan worden richting Heist en dat niet via de keersluis van Beernem kan afgevoerd worden in de richting van Brugge, loopt dus noodgedwongen naar de Ringvaart rond Gent. Via de stuw van Evergem zal in die gevallen een groter debiet naar het Kanaal Gent-Terneuzen worden afgevoerd. Om scheepvaart op dit kanaal mogelijk te houden mag het waterpeil er echter niet al te veel stijgen.

Bij nog grotere debieten kan men de debiettoevoer naar het Kanaal Gent-Terneuzen via de stuw van Evergem nog opdrijven. In die gevallen kan scheepvaart op het kanaal tijdelijk onmogelijk worden. In Merelbeke worden de hefdeuren van de tweede scheepvaartsluis geopend, waardoor een bijkomende opening van 18 meter ontstaat. Wanneer al deze maatregelen niet volstaan zal het peil in de Ringvaart (en trouwens op alle onderdelen van het 'Groot Pand') stijgen. Vanaf een peil van 7,0 mTAW bestaat een reëel gevaar op overstromingen. Men zou dan de stuw van Evergem nog verder kunnen openen, maar dan dreigt men het Nederlandse Sas van Gent onder water te zetten en de omgeving van de stad Lokeren doordat deze via de Moervaart in verbinding staat met het kanaal.

Uit dit alles mag blijken dat de waterstanden op de Leie, het Afleidingskanaal van de Leie en de Bovenschelde in belangrijke mate worden beïnvloed door het 'Groot Pand' en dan vooral door de sturing van de stuwen en sluizen op dit 'Groot Pand'.

2.2.2 Waterlopen

Leie

De Leie ontspringt te Lisbourg bij Fruges in de heuvels van Artois op 116,08 m hoogte en vloeit oostwaarts naar Gent, waar ze uitmondt in de Ringvaart, die de verbinding vormt tussen de Zeeschelde, de Bovenschelde, de Leie, het Kanaal Gent-Oostende en het Kanaal Gent-Terneuzen. De Leie heeft een lengte van 190 km, waarvan 86 km op Frans grondgebied, 15 km op de Frans-Belgische grens tussen Armentières en Menen en 89 km op Belgisch grondgebied.

De gemiddelde bodemhelling van de rivier bedraagt 2 m/km op het onbevaarbare gedeelte, tussen de bron en Aire-sur-la-Lys. Tussen Aire en Merville bedraagt ze 30 cm/km, vanaf Merville tot Komen stroomt de Leie door een hoogplateau met een bodemhelling van 7,65 cm/km. Tussen Komen en Sint-Eloois-Vijve bedraagt de bodemhelling 12,95 cm/km.

Vanaf Sint-Eloois-Vijve tot Gent doorstroomt de Leie een komvormig bekken met een zeer kleine bodemhelling waarin zich dan ook zeer grote meanders vormden. Door het doorsnijden van de voornaamste meanders bedraagt de bodemhelling tussen Sint-Eloois-Vijve en Deinze gemiddeld 11,9 cm/km. Tussen Deinze en Gent is de bodemhelling praktisch onbestaande. Het hydrografisch bekken heeft een oppervlakte van 4727 km², waarvan +/- 2900 km² in Frankrijk en 1825 km² in België.

De vorm van het bekken is nogal asymmetrisch ten opzichte van de rivier. Eén derde van de oppervlakte ligt op de noordelijke helling en 2/3 op de zuidelijke helling. De kruinlijn van de zuidelijke helling loopt over de heuvels van Artois (184 m) en vormt de grens met het Scheldebekken. De kruinlijn van de noordelijke helling, die de grenslijn vormt met de bekkens van de Aa en de IJzer loopt over enkele Vlaamse heuvels waaronder de Catsberg (158 m), de Rode berg (143 m), en de Kemmelberg (151 m).

De korte afstand tussen deze heuvelrij en de rivier (+/-15 km voor een niveauverschil van +/- 140 m), verklaart voor een deel het tamelijk torrentieel karakter van de Leie. Een andere oorzaak vinden we in de ver doorgedreven kanalisatie en de talrijke afwateringskanalen die het stroomgebied doorkruisen. De wassen komen op deze rivier inderdaad tamelijk vlug op en de maximumdebieten zijn vrij hoog in vergelijking met de Bovenschelde. Deze laatste heeft een stroomgebied dat bijna 25 % groter is (5980 km² tegenover 4727 km²) en waarvan de grootste debieten van dezelfde grootteorde zijn. De oorzaak van het opmerkelijk karakterverschil van deze twee rivieren dient gezocht te worden in de bodemgesteldheid. Waar het Leiebekken voor een groot deel in de ondergrond begrensd wordt door de ondoordringbare Yperiaanse kleilaag, doorstroomt de Bovenschelde verschillende krijtlagen in de streek van Doornik. Daarenboven is de oppervlakte van de overstromingsgebieden voor de Bovenschelde relatief veel groter dan voor de Leie, althans voor de toestand waarin de rivieren zich nu bevinden.

In België liggen de overstromingsvelden in de vallei van de bijrivieren meestal in de omgeving van de monding van de bijrivieren. Bij grote wassen worden belangrijke hoeveelheden water in deze overstromingsbekkens opgeslagen die slechts afvloeien wanneer het waterniveau opnieuw begint te dalen.

De Leie werd gemodelleerd vanaf de debietmeter in Armentières tot aan de Ringvaart rond Gent. Op dit traject liggen de stuw-sluis complexen van Armentières, Comines, Menen, Harelbeke en Sint-Baafs-Vijve. Het stuw-sluis complex in Astene bestaat nog, maar is buiten dienst.

Tabel 1 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

Tabel 1 – Overzicht streefpeilen op gekanaliseerde Lys en Leie

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Stuw en sluis Armentières	14,32
Stuw en sluis Comines	13,18
Stuw en sluis Menen	11,83
Stuw en sluis Harelbeke	10,12
Stuw en sluis Sint-Baafs-Vijve	8,00
Stuw en sluis Astene	buiten dienst

Zijlopen Leie

De voornaamste zijrivieren van de Leie zijn: de Laquette, de Melde, de Clarence, de Bourre, de Lawe, de Becque, de Grande Becque, en de Deûle in Frankrijk. In België zijn het de Douve, de Kortekeerbeek, de Geluwebeek, de Heulebeek, de Gaverbeek en de Mandel. Alleen de Deûle is bevaarbaar.

Deûle

De Deûle werd gekanaliseerd in 1271 en verlengd in het Canal de la Deûle dat gedeeltelijk deel uitmaakt van de verbinding op groot gabariet (3000 t) tussen Duinkerke en de Schelde (Canal Dunkerque-Escaut). De Deûle, die de stad Rijsel bevloeit, staat in verbinding met Roubaix via het Canal de Roubaix en met het industriestadje Seclin via het insteekkanaal van Seclin. De stad Lens is met het Canal de la Deûle verbonden door het Canal de Lens.

De Deûle werd gemodelleerd vanaf de debietmeter in Don tot aan de monding in de Leie te Deûlemont. Op dit traject liggen de stuw-sluis complexen van Don, Grand-Carré en Quesnoy.

Het westelijke deel van het Canal de Roubaix (soms ook omschreven als de gekanaliseerde Marque) werd gemodelleerd vanaf de monding van de Marque tot aan de monding in de Deûle. Net voor de monding in de Deûle ligt het stuw-sluis complex van Marquette-Lez-Lille.

Tabel 2 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

Tabel 2 – Overzicht streefpeilen op gekanaliseerde Deûle en Canal de Roubaix

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Stuw en sluis Don	23,13
Stuw en sluis Grand-Carré	20,33
Stuw en sluis Quesnoy	16,37
Stuw en sluis Marquette-Lez-Lille	17,58

Heulebeek

De Heulebeek ontspringt ten zuiden van Passendale op een hoogte van 40 meter boven zeeniveau. Ze stroomt vervolgens in oostelijke richting en mondt in Kuurne uit in de Leie. In Dadizele werd in 2015 een gecontroleerd overstromingsgebied aangelegd.

De Heulebeek werd gemodelleerd vanaf de voormalige debietmeter te Heule tot aan de monding in de Leie. Op dit traject komen geen bijzondere kunstwerken voor.

Gaverbeek

De Gaverbeek stroomde oorspronkelijk van Harelbeke naar Waregem om daar in de Leie uit te monden. Sinds de jaren '60 stroomt het traject ten westen van de E17 naar de Leie in Harelbeke. Dat gebeurt grotendeels overwelfd. Het traject ten oosten van de afrit watert nog steeds af naar de Leie in Waregem en mondt uit in een Leiemeander (‘vertakking van Zulte’) stroomafwaarts van de stuw in Sint-Baafs-Vijve. Op dit traject liggen 5 stuwen.

Het traject ten westen van de E17 werd niet gemodelleerd. Het traject ten oosten van de E17 werd gemodelleerd vanaf stuw 2 te Waregem tot aan de monding in de Leiemeander in Sint-Eloois-Vijve. Stuw 1 is geïntegreerd in de lozingsconstructie.

Mandel

De Mandel ontspringt ten westen van Roeselare op een hoogte van ongeveer 40 meter. In het centrum van Roeselare is de waterloop gedeeltelijk overwelfd. Ten oosten van Roeselare loopt het tracé ongeveer evenwijdig met het Kanaal Roeselare-Leie. Net ten westen van Oostrozebeke buigt de Mandel naar het noordoosten. Het oorspronkelijke tracé, nu de “Oude Mandel” geheten, liep in noordoostelijke richting naar de Leiemeanders nabij Grammene en Deinze. Het nieuwe tracé loopt vanuit Oostrozebeke in zuidoostelijke richting en mondt in de Leie uit, net afwaarts Sint-Baafs-Vijve. Op het afwaartse deel van de Mandel staan 3 stuwen.

De Mandel werd gemodelleerd vanaf de debietmeter in Oostrozebeke tot aan de monding in de Leie. Op dit traject staan stuw 2 te Wielsbeke en stuw 1 te Dentergem.

Bovenschelde

De Schelde ontspringt in Noord-Frankrijk ten noorden van Saint-Quentin op 100 meter boven de zeespiegel (dit is minder dan sommige zijlopen). Vanaf de bron tot Gent spreken we van de Bovenschelde. Het traject van de Bovenschelde is 165 km lang. Het bekken heeft een totale oppervlakte van 5980 km^2, waarvan 3870 km^2 (of 65%) in Frankrijk, 1510 km^2 (of 25%) in Wallonië en 600 km^2 (of 10%) in Vlaanderen.

Vanaf Cambrai (35 km van de bron) is de Schelde gekanaliseerd en bevaarbaar. Naast de stuwen te Gentbrugge, Merelbeke en Zwijnaarde die de verbinding met de Zeeschelde vormen, zijn er nog de sluis-stuw complexen te Asper, Oudenaarde en Kerkhove op Vlaams grondgebied en te Hérinnes en Kain in Wallonië. In Frankrijk zijn daarnaast nog 5 grote en een 25-tal kleine stuwen op de Schelde geplaatst. Het gemiddelde verval in de panden is bijna constant en bedraagt ongeveer 13 cm/km. Langs de ingedijkte Bovenschelde komen nog geïsoleerde meanders en meersengebieden voor. Samen met de diep ingesneden beekvalleien van Zwalm, Molenbeek en Maarkebeek bieden ze heel wat kansen voor natuurbehoud en natuurontwikkeling.

De Bovenschelde werd gemodelleerd vanaf de debietmeter te Helkijn tot aan de Ringvaart rond Gent. Op dit traject staan de stuw-sluis complexen van Kerkhove, Oudenaarde en Asper. Ook de oude Tijarm van Zwijnaarde en de stuw van Zwijnaarde werden in het model opgenomen.

Tabel 3 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

Tabel 3 – Overzicht streefpeilen op gekanaliseerde Bovenschelde

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Stuw en sluis Kain	14,90
Stuw en sluis Hérinnes	13,30
Stuw en sluis Kerkhove	11,46
Stuw en sluis Oudenaarde	10,11
Stuw en sluis Asper	8,25

Zijlopen Bovenschelde

De belangrijkste zijrivieren van de Bovenschelde zijn de Scarpe in Frankrijk, de Rhosnes en de Haine in Henegouwen, de Spiere in West-Vlaanderen en de Maarkebeek en Zwalm in Oost-Vlaanderen.

Maarkebeek

De Maarkebeek vormt de hoofdloop van het afwateringsnet dat zich grotendeels op het grondgebied van de fusiegemeente Maarkedal bevindt, middenin de Vlaamse Ardennen. De waterloop mondt uit in de Bovenchelde in de gemeente Oudenaarde, opwaarts van de stuw. De bron van de Maarkebeek bevindt zich in Wallonië, namelijk te Vloesberg in Henegouwen op de zogenaamde Rodenberg op 150 meter boven de zeespiegel. Net zoals de Zwalm heeft de Maarkebeek een aanzienlijk verhang.

Op de Maarkebeek zelf, maar ook op de zijlopen, waren destijds meerdere molens in gebruik die op twee na, de molen te Schorisse en de Nonnenmolen te Leupegem, buiten werking werden gesteld. Op een zijloop van de Maarkebeek, namelijk op de waterloop met nummer S337a te Maarke-Kerkem aan de Hasselstraat, werden in 2001 door de ruilverkaveling Etikhove in samenwerking met VMM twee wachtbekkens in serie gerealiseerd met een totaal bergingsvolume van ongeveer 10.000 m^3.

De Maarkebeek werd gemodelleerd vanaf de debietmeter in Etikhove tot aan de monding in de Bovenschelde. Op dit traject komen geen bijzondere kunstwerken voor.

Zwalm

De Zwalm ontspringt net als de Maarkebeek in de bossen van Vloesberg in Wallonië. Verder stroomafwaarts vormt de Zwalm de grens tussen de gemeenten Zwalm en Zottegem om uiteindelijk uit te monden in de Bovenchelde te Nederzwalm in het pand Oudenaarde-Asper. De Zwalm is bekend voor zijn vele stuwen en watermolens. Op de Zwalm zelf stonden ooit dertien molens, nu zijn het er zeven. Er werden ook vier automatische stuwen gebouwd (Terbiestmolen, Ijzerkotmolen, Zwalmmolen en Bostmolen). Bij overstromingen kan 50 tot 75.000 m^3 water worden geborgen in een door de gemeente aangelegde visvijver/wachtbekken op de Molenbeek, zijloop van de Zwalm, het zogenaamde Reydtsmeerbekken. In het stroomgebied van de Zwalm worden momenteel bijkomende gecontroleerde overstromingsgebieden aangemaakt.

De Zwalm werd gemodelleerd vanaf de debietmeter in Nederzwalm tot aan de monding in de Bovenschelde. Op dit traject komen geen bijzondere kunstwerken voor.

Ringvaart rond Gent

De Ringvaart rond Gent bestaat uit 3 vakken: het Noordervak, het Westervak en het Zuidervak. Het Noordervak en het Westervak worden van elkaar gescheiden door de stuw en de sluizen van Evergem. Het Westervak en het Zuidervak worden van elkaar gescheiden door de stuw en de sluizen van Merelbeke. Het Westervak maakt deel uit van het 'Groot Pand' rond Gent. Het Noordervak is verbonden met het Kanaal Gent-Terneuzen. Het Zuidervak staat in open verbinding met de Zeeschelde. Het is het enige vak dat (onder normale omstandigheden) aan het getij onderhevig is.

De drie vakken van de Ringvaart rond Gent werden over de volledige lengte gemodelleerd. Ook de stuw-sluis complexen van Merelbeke en Evergem werden in het model opgenomen.

Tabel 4 geeft een overzicht van het streefpeil in de verschillende vakken.

Tabel 4 – Overzicht streefpeilen op Ringvaart rond Gent

Vak	Streefpeil (mTAW)
Noordervak	4,45
Westervak	5,61
Zuidervak	tijgebonden

Afleidingskanaal van de Leie

Het Leiewater wordt afwaarts Deinze grotendeels afgevoerd via het Afleidingskanaal van de Leie. Slechts 1/3 van het water komt in de Toeristische Leie terecht, die een bochtig verloop heeft tot zijn monding in het Westervak van de Ringvaart van Gent nabij Drongen. Het Afleidingskanaal werd gegraven om Gent te vrijwaren van overstromingen. Dit kanaal mondt uit in de voorhaven van Zeebrugge en kruist in de gemeente Merendree in de wijk Schipdonk het Kanaal Gent-Brugge. Het vormt aldus de gemakkelijkste scheepvaartweg vanuit Deinze naar Gent en Brugge.

Het Afleidingskanaal van de Leie bestaat uit 3 vakken: het opwaartse vak tussen Deinze en Schipdonk, het middelste vak tussen Schipdonk en Balgerhoeke en het afwaartse vak tussen Balgerhoeke en Zeebrugge. De eerste twee vakken zijn bevaarbaar, het derde vak wordt enkel gebruikt voor waterafvoer en waterberging.

Het Afleidingskanaal van de Leie werd gemodelleerd vanaf de Leie te Deinze tot aan de monding in de voorhaven van Zeebrugge. Op dit traject liggen de stuwen, sluis en sifons van Schipdonk, de stuw en (voormalige) sluis van Balgerhoeke en de uitwateringsconstructie in Heist.

Tabel 5 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

Tabel 5 – Overzicht streefpeilen op Afleidingskanaal van de Leie

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Stuw en sluis Schipdonk	5,61
Stuw (en sluis) Balgerhoeke	5,00
Uitwatering Heist	3,1 - 3,3 (zomer) / 2,6 - 3,1 (winter)

Kanaal Gent-Oostende

Het Kanaal Gent-Oostende wordt in 2 vakken gescheiden door de Dampoortsluis te Brugge, namelijk het vak Gent-Brugge en het vak Brugge-Oostende. Ook de situatie in Brugge verdient bijzondere aandacht.

Vak Gent-Brugge

Het Kanaal Gent-Brugge kan sinds de realisatie van de keersluis van Beernem tijdens grote wassen in twee panden opgedeeld worden. Het stroomafwaarts pand Beernem-Brugge kan dus ook tijdens wassen op het regelpeil van 5,61 à 5,70 mTAW gehandhaafd blijven, waarbij de keersluis pas gesloten wordt vanaf een waterpeil van 6,00 à 6,10 mTAW. Tot in Beernem kunnen de beken afwateren in het Kanaal Gent-Brugge. Vanaf Oostkamp is dat niet meer het geval omdat ze te laag liggen.

Het vak Gent-Brugge werd over de volledige lengte gemodelleerd. Ook de keersluis van Beernem is in het model opgenomen.

Doortocht Brugge

Het Kanaal Gent-Brugge wordt via de Dampoortsluis verbonden met het Kanaal Brugge-Oostende. Een alternatieve afwatering van het Kanaal Gent-Brugge in het Kanaal Brugge-Oostende gebeurt via de Binnenvest. Stroomopwaarts van de Binnenvest bevindt zich de Keizerinnestuw (aanvoer vanuit Kanaal Gent-Brugge), stroomafwaarts de Guldenvliesstuw (afvoer via de Buitenvest naar het Kanaal Brugge-Oostende).

Het vak Gent-Brugge, het vak Brugge-Oostende, de Binnenvest en de Buitenvest werden in het model opgenomen, met inbegrip van de bijhorende kunstwerken (Dampoortsluis, Keizerinnestuw en Guldenvliesstuw).

Vak Brugge-Oostende

Naast het debiet dat door de Dampoortsluis en de Keizerinnestuw/Guldenvliesstuw naar het Kanaal Brugge-Oostende afgevoerd wordt, wordt er ook nog water van de Nieuwe Polder van Blankenberge afgevoerd. Dit gebeurt door gravitaire lozing van de Jabbeekse beek en de Boterbeek en door bemaling van de Katte, de Steger en Kwetshage-Paddegat. Via het complex te Plassendale kan het kanaalpand in verbinding worden gesteld met het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort, dat uitzonderlijk als buffer wordt ingezet. De afwatering naar zee toe gebeurt via Sas Slijkens te Oostende. De scheepvaart maakt niet langer gebruik van Sas Slijkens, maar verloopt via de Demeysluis. Deze sluis speelt geen rol in het waterbeheer.

Het vak Brugge-Oostende werd over de volledige lengte gemodelleerd. De afwaartse modelrand wordt gevormd door Sas Slijkens in Oostende. De Plassendalesluis en de Demeysluis werden niet in het model opgenomen.

Tabel 6 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

Tabel 6 – Overzicht streefpeilen op Kanaal Gent-Oostende

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Dampoortsluis	5,61
Sas-Slijkens	3,94

Zijlopen Kanaal Gent-Oostende

Hertsbergebeek

De Hertsbergebeek ontspringt ten zuiden van Wingene. Ze stroomt daarna in noordelijke richting en mondt uit in de Rivierbeek te Oostkamp.

De Hertbergebeek werd gemodelleerd vanaf de debietmeter in Oostkamp tot aan de monding in de Rivierbeek. Op dit traject komen geen bijzondere kunstwerken voor.

Rivierbeek

De Rivierbeek ontspringt ten zuidwesten van Oostkamp. Ze stroomt vervolgens in noordoostelijke richting en mondt uit in het Kanaal Gent-Oostende te Oostkamp. De monding kan afgesloten worden door middel van een uitwateringconstructie met hefschuiven. Deze staan normaal altijd open en worden slechts zelden gesloten. Net opwaarts van de monding bevindt zich op de linkeroever een kleine stuw. Onder normale omstandigheden is deze stuw altijd gesloten. Wanneer het niet mogelijk is om te lozen in het Kanaal Gent-Oostende, dan kan deze stuw manueel geopend worden. Het water van de Rivierbeek en de Hertsbergebeek kan dan via de Lijsterbeek naar het Zuidervaartje en het Leopoldkanaal afgevoerd worden.

De Rivierbeek werd gemodelleerd vanaf de debietmeter in Oostkamp tot aan de monding in het Kanaal Gent-Oostende. Op dit traject ligt het verdeelwerk Rivierbeek-Lijsterbeek en de uitwateringsconstructie van de Rivierbeek.

Boterbeek

De Boterbeek is het meest afwaartse deel van een waterloop die grotendeels verdwenen is. Het resterende stroomgebied ligt ten westen van Brugge en heeft een oppervlakte van ongeveer 40 ha. De Boterbeek loost gravitair in het Kanaal Brugge-Oostende via een lozingsconstructie met een terugslagklep.

De Boterbeek werd enkel hydrologisch gemodelleerd.

Jabbeekse beek

De Jabbeekse beek, met een stroomgebied van 2318 ha, loost gravitair in het Kanaal Brugge-Oostende via drie kokers. Iedere koker kan afgesloten worden aan de hand van een schuif. Aan de kanaalkant zijn terugslagkleppen voorzien.

De Jabbeekse beek werd enkel hydrologisch gemodelleerd. De uitwateringsconstructie werd wel in het hydraulisch model opgenomen.

Bemalingsgebieden

De bemalingsgebieden de Katte (oppervlakte 670 ha), de Steger (oppervlakte 1837 ha) en Kwetshage-Paddegat (oppervlakte 3036 ha) slaan via vijzelpompen hun water over in het Kanaal Brugge-Oostende.

De drie poldergemalen werden in het hydraulisch model opgenomen.

Boudewijnkanaal

Het 12 km lange Boudewijnkanaal werd circa 1900 gegraven als verbinding tussen de voorhaven van Zeebrugge en de binnenhaven te Brugge. Dit rechtlijnig kanaal was in 1907 bij de officiële ingebruikname van de haven van Brugge voltooid met een diepte van 8 meter en een breedte aan de waterlijn van 70 meter.

De Visartsluis was de oorspronkelijke zeesluis die het Boudewijnkanaal met de voorhaven verbond via een havengeul. Ze speelt geen rol in het waterbeheer.

De Pierre Vandammesluis (afgewerkt in 1985) verbindt de tijgebonden voorhaven met de tij-ongebonden achterhaven. Naast de sluis ligt een spuiconstructie die toelaat overtollig water vanuit het Boudewijnkanaal in de voorhaven te lozen. In de praktijk wordt deze constructie vooral gebruikt om water vanuit de voorhaven in te laten om het Boudewijnkanaal op peil te houden. Hierdoor is het kanaal momenteel sterk verzilt.

In Brugge wordt het Boudewijnkanaal met het Kanaal Gent-Oostende verbonden door middel van de Boudewijnsluis of Verbindingssluis. Bij hoge waterstanden op het Kanaal Gent-Oostende worden de omloopriolen van de sluis soms opengezet om een beperkt debiet af te leiden naar het Boudewijnkanaal.

Het Boudewijnkanaal werd over de volledige lengte gemodelleerd. De Verbindingssluis in Brugge en de Vandammesluis in Zeebrugge werden in het model opgenomen, de Visartsluis echter niet.

Tabel 7 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

Tabel 7 – Overzicht streefpeilen op Boudewijnkanaal

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Boudewijnsluis / Verbindingssluis	3,94
Vandammesluis en Visartsluis	3,49

Leopoldkanaal

Het Leopoldkanaal is opgedeeld in 2 vakken, van elkaar gescheiden door een klepstuw te Sint-Laureins. De gebieden die aansluiten op het oostelijke deel van het Leopoldkanaal stromen hoofdzakelijk via het Isabellakanaal en het Braakmangeleed af naar de Westerschelde, terwijl de gebieden die op het westelijke deel van het Leopoldkanaal aangesloten zijn, voornamelijk afstromen naar de Noordzee met een gravitaire lozing (indien het zeewaterpeil laag is) in de voorhaven van Zeebrugge. Een noodgemaal te Zeebrugge laat toe om water vanuit het westelijk deel van het Leopoldkanaal over te pompen naar het Afleidingskanaal van de Leie.

Het oostelijke en het westelijke deel van het Leopoldkanaal en de stuw van Sint-Laureins werden in het model opgenomen. Langsheen het westelijke deel werden het noodgemaal van Zeebrugge en de uitwateringsconstructie van Heist ingebouwd. Aan het oostelijke einde werd het Isabellagemaal ingebouwd. Afwaarts van het Isabellagemaal werd een sterk vereenvoudigde weergave van het Isabellakanaal en de Braakmankreek (met de bijhorende uitwatering en pompgemaal naar de Westerschelde) toegevoegd.

Tabel 8 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

Tabel 8 – Overzicht streefpeilen op Leopoldkanaal en Braakman

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Uitwatering Heist	1,5 (zomer) / 1,3 (winter)
Stuw Sint-Laureins	1,4
Uitwatering Braakman	1,9 (zomer) / 1,4 (winter)

Zijlopen Leopoldkanaal

Kerkebeek

De Kerkebeek ontspringt ten zuidwesten van Zedelgem op een hoogte van ongeveer 40 m boven zeeniveau. Ze stroomt daarna in noordoostelijke richting naar Brugge. Net ten zuiden van Brugge monden de Kerkebeek en de Lijsterbeek uit in het Zuidervaartje, dat op zijn beurt uitmondt in het Leopoldkanaal. Onder normale omstandigheden behoort de Kerkebeek dus tot het stroomgebied van het Leopoldkanaal.

Een teveel aan oppervlaktewater uit het stroomgebied van de Kerkebeek en Lijsterbeek kan eventueel via het pompstation van Ketsbrugge verpompt worden naar het Kanaal Brugge-Oostende via de Buitenvest. Vanaf dit gemaal stroomt het water via de Buitenvestingsgracht langs de Guldenvliesstuw naar het Kanaal Brugge-Oostende.

De Kerkebeek werd gemodelleerd vanaf de debietmeter in Loppem tot aan de monding in het Zuidervaartje. Op dit traject bevindt zich een ingebuisd gedeelte met een vuilrooster aan het opwaartse einde. Ook het pompstation van Ketsbrugge werd in het model opgenomen.

Zuidervaartje

Gezien gravitaire afwatering van de waterlopen afwaarts Oostkamp naar het Kanaal Gent-Brugge onmogelijk is, wordt er vanaf de Rivierbeek te Oostkamp een bijkomend afwateringskanaal, het Zuidervaartje, gebruikt. Opwaarts van de sifon van Lappersfort (onder het Kanaal Gent-Brugge) ontvangt het Zuidervaartje ook het water van de Plaatsebeek, de Lijsterbeek en de Kerkebeek. Afwaarts van de sifon van Lappersfort is er de afwatering van de Sint-Trudoledekenpolder. Het Zuidervaartje loost voorbij Damme via een sifon onder het Afleidingskanaal van de Leie in het Leopoldkanaal. Op dezelfde plaats bevindt zich eveneens het pompstation van Oostkerke dat toelaat in de zomer het vervuilde water van het Zuidervaartje over te pompen in het Afleidingskanaal. Bij zware regenval kunnen de pompen niet alle water slikken. Het niet verpompte deel wordt dan voor een groot deel via de sifon onder het Afleidingskanaal naar het Leopoldkanaal afgevoerd.

Het Zuidervaartje werd over de volledige lengte gemodelleerd. Alle kunstwerken (waaronder de sifon van Lappersfort, de stuwbrug aan de Katelijnepoort en de Lurquinstuwbrug in Brugge, de stuwbrug in Damme en de sifon en het pompstation in Oostkerke) werden in het model opgenomen.

Tabel 9 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

Tabel 9 – Overzicht streefpeilen op Zuidervaartje

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Stuwbrug Katelijnepoort	buiten dienst
Lurquinstuwbrug	2,50 (schatting)
Stuwbrug Damme	buiten dienst

Kanaal Gent-Terneuzen

Dit kanaal dat de haven van Gent verbindt met de Westerschelde te Terneuzen is 36 km lang, waarvan 17 km op Belgisch en 18 km op Nederlands grondgebied.

In Terneuzen verbinden 3 sluizen het kanaal met de Westerschelde, met name:

- de Westsluis, voornamelijk gebruikt voor de zeescheepvaart
- de Middensluis
- de Oostsluis, voornamelijk gebruikt voor de binnenscheepvaart

Deze sluizen vormen tevens de scheiding tussen het zoute water in de Westerschelde en het in principe zoete kanaalwater. Er zijn diverse voorzieningen om het binnendringen van zout water in het kanaal ingevolge het schutten te beperken.

Het kanaal staat in verbinding met de Schelde en de Leie via:

- de Tolhuissluis en Tolhuisstuw op het Verbindingskanaal te Gent
- de sluis op de Ringvaart rond Gent te Evergem

Het kanaal wordt overwegend gevoed door de stuw te Evergem. In kleinere mate ook door de Tolhuisstuw via het Verbindingskanaal. Het Verbindingskanaal heeft een vrije doorgang naar het Groot Pand. Bij wassen is dit niet meer mogelijk, aangezien de keersluis K1 (zie Gentse Binnenwateren) dan gesloten is.

Het kanaal staat in open verbinding met het Grootdok en het Sifferdok van de Voorhaven van Gent.

Het Kanaal Gent-Terneuzen werd over de volledige lengte gemodelleerd. Ook het sluizencomplex van Terneuzen werd in het model opgenomen.

Tabel 10 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

Tabel 10 – Overzicht streefpeilen op Kanaal Gent-Terneuzen

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Sluizen Terneuzen	4,45

Zijlopen Kanaal Gent-Terneuzen

Het Kanaal Gent-Terneuzen wordt ook gevoed door een aantal waterlopen die er rechtstreeks in uitmonden, waarvan de Moervaart de belangrijkste is. De stroomgebieden zijn:

Rechteroever:

- Moervaart, Durmekanaal, Zuidlede, Langlede en Stekense Vaart: 24.000 ha
- Havenstraat/Sifferdok (Oostakker): 2.000 ha.

Linkeroever:

- Avrijvaart: 5.900 ha
- Caelene: 600 ha
- Burggravenstroom: 750 ha
- Molenvaardeken: 530 ha

Voor wat betreft de deelbekkens langsheen de linkeroever dient opgemerkt dat de waterafvoer in dit vlakke gebied zeer kunstmatig is en zeker bij laagwater grotendeels in het teken staat van de watertoevoer naar het spaarbekken van het drinkwaterproductiecentrum (WPC) van Kluizen. Het spaarbekken heeft een totale inhoud van 11.400.000 m^3. Om de vooropgestelde drinkwaterproductiecapaciteit van 70.000 m^3/dag (of 0,8 m^3/s) te kunnen bereiken is volgens de drinkwatermaatschappij VMW een totaal drinkwaterwingebied vereist van 28.000 ha. Het aanvoergebied begint met de stroomgebieden van de Poekebeek en van de Kale en Meirebeek die via het 'Duivelsputgemaal' in Vinderhoute onder het Kanaal Gent-Brugge in de richting 't Liefken-De Lieve afvoeren. Het gemaal 'De Lieve' te Waarschoot kan vervolgens het water in het Klein Brakeleiken en Brakeleiken overpompen. Deze laatste loopt tot aan het aanvoergemaal van het WPC Kluizen. De spaarbekkens van het WPC Kluizen worden daarnaast ook nog gevoed door de Burggravenstroom en het bekken van de Avrijevaart (= Sleidingevaardeken, Molenvaardeken, Verbindingsloop en Avrijevaart).

Bij wassen wordt vanwege kwaliteitscriteria geen water opgenomen in het WPC Kluizen. In dergelijke omstandigheden mondt de Poekebeek gewoon uit in het Afleidingskanaal van de Leie, loost het gemaal van Vinderhoute in het Kanaal Gent-Brugge en loost de Lieve maximaal in het Afleidingskanaal via een schuivencomplex in Stoktevijver. Al het resterende water moet via de Avrijevaart en het gemaal 'Spiedam' naar het Kanaal Gent-Terneuzen worden gebracht.

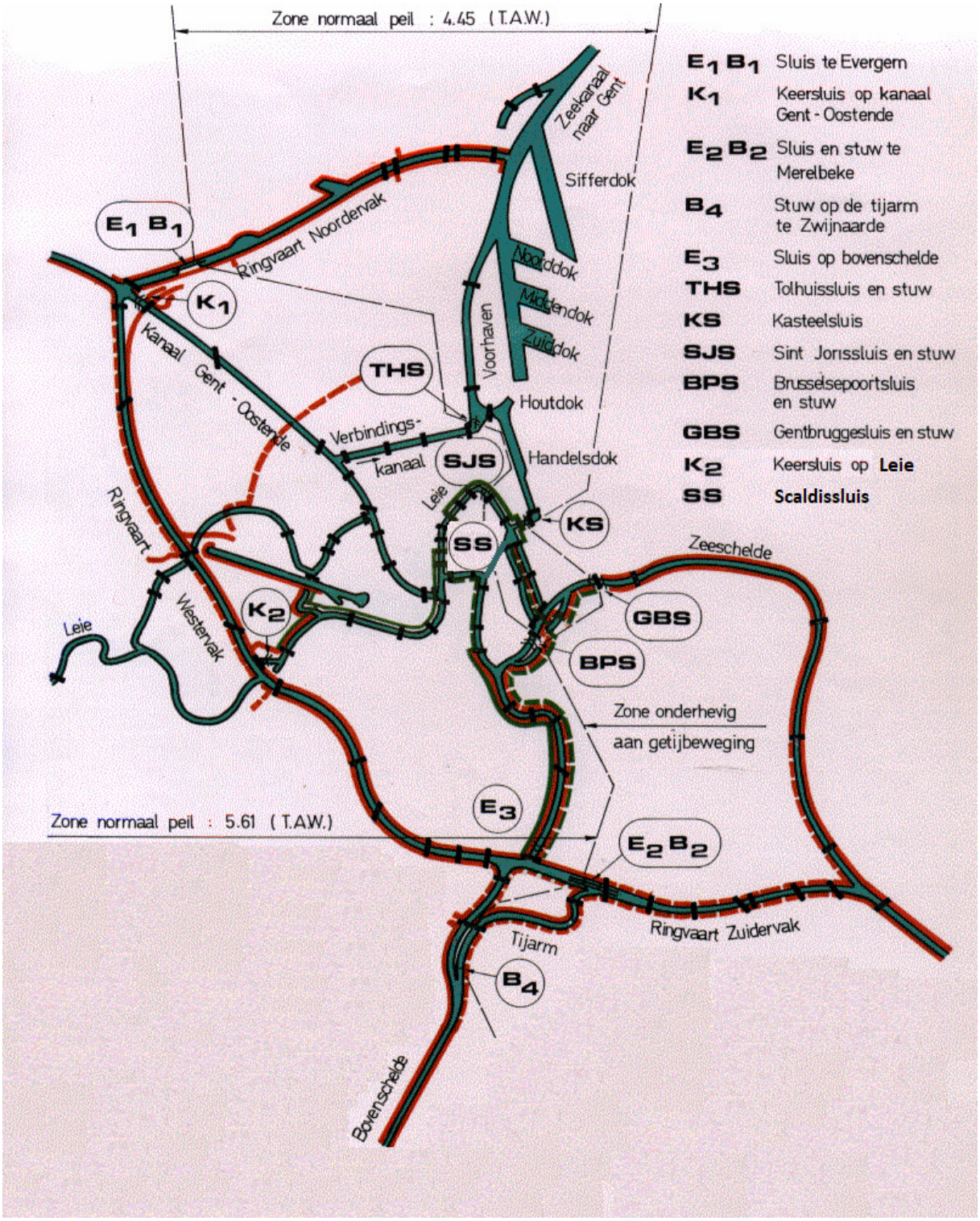
De Moervaart en het Durmekanaal werden gemodelleerd vanaf de dam in Lokeren tot aan de monding in het Kanaal Gent-Terneuzen. Ook het gemaal in Lokeren werd aan het model toegevoegd. De Stekense Vaart werd gemodelleerd vanaf het pompstation van Stekene tot aan de monding in de Moervaart. De Zuidlede werd over de volledige lengte in het model opgenomen. Ze bestaat uit een westelijk en een oostelijk vak. Deze vakken worden van elkaar gescheiden door een aarden dam in Eksaarde.

De zijlopen op de linkeroever van het Kanaal Gent-Terneuzen werden niet expliciet in het model opgenomen, maar de belangrijkste kunstwerken (schuiven Stoktevijver, gemaal De Lieve en gemaal Spiedam) wel.

Gentse Binnenwateren

De waterlopen in en rondom Gent worden schematisch weergegeven in Figuur 173.

Figuur 27 – Waterlopen in en rondom Gent



Deze waterlopen omvatten het meest afwaartse deel van de Leie, een aantal Leiearmen (Arm van Drongen, Studentenleie, Arm van Akkergem, Westelijke Leiearm), het meest afwaartse deel van de Bovenschelde, een aantal Scheldearmen (Muinkschelde, Neerschelde, Visserij, Oostelijke en Westelijke Stropafleiding), het meest oostelijke deel van het Kanaal Gent-Oostende en het meest zuidelijke deel van het Kanaal Gent-Terneuzen. Daarnaast zijn er ook nog een aantal verbindingen tussen de reeds opgesomde waterlopen (Verbindingskanaal, aftakking De Pauw, Ketelvaart) en een aantal dokken.

De Gentse binnenwateren zijn verdeeld in 2 zones met een eigen streefpeil. Het zuidelijke deel heeft hetzelfde streefpeil als het Westervak van de Ringvaart en het Groot Pand (5,61 mTAW). Het noordelijke deel heeft hetzelfde streefpeil als het Noordervak van de Ringvaart en het Kanaal Gent-Terneuzen (4,45 mTAW). De verschillende zones worden van elkaar en van de getijwateren gescheiden door een aantal stuwen en sluizen. De Tolhuissluis en -stuw, de Sint-Jorissluis en -stuw, de Brusselsepoortsluis en -stuw en de Scaldissluis vormen de overgang tussen de noordelijke en de zuidelijke zone. De Gentbruggesluis en -stuw vormden ooit de verbinding tussen de noordelijke zone en de tijgebonden Zeeschelde, maar zijn momenteel buiten gebruik. De Kasteelsluis staat altijd open.

Via de keersluizen K1 en K2 en de sluis E3 wordt een beperkte hoeveelheid water binnengelaten om de binnenwateren te verversen. Het overtollige water stroomt vervolgens via de Tolhuisstuw naar het Kanaal Gent-Terneuzen. Bij een dreigende was worden de kunstwerken K1, K2 en E3 gesloten om de binnenstad te beschermen tegen wateroverlast.

Alle waterlopen getoond in Figuur 26 werden in het model opgenomen. Ze werden ruw geschematiseerd op basis van een zeer beperkt aantal gegevens. Dit deelmodel is, in zijn huidige vorm, dan ook nog niet geschikt voor detailstudies.

Tabel 11 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

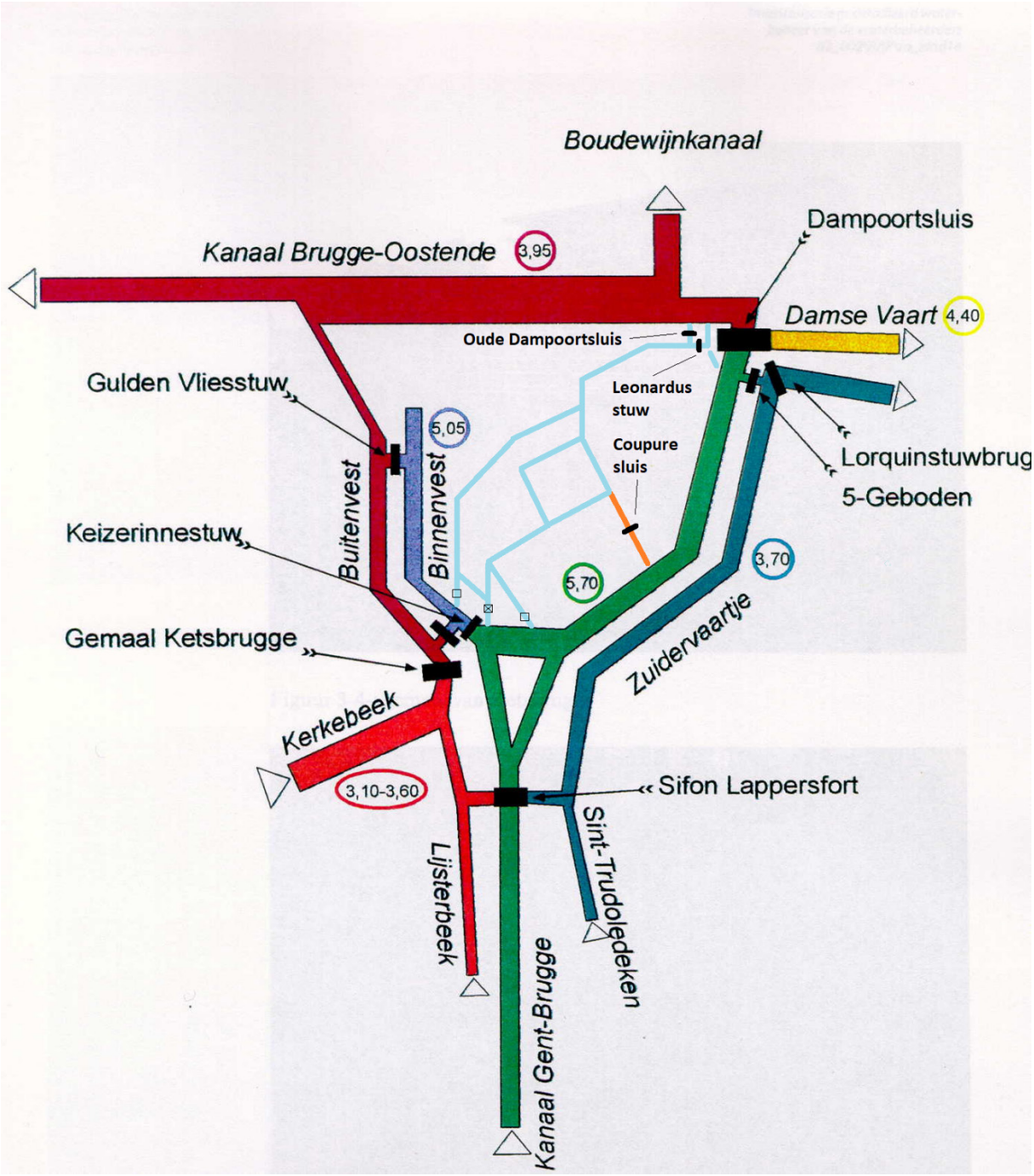
Tabel 11 – Overzicht streefpeilen op de Gentse Binnenwateren

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Tolhuissluis en -stuw	5,61
Sint-Jorissluis en -stuw	5,61
Scaldissluis	geen peilregeling
Kasteelsluis	geen peilregeling
Brusselsepoortsluis en -stuw	5,61
Gentbruggesluis en -stuw	buiten dienst

Brugse Binnenwateren

De waterlopen in en rondom Brugge worden schematisch weergegeven in Figuur 28.

Figuur 28 – Waterlopen in en rondom Brugge



Het centrum van Brugge wordt doorkruist door de Reien. Deze vangen het overtollige regenwater op en voeren het af naar het Kanaal Brugge-Oostende. Aan het opwaartse einde kunnen de Reien gevoed worden door middel van twee inlaten (’t Speytje en het Bakkersspeytje). Deze kunnen een beperkte hoeveel water binnenlaten om de verversing van de Reien tijdens droogweerperioden te verzekeren. De derde inlaat (het Sashuis / de Minnewaterstuw op het Minnewater) is niet langer in gebruik en is permanent afgesloten. Aan het afwaartse einde wordt het waterpeil gecontroleerd door de Leonardusstuw. De Reien zijn verbonden met het Kanaal Gent-Brugge via de Coupure en de Coupuresluis en met het Kanaal Brugge-Oostende via de Oude Dampoortsluis.

Slechts een klein deel van de Brugse binnenwateren werd gemodelleerd, namelijk de Coupure en de Reien tussen de Coupure en de Leonardusstuw (Sint-Annarei en Langerei). Ook de Coupuresluis, de Leonardusstuw en de Oude Dampoortsluis werden in het model opgenomen.

Tabel 11 geeft een overzicht van het streefpeil ter hoogte van de verschillende kunstwerken.

Tabel 11 – Overzicht streefpeilen op de Brugse Binnenwateren

Kunstwerk	Streefpeil (mTAW)
Keizerinnestuw	5,61
Guldenvliesstuw	5,05
Leonardusstuw	4,62

Zeeschelde

De Zeeschelde is het tijgebonden deel van de Schelde tussen Gent en de Belgisch-Nederlandse grens. Het meest opwaartse deel, tussen Gentbrugge en het Zuidervak van de Ringvaart, wordt soms ook aangeduid als ‘Oude Schelde’.

In het kader van het ‘Sigmaplan’ worden langsheen de Zeeschelde en haar zijlopen gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG) aangelegd en worden een aantal gebieden ontpolderd. Tussen Gent en Dendermonde bevinden zich vier GOG’s: Wijmeers, Bergenmeersen, Paardenweide en Scheldebroek. GOG Bergenmeersen ligt op de rechteroever, de drie andere GOG’s liggen op de linkeroever. Langsheen de Oude Schelde ligt de ontpoldering van Heusden. Deze bevindt zich op de linkeroever. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de GOG’s en de ontpoldering wordt verwezen naar de beschrijving van het model van de Zeeschelde (Coen et al., 2018). In Tabel 12 wordt enkel de hoogte van de overloopdijken van de GOG’s opgesomd. De overloopdijk van het GOG Wijmeers bestaat uit twee delen met een verschillende hoogte.

De Zeeschelde werd gemodelleerd van Gentbrugge tot aan de tijpost in Dendermonde. De GOG’s en de ontpoldering werden eveneens in het model opgenomen. De toevoeging van de Zeeschelde heeft enkel tot doel een goede randvoorwaarde voor de Bovenschelde en de Ringvaart te creëren. Voor de studie van de Zeeschelde dient steeds gebruik gemaakt te worden van het model van de Zeeschelde.

Tabel 12 – Overloopdijken GOG's

GOG	Kruinpeil (mTAW)
Wijmeers (opwaarts)	7,05
Wijmeers (afwaarts)	6,70
Bergenmeersen	6,40
Paardenweide	6,20
Scheldebroek	6,30

2.2.3 Kunstwerken

In de volgende paragrafen worden de belangrijkste kunstwerken kort beschreven. Van elk kunstwerk worden de belangrijkste onderdelen en de hoofdafmetingen gegeven. Ze werden gerangschikt per waterloop en, waar mogelijk, van opwaarts naar afwaarts.

De beschrijvingen geven de situatie rond 2015 weer. Op een aantal sites (bv Kerkhove, Harelbeke, Sint-Baafs-Vijve, Terneuzen, …) zijn renovaties of nieuwbouw gaande of gepland.

Leie

Stuw en sluis op de Lys te Armentières

De stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een hefdeur (14,0 m breed) onderaan en een regelklep (13,32 m breed) bovenaan.

Figuur 29 – Stuw op de Lys te Armentières (afwaarts) (bron: VNF)



De sluis is 85 m lang, 8 m breed en heeft een verval van 1,14 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 30 – Sluis op de Lys te Armentières (opwaarts) (bron: VNF)



Stuw en sluis op de Lys te Comines

De stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een hefdeur (12,5 m breed) onderaan en een regelklep (10,0 m breed) bovenaan.

Figuur 31 – Stuw op de Lys te Comines (afwaarts) (bron: epaulard59)



De sluis is 195 m lang, 12,4 m breed en heeft een verval van 1,35 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 32 – Sluis op de Lys te Comines (opwaarts) (bron: goedroen)



Stuw en sluis op de Leie te Menen

De stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een segmentklep (12,5 m breed) onderaan en een regelklep (10,3 m breed) bovenaan.

Figuur 33 – Stuw op de Leie te Menen (afwaarts) (bron: DVW)



De sluis is 195 m lang, heeft een breedte van 12,5 m en een verval van 1,71 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 34 – Sluis op de Leie te Menen (opwaarts) (bron: DVW)



Stuw en sluis op de Leie te Harelbeke

De oude stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een hefdeur (12,5 m breed) onderaan en een regelklep (10,0 m breed) bovenaan. Er is een nieuwe stuw in aanbouw.

Figuur 35 – Stuw op de Leie te Harelbeke (afwaarts) (bron: DVW)



De oude sluis is 195 m lang, heeft een breedte van 12,5 m en een verval van 2,12 m. Ze is uitgerust met een hefdeur aan de opwaartse zijde en een puntdeur aan de afwaartse zijde. Er is een nieuwe sluis in aanbouw.

Figuur 36 – Sluis op de Leie te Harelbeke (opwaarts) (bron: DVW)



Stuw en sluizen op de Leie te Sint-Baafs-Vijve

De stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een hefdeur (12,5 m breed) onderaan en een regelklep (10,0 m breed) bovenaan.

Figuur 37 – Stuw op de Leie te Sint-Baafs-Vijve (afwaarts) (bron: DVW)



De oude sluis is 43 m lang, heeft een breedte van 6 m en een verval van 2,39 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 38 – Oude sluis op de Leie te Sint-Baafs-Vijve (opwaarts) (bron: DVW)



De nieuwe sluis is 136 m lang, heeft een breedte van 16 m en een verval van 2,39 m. Ze is uitgerust met een hefdeur aan de opwaartse zijde en een puntdeur aan de afwaartse zijde.

Figuur 39 – Nieuwe sluis op de Leie te Sint-Baafs-Vijve (opwaarts) (bron: DVW)



Stuw en sluis op de Leie te Astene

De stuw bestaat uit 3 openingen. Elke opening was vroeger uitgerust met schotbalken (5,25 m breed). De stuw is momenteel buiten dienst. De schotbalken werden verwijderd en is er vrije stroming doorheen de openingen.

Figuur 40 – Stuw op de Leie te Astene (afwaarts) (bron: DVW)



De sluis is 42,2 m lang en heeft een breedte van 5,2 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden. De sluis is momenteel buiten dienst. De deuren staan altijd open en er is geen verval meer.

Figuur 41 – Sluis (links) en stuw op de Leie te Astene (opwaarts) (bron: DVW)



Zijlopen Leie - Frankrijk

Stuw en sluis op de Deûle te Don

De stuw bestaat uit 6 rechthoekige (1,26 m x 0,83 m) hevels, gegroepeerd in 3 paren. Elk paar is voorzien van een regelklep die bepaalt wanneer de hevels aanslaan.

Figuur 42 – Stuw op de Deûle te Don (afwaarts) (bron: VNF)



De sluis is 146 m lang, 12 m breed en heeft een verval van 2,8 m. Ze is uitgerust met segmentdeuren aan de opwaartse zijde en een hefdeur aan de afwaartse zijde.

Figuur 43 – Sluis op de Deûle te Don (opwaarts) (bron: VNF)



Stuw en sluis op de Deûle te Grand-Carré

De stuw bestaat uit 2 rechthoekige (3,4 m x 3,5 m) langsriolen, die aan de afwaartse zijde afgesloten worden door 4 schuiven (elk 1,51 m breed).

Figuur 44 – Stuw (links) en sluis op de Deûle te Grand-Carré (afwaarts) (bron: L. Vaillant)



De sluis is 145 m lang, 12 m breed en heeft een verval van 3,96 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 45 – Sluis op de Deûle te Grand-Carré (afwaarts) (bron: VNF)



Stuw en sluis op de Deûle te Quesnoy

De nieuwe (2009) stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een vlakke klep (8,4 m breed).

Figuur 46 – Stuw op de Deûle te Quesnoy (afwaarts) (bron: VNF)



De sluis is 110 m lang, 12 m breed en heeft een verval van 3,19 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 47 – Sluis op de Deûle te Quesnoy (bron: VNF)



Stuw en sluis op de Marque te Marquette-Lez-Lille

De stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een vlakke klep (3,97 m breed).

Figuur 48 – Stuw op de Marque te Marquette-Lez-Lille (afwaarts) (bron: C. Wonville)



De sluis is 41 m lang, 5,2 m breed en heeft een verval van 1,21 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 49 – Sluis op de Marque te Marquette-Lez-Lille (opwaarts) (bron: La Voix du Nord)



Zijlopen Leie - Vlaanderen

Stuw 2 op de Mandel te Wielsbeke

De stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een vlakke klep (5,75 m breed).

Figuur 50 – Stuw 2 op de Mandel te Wielsbeke (afwaarts) (bron: Google StreetView)



Stuw 1 op de Mandel te Dentergem

De stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een vlakke klep (5,75 m breed).

Figuur 51 – Stuw 1 op de Mandel te Dentergem (afwaarts) (bron: Google StreetView)



Stuw 1 op de Gaverbeek te Sint-Eloois-Vijve

De stuw bestaat uit 1 opening. Deze opening is uitgerust met een vlakke klep (precieze breedte onbekend).

Figuur 52 – Stuw 1 op de Gaverbeek te Sint-Eloois-Vijve (afwaarts) (bron: DVW)



Bovenschelde

Stuw en sluis op de Bovenschelde te Kerkhove

De stuw bestaat uit 1 opening. Deze opening is uitgerust met een hefdeur (18 m breed) onderaan en een regelklep (10 m breed) bovenaan. Er is een nieuwe stuw met vispassage in aanbouw.

Figuur 53 – Stuw op de Bovenschelde te Kerkhove (afwaarts) (bron: DVW)



De sluis is 125 m lang, 14 m breed en heeft een verval van 1,35 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden en een derde paar puntdeuren tussenin.

Figuur 54 – Sluis op de Bovenschelde te Kerkhove (opwaarts) (bron: DVW)



Stuwen, sluis en visnevengeul op de Bovenschelde te Oudenaarde

De oude stuw bestaat uit 1 opening. Deze opening is uitgerust met een hefdeur (18 m breed) onderaan en een regelklep (10 m breed) bovenaan. De stuw is buiten dienst en de regelklep staat op de hoogste stand. In geval van nood kan de stuw nog manueel bediend worden.

Figuur 55 – Oude stuw op de Bovenschelde te Oudenaarde (afwaarts) (bron: DVW)



De nieuwe stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een segmentklep (12,5 m breed) onderaan en een regelklep (10,3 m breed) bovenaan.

Figuur 56 – Nieuwe stuw op de Bovenschelde te Oudenaarde (afwaarts) (bron: DVW)



De sluis is 125 m lang, 14 m breed en heeft een verval van 1,86 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden en een derde paar puntdeuren tussenin.

Figuur 57 – Sluis op de Bovenschelde te Oudenaarde (opwaarts) (bron: DVW)



De visnevengeul kan aan de opwaartse zijde afgesloten worden d.m.v. een schuif (13,5 m breed).

Figuur 58 – Visnevengeul op de Bovenschelde te Oudenaarde (opwaarts) (bron: DVW)



Stuwen, sluis en visnevengeul op de Bovenschelde te Asper

De oude stuw bestaat uit 1 opening. Deze opening is uitgerust met een hefdeur (18 m breed) onderaan en een regelklep (10 m breed) bovenaan. De stuw is buiten dienst en de regelklep staat op de hoogste stand. In geval van nood kan de stuw terug in werking gesteld worden.

Figuur 59 – Oude stuw op de Bovenschelde te Asper (afwaarts) (bron: DVW)



De nieuwe stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een segmentklep (12,5 m breed) onderaan en een regelklep (10,3 m breed) bovenaan.

Figuur 60 – Nieuwe stuw op de Bovenschelde te Asper (afwaarts) (bron: DVW)



De sluis is 125 m lang, 14 m breed en heeft een verval van 2,64 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden en een derde paar puntdeuren tussenin.

Figuur 61 – Sluis op de Bovenschelde te Asper (opwaarts) (bron: DVW)



De visnevengeul kan aan de opwaartse zijde afgesloten worden d.m.v. een schuif (13,5 m breed).

Figuur 62 – Visnevengeul op de Bovenschelde te Asper (opwaarts) (bron: DVW)



Zijlopen Bovenschelde

Gemaal op de Scheldemeersen te Melden

Het gemaal is uitgerust met 4 vijzels. De precieze capaciteit is niet bekend (ongeveer 2 à 3 m^3/s).

Figuur 63 – Gemaal op de Scheldemeersen te Melden (opwaarts) (bron: DVW)



Tijarm

Stuw op de Tijarm te Zwijnaarde

De stuw (B4) bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met 2 segmentkleppen (12,5 m breed) boven elkaar.

Figuur 64 – Stuw B4 op de Tijarm te Zwijnaarde (afwaarts) (bron: DVW)



Ringvaart rond Gent

Stuw en sluizen op de Ringvaart rond Gent te Evergem

De stuw (B1) bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een segmentklep (9 m breed).

Figuur 65 – Stuw B1 op de Ringvaart rond Gent te Evergem (opwaarts) (bron: DVW)



De oude sluis (E1-B1) is 136 m lang, 16 m breed en heeft een verval van 1,16 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan de opwaartse zijde en een hefdeur aan de afwaartse zijde.

Figuur 66 – Oude sluis E1-B1 op de Ringvaart rond Gent te Evergem (opwaarts) (bron: DVW)



De nieuwe sluis (E1) is 230 m lang, 25 m breed en heeft een verval van 1,16 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden en een derde paar puntdeuren tussenin.

Figuur 67 – Nieuwe sluis E1 op de Ringvaart rond Gent te Evergem (opwaarts) (bron: DVW)



Stuw en sluizen op de Ringvaart rond Gent te Merelbeke

De stuw (B2) bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met 2 segmentkleppen (12,5 m breed) boven elkaar.

Figuur 68 – Stuw B2 op de Ringvaart rond Gent te Merelbeke (afwaarts) (bron: DVW)



De twee identieke sluizen (E2) zijn 180 m lang en 18 m breed. Het verval varieert met het getij op de Zeeschelde. Ze zijn uitgerust met hefdeuren aan beide zijden. Tijdens extreme wassen kan sluis 2 ook ingezet worden voor waterafvoer.

Figuur 69 – Sluizen E2 op de Ringvaart rond Gent te Merelbeke (afwaarts) (bron: DVW)



Zijlopen Ringvaart rond Gent

Sifon 1 onder de Ringvaart rond Gent

De sifon (onder het Westervak) bestaat uit 1 rechthoekige (1 m x 1 m) koker.

Figuur 70 – Sifon 1 onder de Ringvaart rond Gent (linkeroever) (bron: DVW)



Sifon 2 onder de Ringvaart rond Gent

De sifon (onder het Westervak) bestaat uit 1 rechthoekige (1 m x 1 m) koker.

Figuur 71 – Sifon 2 onder de Ringvaart rond Gent (rechteroever) (bron: DVW)



Sifon 3 onder de Ringvaart rond Gent

De sifon (onder het Westervak) bestaat uit 1 rechthoekige (1 m x 1 m) koker.

Figuur 72 – Sifon 3 onder de Ringvaart rond Gent (linkeroever) (bron: DVW)



Sifon 4 onder de Ringvaart rond Gent

De sifon (onder het Westervak) bestaat uit 1 rechthoekige (1 m x 1 m) koker.

Figuur 73 – Sifon 4 onder de Ringvaart rond Gent (rechteroever) (bron: DVW)



Afleidingskanaal van de Leie

Stuw, sluis en sifons op het Afleidingskanaal van de Leie te Schipdonk

De stuw bestaat uit 2 openingen aan weerszijden van de sluis. Elke opening is uitgerust met een schuif (6,06 m breed).

Figuur 74 – Stuwen (zijden) en sluis (midden) op het Afleidingskanaal van de Leie te Schipdonk (afwaarts) (bron: DVW)



De sluis is 42 m lang, 6,1 m breed en heeft een verval van 0,61 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden. Tijdens extreme wassen kan de sluis ook ingezet worden voor waterafvoer. Het bovenhoofd wordt dan tijdelijk omgevormd tot een balkenstuw.

Figuur 75 – Sluis op het Afleidingskanaal van de Leie te Schipdonk (afwaarts) (bron: DVW)



De sifon bestaat uit 6 parallelle, cirkelvormige (1,8 m diameter) kokers. Elke koker kan afgesloten worden d.m.v. een schuif aan de opwaartse zijde.

Figuur 76 – Sifons op het Afleidingskanaal van de Leie te Schipdonk (opwaarts) (bron: DVW)



Stuw en sluis op het Afleidingskanaal van de Leie te Balgerhoeke

De stuw bestaat uit 2 openingen. Elke opening is uitgerust met een segmentklep (7,88 m breed).

Figuur 77 – Stuw op het Afleidingskanaal van de Leie te Balgerhoeke (opwaarts) (bron: DVW)



De sluis is 42 m lang en 6,1 m breed. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden. De sluis is buiten dienst en de deuren staan altijd open. Het benedenhoofd werd permanent omgevormd tot een balkenstuw.

Figuur 78 – Stuw in voormalige sluis op het Afleidingskanaal van de Leie te Balgerhoeke (afwaarts) (bron: DVW)



Uitwatering van het Afleidingskanaal van de Leie te Heist

De uitwatering bestaat uit 2 parallelle kokers (elk ongeveer 20 m breed en ongeveer 900 m lang). Elke koker kan afgesloten worden d.m.v. 3 parallelle schuiven (elk 5 m breed).

Figuur 79 – Uitwatering van het Afleidingskanaal van de Leie (2 kokers links) te Heist (opwaarts) (bron: INBO)



Zijlopen Afleidingskanaal van de Leie

Stuw en sifon op de Poekebeek te Nevele

De sifon bestaat uit 3 cirkelvormige (2 x 1,2 m en 1 x 1,6 m diameter) kokers. Net afwaarts van de inlaat van de sifon staat een stuw met een vlakke klep (9,84 m breed). Als de stuw opgericht wordt, dan stroomt het water van de Poekebeek door de sifon naar de Oude Kale. Als de stuw gestreken wordt, dan stroomt het naar het Afleidingskanaal van de Leie.

Figuur 106 – Sifon (opwaarts) en stuw (afwaarts) op de Poekebeek te Nevele (bron: Natuurpunt)



Schuiven op de Lieve te Zomergem (Stoktevijver)

De uitwatering is voorzien van 2 terugslagkleppen aan de afwaartse zijde en 2 schuiven aan de opwaartse zijde. De schuiven staan normaal open. Ze worden gesloten wanneer het gemaal 'De Lieve' actief is.

Figuur 80 – Schuiven op de Lieve te Zomergem (opwaarts) (bron: DVW)



Gemaal De Lieve op de Lieve te Waarschoot

Het gemaal 'De Lieve' kan water vanuit de Lieve naar het spaarbekken van Kluizen verpompen. Het is uitgerust met 3 pompen, elk met een capaciteit van 1 m^3/s.

Figuur 81 – Gemaal op de Lieve te Waarschoot (bron: VMM)



Kanaal Gent-Oostende

Keersluis en stuw op het Kanaal Gent-Oostende te Beernem

De keersluis is uitgerust met een hefdeur (16 m breed) en de stuw met een segmentklep (9 m breed). Onder normale omstandigheden staan beiden volledig open. Bij extreme wassen wordt de hefdeur gesloten en beperkt de stuw de doorvoer naar Brugge.

Figuur 82 – Keersluis (links) en stuw (rechts) op het Kanaal Gent-Oostende te Beernem (opwaarts) (bron: DVW)



Dampoortsluis op het Kanaal Gent-Oostende te Brugge

De sluis verbindt het Kanaal Gent-Brugge, het Kanaal Brugge-Oostende en de Damse Vaart. Ze heeft de vorm van een halve cirkel met een lengte van 91 m en een variabele breedte (12 m of meer). Ze is uitgerust met puntdeuren aan de 3 zijden. Tijdens extreme wassen wordt ze ingezet om te spuien d.m.v. de 4 rechthoekige (1,3 m x 1 m) verlaten van de opwaartse deuren.

Figuur 83 – Dampoortsluis op het Kanaal Gent-Oostende te Brugge (opwaarts) (bron: DVW)



Uitwatering Sas Slijkens op het Kanaal Gent-Oostende te Oostende

De uitwatering bestaat uit 3 voormalige sluizen. 2 Sluizen werden omgebouwd tot spuivoorziening door de installatie van hefdeuren (respectievelijk 4,10 en 4,85 m breed) in de sluishoofden. Daarnaast worden ook de 4 langsriolen (dwarssectie 3,85 m^2 per riool) gebruikt om te spuien. De langsriolen worden afgesloten door schuiven.

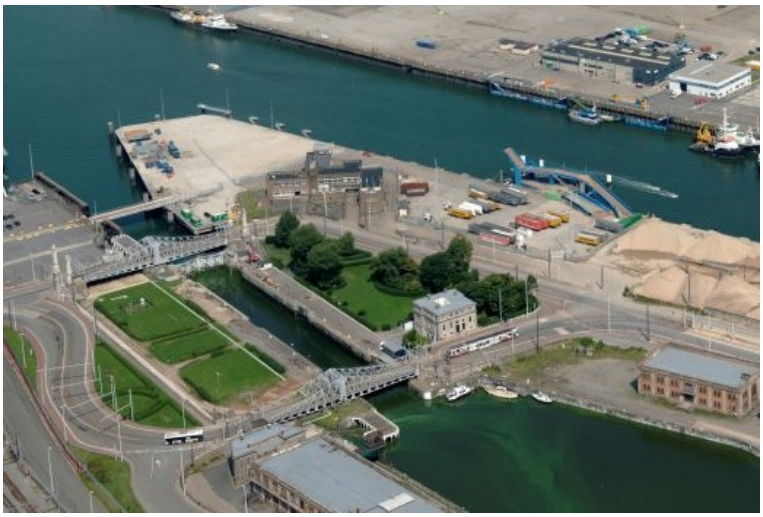
Figuur 84 – Sas Slijkens op het Kanaal Gent-Oostende te Oostende (opwaarts) (bron: DVW)



Demeysluis op het Kanaal Gent-Oostende te Oostende

De sluis is 178 m lang en 18 m breed. Het verval varieert met het getij op de Noordzee. De sluis is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden. Ze speelt geen rol bij de afvoer van wassen.

Figuur 85 – Demeysluis op het Kanaal Gent-Oostende te Oostende (bron: Port of Oostende)



Zijlopen Kanaal Gent-Oostende

Sifon en Duivelsputgemaal op de Kale te Vinderhoute

De sifon bestaat uit 2 rechthoekige (2,5 x 2 m) kokers. De sifon laat toe het water van de Oude Kale gravitair af te voeren naar de Nieuwe Kale.

Het gemaal is uitgerust met 5 pompen, elk met een capaciteit van 1 m^3/s. Het laat toe het water van de Oude Kale op te pompen naar het Kanaal Gent-Oostende (bij was) of naar de Lieve (voor opslag in het spaarbekken van Kluizen).

Figuur 86 – Gemaal op de Kale te Vinderhoute (bron: VMM)



Uitwatering van de Rivierbeek te Oostkamp

De uitwatering bestaat uit 3 rechthoekige (3 m x 3 m) openingen. Zij kunnen aan de opwaartse zijde afgesloten worden met schuiven. De schuiven staan normaal altijd open.

Figuur 87 – Uitwatering van de Rivierbeek te Oostkamp (opwaarts) (bron: DVW)



Verdeelwerk Rivierbeek-Lijsterbeek te Oostkamp

Het verdeelwerk bestaat uit 3 gewelfvormige openingen (afmetingen onbekend). Zij kunnen aan de opwaartse zijde afgesloten worden met schuiven. De schuiven staan normaal altijd dicht.

Figuur 88 – Verdeelwerk Rivierbeek-Lijsterbeek te Oostkamp (opwaarts) (bron: DVW)



Vuilrooster op de Kerkebeek te Brugge Sint-Michiels

Het meest afwaartse deel van de Kerkebeek is overwelfd. Aan de ingang van deze overwelving staat een vuilrooster.

Figuur 89 – Vuilrooster op de Kerkebeek te Brugge Sint-Michiels (bron: VMM)



Gemaal Ketsbrugge op de Kerkebeek te Brugge

Het gemaal is uitgerust met 3 pompen, elk met een capaciteit van 4 m^3/s. Daarvan kunnen er maximaal 2 tegelijk ingezet worden.

Figuur 90 – Gemaal op de Kerkebeek te Brugge Ketsbrugge (opwaarts) (bron: DVW)



Gemaal op de Hoofdsloot te Oostkamp

Het gemaal is uitgerust met 2 vijzels, elk met een capaciteit van 0,58 m^3/s.

Figuur 91 – Gemaal op de Hoofdsloot te Oostkamp (opwaarts) (bron: Onroerend Erfgoed)



Sifon 5 Geboden te Brugge

De sifon bestaat uit meerdere delen met sterk verschillende afmetingen. Het centrale gedeelte bestaat uit 5 vierkante (ongeveer 1 m x 1 m) kokers. De sifon laat toe het Zuidervaartje te verbinden met het afwaartse pand van het Kanaal Gent-Oostende. Aan de oostelijke zijde kan de sifon afgesloten worden d.m.v. 2 schuiven. Onder normale omstandigheden staan de schuiven altijd dicht.

Figuur 92 – Sifon 5 geboden onder het Kanaal Gent-Oostende te Brugge (opwaarts) (bron: DVW)



Gemaal De Katte langs het Kanaal Brugge-Oostende te Zuienkerke

Het gemaal is uitgerust met 2 vijzels, elk met een capaciteit van 1 m^3/s.

Figuur 93 – Gemaal de Katte op de rechteroever van het Kanaal Brugge-Oostende te Zuienkerke (opwaarts) (bron: DVW)



Gemaal De Steger langs het Kanaal Brugge-Oostende te Stalhille

Het gemaal is uitgerust met 3 vijzels, elk met een capaciteit van 1,1 m^3/s.

Figuur 94 – Gemaal de Steger op de rechteroever van het Kanaal Brugge-Oostende te Stalhille (opwaarts) (bron: DVW)



Gemaal Kwetshage-Paddegat langs het Kanaal Brugge-Oostende te Jabbeke

Het gemaal is uitgerust met 3 vijzels, elk met een capaciteit van 1,2 m^3/s.

Figuur 95 – Gemaal Kwetshage-Paddegat op de linkeroever van het Kanaal Brugge-Oostende te Jabbeke (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon Kwetshage onder het Kanaal Brugge-Oostende te Jabbeke

De sifon bestaat uit 2 rechthoekige (2 m x 2 m) kokers.

Figuur 96 – Sifon Kwetshage onder het Kanaal Brugge-Oostende te Jabbeke (bron: DVW)



Sifon Paddegat onder het Kanaal Brugge-Oostende te Stalhille

De sifon bestaat uit 2 rechthoekige (2 m x 2 m) kokers.

Figuur 97 – Sifon Paddegat onder het Kanaal Brugge-Oostende te Jabbeke (bron: DVW)



Zuidervaartje

Noodpomp Vaartdijk op het Zuidervaartje te Brugge

De noodpomp heeft een capaciteit van 1 m^3/s.

Figuur 98 – Noodpomp Vaartdijk op het Zuidervaartje te Brugge (bron: DVW)



Sifon Lappersfort op het Zuidervaartje te Brugge

De sifon bestaat uit 3 rechthoekige (5 m x 2 m) kokers. Aan de opwaartse zijde bevinden zich vuilroosters met roosterreinigers.

Figuur 99 – Sifon Lappersfort op het Zuidervaartje te Brugge (opwaarts) (bron: DVW)



Stuwbrug Katelijnepoort op het Zuidervaartje te Brugge

De stuwbrug bestaat uit 4 openingen (elk 3,1 m breed) die afgesloten kunnen worden met schuiven. De schuiven staan normaal altijd open.

Figuur 100 – Stuwbrug Katelijnepoort op het Zuidervaartje te Brugge (opwaarts) (bron: DVW)



Lurquinstuwbrug op het Zuidervaartje te Brugge

De stuwbrug bestaat uit 3 openingen (elk minder dan 4 m breed). Elke opening is uitgerust met een vaste balkenstuw.

Figuur 101 – Lurquinstuwbrug op het Zuidervaartje te Brugge (opwaarts) (bron: DVW)



Stuwbrug op het Zuidervaartje te Damme

De stuwbrug bestaat uit 3 openingen (elk 3,2 m breed) die afgesloten kunnen worden met schuiven. De schuiven staan normaal altijd open.

Figuur 102 – Stuwbrug op het Zuidervaartje te Damme (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon en gemaal op het Zuidervaartje te Oostkerke

De sifon bestaat uit 6 rechthoekige (2 m x 2,5 m) kokers. Hij laat toe het water van het Zuidervaartje gravitair te lozen in het Leopoldkanaal.

Het gemaal is uitgerust met 2 pompen, elk met een capaciteit van 1 m^3/s. Het laat toe het water van het Zuidervaartje op te pompen naar het Afleidingskanaal van de Leie.

Figuur 103 – Sifon (links) en gemaal (rechts) op het Zuidervaartje te Oostkerke (opwaarts) (bron: DVW)



Boudewijnkanaal

Verbindingssluis / Boudewijnsluis op het Boudewijnkanaal te Brugge

De sluis is 125 m lang, 12 m breed en heeft een verval van 0,55 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden. De omloopriolen worden soms gebruikt voor het lozen van overtollig water uit het Kanaal Gent-Oostende.

Figuur 104 – Verbindingssluis op het Boudewijnkanaal te Brugge (opwaarts) (bron: DVW)



Vandammesluis in de haven van Zeebrugge

De sluis is 500 m lang en 57 m breed. Het verval varieert met het getij op de Noordzee. De sluis is uitgerust met roldeuren aan beide zijden. Ten westen van de sluis bevindt zich een spuivoorziening. Deze bestaat uit 3 rechthoekige (3,5 m x 3 m) kokers, die afgesloten kunnen worden met 3 schuiven.

Figuur 105 – Vandammesluis in de haven van Zeebrugge (opwaarts) (bron: aMT)



Visartsluis in de haven van Zeebrugge

De sluis is 210 m lang en 20 m breed. Het verval varieert met het getij op de Noordzee. De sluis is uitgerust met roldeuren aan beide zijden. Ze speelt geen rol bij de afvoer van wassen.

Figuur 106 – Visartsluis in de haven van Zeebrugge (opwaarts) (bron: Vlaams Parlement)



Leopoldkanaal

Stuw op het Leopoldkanaal te Sint-Laureins

De stuw bestaat uit 1 opening. Deze opening is uitgerust met een vlakke klep (10 m breed).

Figuur 107 – Stuw op het Leopoldkanaal te Sint-Laureins (bron: VMM)



Noodgemaal op het Leopoldkanaal te Zeebrugge

Het gemaal is uitgerust met 2 vijzels, elk met een capaciteit van 5 m^3/s.

Figuur 108 – Noodgemaal op het Leopoldkanaal te Zeebrugge (opwaarts) (bron: DVW)



Uitwatering Leopoldkanaal te Heist

De uitwatering bestaat uit 1 koker (ongeveer 20 m breed en 900 m lang). Deze koker kan afgesloten worden d.m.v. 3 parallelle schuiven (elk 5 m breed).

Figuur 109 – Uitwatering van het Leopoldkanaal (koker rechts) te Heist (opwaarts) (bron: INBO)



Uitwatering en Isabellagemaal op het Leopoldkanaal te Boekhoute

De uitwatering bestaat uit 4 openingen (breedte 1,25 m), die allemaal uitgerust zijn met een schuif.

Het gemaal is uitgerust met 2 kleine (capaciteit 1,2 m^3/s) en 3 grote (capaciteit 3,6 m^3/s) vijzels.

Figuur 110 – Isabellagemaal op het Leopoldkanaal te Boekhoute (afwaarts) (bron: wikimedia)



Uitwatering en Braakmangemaal op de Braakmankreek te Hoeke

De uitwatering bestaat uit 4 openingen (elk 2,5 m breed), uitgerust met een schuif aan de opwaartse zijde.

Figuur 111 – Uitwatering op de Braakmankreek te Hoeke (opwaarts) (bron: INBO)



Het gemaal werd later aan de uitwateringsconstructie toegevoegd. Het is uitgerust met 4 pompen, elk met een capaciteit van 5 m^3/s.

Figuur 112 – Gemaal op de Braakmankreek te Hoeke (zijdelings) (bron: Unie van Waterschappen)



Zijlopen Leopoldkanaal

Sifon Eede onder het Afleidingskanaal van de Leie

De sifon bestaat uit 3 cirkelvormige (diameter 1 m) kokers.

Figuur 113 – Sifon Eede onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon Paddepoel / Donksebeek onder het Afleidingskanaal van de Leie

De sifon bestaat uit 2 rechthoekige (1,25 m x 1,2 m) kokers.

Figuur 114 – Sifon Paddepoel / Donksebeek onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon Zuid over de Lieve onder het Afleidingskanaal van de Leie

De sifon bestaat uit 2 rechthoekige (1,25 m x 1,4 m) kokers.

Figuur 115 – Sifon Zuid over de Lieve onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon Rapsgoed / Hoge Watering onder het Afleidingskanaal van de Leie

De sifon bestaat uit 1 rechthoekige (1,25 m x 1,3 m) koker.

Figuur 116 – Sifon Rapsgoed / Hoge Watering onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon Visserij onder het Afleidingskanaal van de Leie

De sifon bestaat uit 2 rechthoekige (1,25 m x 1,4 m) kokers.

Figuur 117 – Sifon Visserij onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon Geleed onder het Afleidingskanaal van de Leie

De sifon bestaat uit 2 gewelfde (2 m x 2,1 m) kokers.

Figuur 118 – Sifon Geleed onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon Stampaert / Stamperhoekbeek onder het Afleidingskanaal van de Leie

De sifon bestaat uit 2 rechthoekige (1,11 m x 1,4 m) kokers.

Figuur 119 – Sifon Stampaert / Stamperhoekbeek onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon Eyenbroek / Rombautswerveader onder het Afleidingskanaal van de Leie

De sifon bestaat uit 5 cirkelvormige (1 m diameter) kokers.

Figuur 120 – Sifon Eyenbroek / Rombautswerveader onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon Ronselaerebeek onder het Afleidingskanaal van de Leie

De sifon bestaat uit 1 rechthoekige (1,4 m x 1,4 m) koker.

Figuur 121 – Sifon Ronselaerbeek onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) (bron: DVW)



Sifon Noordwatergang onder het Afleidingskanaal van de Leie

De sifon bestaat uit 2 rechthoekige (1,11 m x 1,4 m) kokers.

Figuur 122 – Sifon Noordwatergang onder het Afleidingskanaal van de Leie (opwaarts) (bron: DVW)



Kanaal Gent-Terneuzen

Sluizen op het Kanaal Gent-Terneuzen te Terneuzen

Het sluizencomplex bestaat uit 3 sluizen: de Oostsluis, de Westsluis en de Middensluis. De sluizen kunnen ook ingezet voor spuien tijdens wassen. Het verval en de spuicapaciteit zijn afhankelijk van het getij op de Westerschelde.

De Oostsluis heeft een lengte van 280 m en een breedte van 23 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden. Ze kan ingezet worden voor spuien d.m.v. 6 rechthoekige (2,4 m x 1,56 m) openingen in de sluisdeuren. De tijgemiddelde spuicapaciteit bedraagt 90 m^3/s.

De Middensluis heeft een lengte van 140 m en een breedte van 18 m. Ze is uitgerust met roldeuren aan beide zijden. Ze kan ingezet worden voor spuien d.m.v. 2 omloopriolen aan weerszijden van de sluis of d.m.v. een spuideur in de sluiskolk. De omloopriolen worden afgesloten door schuiven (2 m breed). De spuideur is voorzien van een rechthoekige (3,25 m x 2,7 m) spuiopening. De tijgemiddelde spuicapaciteit bedraagt 75 m^3/s (omloopriolen) of 85 m^3/s (spuideur).

De Westsluis heeft een lengte van 290 m en een breedte van 40 m. Ze is uitgerust met roldeuren aan beide zijden. Ze kan ingezet worden voor spuien d.m.v. een omloopriool aan de westelijke zijde. De omloopriool bestaat uit 2 parallelle, rechthoekige (3,5 m x 5 m) kokers. De tijgemiddelde spuicapaciteit bedraagt 130 m^3/s.

Figuur 123 – Sluizen op het Kanaal Gent-Terneuzen te Terneuzen (opwaarts) (bron: onbekend)



Zijlopen Kanaal Gent-Terneuzen

Stuw V op het Brakeleiken te Sleidinge

De stuw bestaat uit 1 opening. Ze is uitgerust met een vlakke klep (breedte 3,5 m).

Figuur 124 – Stuw V op het Brakeleiken te Sleidinge (afwaarts) (bron: VMM)



Spiedamgemaal op de Avrijevaart te Ertvelde

Het gemaal is uitgerust met 4 kleine (capaciteit 0,83 m^3/s) en 4 grote (capaciteit 1,67 m^3/s) pompen.

Figuur 125 – Spiedamgemaal op de Avrijevaart te Ertvelde (afwaarts) (bron: VMM)



Durmekanaal en Moervaart

Gemaal op het Durmekanaal te Lokeren

Het gemaal is uitgerust met 1 kleine (capaciteit 2,5 m^3/s) en 1 grote (capaciteit 5 m^3/s) vijzel.

Figuur 126 – Gemaal op het Durmekanaal te Lokeren (opwaarts) (bron: Grenzeloze Schelde)



Zijlopen Durmekanaal en Moervaart

Gemaal Rodenhuyze langs de Moervaart

Het gemaal is uitgerust met 3 schroefpompen, elk met een capaciteit van 0,417 m^3/s.

Figuur 127 – Gemaal Rodenhuyze op de linkeroever van de Moervaart (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Sint-Kruis-Winkel langs de Moervaart

Het gemaal is uitgerust met 2 schroefpompen, elk met een capaciteit van 0,3 m^3/s.

Figuur 128 – Gemaal Sint-Kruis-Winkel op de rechteroever van de Moervaart (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal De Lange Lede langs de Moervaart

Het gemaal is uitgerust met 2 schroefpompen met een capaciteit van 0,417 m^3/s en 0,25 m^3/s.

Figuur 129 – Gemaal De Lange Lede op de rechteroever van de Moervaart (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Kalve Brug langs de Moervaart

Het gemaal is uitgerust met 2 schroefpompen, elk met een capaciteit van 0,667 m^3/s.

Figuur 130 – Gemaal Kalve Brug op de linkeroever van de Moervaart (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Kalve Terwest langs de Moervaart

Het gemaal is uitgerust met 2 schroefpompen, elk met een capaciteit van 0,25 m^3/s.

Figuur 131 – Gemaal Kalve Terwest op de rechteroever van de Moervaart (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Keizerstraat langs de Moervaart

Het gemaal is uitgerust met 3 pompen, elk met een capaciteit van 0,667 m^3/s.

Figuur 132 – Gemaal Keizerstraat op de rechteroever van de Moervaart (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Leebrugse Meersen langs de Moervaart

Het gemaal is uitgerust met 1 pomp met een capaciteit van 0,5 m^3/s.

Figuur 133 – Gemaal Leebrugse Meersen op de rechteroever van de Moervaart (bron: Soresma)



Gemaal Spletteren langs de Moervaart

Het gemaal is uitgerust met 1 schroefpomp met een capaciteit van 0,367 m^3/s en 1 centrifugale pomp met een capaciteit van 0,667 m^3/s.

Figuur 134 – Gemaal Spletteren op de linkeroever van de Moervaart (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal De Weehage langs het Durmekanaal

Het gemaal is uitgerust met 3 schroefpompen met een capaciteit van 1,667 m^3/s, 0,833 m^3/s en 0,667 m^3/s.

Figuur 135 – Gemaal De Weehage op de linkeroever van het Durmekanaal (opwaarts) (bron: Soresma)

e 

Gemaal Daknam langs het Durmekanaal

Het gemaal is uitgerust met 3 pompen, elk met een capaciteit van 0,667 m^3/s.

Figuur 136 – Gemaal Daknam op de rechteroever van het Durmekanaal (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Stekense Vaart op de Stekense Vaart

Het gemaal is uitgerust met 3 pompen, elk met een capaciteit van 0,667 m^3/s.

Figuur 137 – Gemaal Stekense Vaart op de Stekense Vaart (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Hondsnest langs de Stekense Vaart

Het gemaal is uitgerust met 2 vijzels, elk met een capaciteit van 1 m^3/s.

Figuur 138 – Gemaal Hondsnest op de linkeroever van de Stekense Vaart (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal De Lange Kromme langs de Zuidlede

Het gemaal is uitgerust met 3 schroefpompen, elk met een capaciteit van 0,417 m^3/s.

Figuur 139 – Gemaal De Lange Kromme op de linkeroever van de Zuidlede (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal De Wilde Speele langs de Zuidlede

Het gemaal is uitgerust met 1 dompelpomp met een capaciteit van 0,033 m^3/s.

Figuur 140 – Gemaal De Wilde Speele op de linkeroever van de Zuidlede (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Bosdam (A en B) langs de Zuidlede

Het gemaal bestaat uit 2 delen (A en B), in afzonderlijke gebouwen. Gemaal A is uitgerust met 1 centrifugaalpomp met een capaciteit van 0,833 m^3/s. Gemaal B is uitgerust met 2 schroefpompen, elk met een capaciteit van 0,417 m^3/s.

Figuur 141 – Gemaal Bosdam (A) op de linkeroever van de Zuidlede (opwaarts) (bron: Deinse kajak club)



Gemaal Stenen Brug langs de Zuidlede

Het gemaal is uitgerust met 1 vijzel met een capaciteit van 0,667 m^3/s.

Figuur 142 – Gemaal Stenen Brug op de linkeroever van de Zuidlede (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Etbos langs de Zuidlede

Het gemaal is uitgerust met 1 dompelpomp met een capaciteit van 0,143 m^3/s.

Figuur 143 – Gemaal Etbos op de rechteroever van de Zuidlede (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Lege Zijde langs de Zuidlede

Het gemaal is uitgerust met 2 schroefpompen, elk met een capaciteit van 0,333 m^3/s.

Figuur 144 – Gemaal Lege Zijde (achteraan) en stuw B (vooraan) op de linkeroever van de Zuidlede (opwaarts) (bron: Soresma)



Gemaal Valleien van de Zuidlede en Moervaart (A en B) langs de Zuidlede

Het gemaal bestaat uit 2 delen (A en B), in hetzelfde gebouw. Gemaal A is uitgerust met 1 centrifugaalpomp met een capaciteit van 0,666 m^3/s. Gemaal B is uitgerust met 2 schroefpompen, elk met een capaciteit van 0,5 m^3/s.

Figuur 145 – Gemaal Valleien van Zuidlede en Moervaart (links) en stuw A (rechts) op de rechteroever van de Zuidlede (opwaarts)(bron: Soresma)



Stuw op de Zuidlede te Mendonk

De stuw bestaat uit 1 opening. Deze is uitgerust met een vlakke klep (6 m breed). De stuw staat altijd volledig open.

Figuur 146 – Stuw op de Zuidlede te Mendonk (bron: Soresma)



Dam op de Zuidlede te Eksaarde

De aarden dam verdeelt de Zuidlede in 2 delen. Het westelijke deel watert gravitair af naar de Moervaart. Het oostelijke deel watert af naar het gemaal Lege Zijde of het gemaal Valleien van de Zuidlede en de Moervaart, afhankelijk van de stand van stuw A en stuw B.

Figuur 147 – Aarden dam op Zuidlede te Eksaarde (bron: Soresma)



Stuw op de Zuidlede te Daknam

De stuw bestaat uit 1 opening (4 m breed). Deze opening is volledig afgesloten met schotbalken.

Figuur 148 – Stuw op de Zuidlede te Daknam (bron: Soresma)



Uitlaat van de Zuidlede te Daknam

De uitlaat controleert het peil van het oostelijk deel van de Zuidlede, tussen de dam in Eksaarde en de stuw in Daknam.

Figuur 149 – Uitlaat van het oostelijke deel van de Zuidlede te Daknam (opwaarts) (bron: Soresma)



Sifon onder de Zuidlede

De sifon bestaat uit 2 cirkelvormige (diameter 0,7 m) kokers. Hij verbindt de gemalen Valleien van de Zuidlede en Moervaart en Lege Zijde.

Figuur 150 – Sifon onder Zuidlede (opwaarts) (bron: Soresma)



Sifon onder het Durmekanaal

De sifon verbindt de gemalen De Weehage en Daknam. Hij bestaat uit 2 cirkelvormige (diameter 0,8 m) kokers.

Sifon onder de Stekense Vaart

De sifon verbindt de gebieden op de rechteroever van de Stekense Vaart met het gemaal Hondsnest op de linkeroever. De afmetingen zijn niet bekend.

Stuwen A en B

De gemalen Valleien van de Zuidlede en Moervaart en Lege Zijde zijn verbonden met de sifon onder de Zuidlede via stuw A (zie Figuur 145) en stuw B (zie Figuur 144). Beide stuwen bestaan uit 1 opening, uitgerust met een vlakke klep (2,5 m breed).

Gentse Binnenwateren

Keersluis op het Kanaal Gent-Oostende te Vinderhoute

De keersluis (K1) is 7,5 m breed. Ze staat normaal altijd open, enkel bij wassen wordt ze gesloten.

Figuur 151 – Keersluis K1 op het Kanaal Gent-Oostende te Gent (zijde Ringvaart) (bron: DVW)



Keersluis op de Leie te Gent

De keersluis (K2) is 7,5 m breed. Ze staat normaal altijd open, enkel bij wassen wordt ze gesloten.

Figuur 152 – Keersluis K2 op de Leie te Gent (zijde Ringvaart) (bron: DVW)



Sluis op de Bovenschelde te Merelbeke

De sluis (E3) is 55 m lang en 7,5 m breed. Ze staat normaal altijd open, enkel bij wassen wordt ze gesloten.

Figuur 153 – Sluis E3 op de Bovenschelde te Gent (zijde Ringvaart) (bron: DVW)



Tolhuissluis en Tolhuisstuw te Gent

De sluis heeft een lengte van 85 m, een breedte van 12 m en een verval van 1,16 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 154 – Tolhuissluis nabij Tolhuisdok te Gent (opwaarts) (bron DVW)



De stuw bestaat uit 3 openingen. Elke opening is uitgerust met een schuif (3 m breed).

Figuur 155 – Tolhuisstuw nabij Tolhuisdok te Gent (afwaarts) (bron: DVW)



Sint-Jorissluis en Sint-Jorisstuwen op de Leie te Gent

De sluis heeft een lengte van 42 m, een breedte van 6,5 m en een verval van 1,16 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 156 – Sint-Jorissluis op de Leie te Gent (opwaarts) (bron: DVW)



De stuw bestaat uit 2 openingen, aan weerszijden van de sluis. De opening op de rechteroever is uitgerust met schotbalken (6 m breed). De opening op de linkeroever is uitgerust met een vlakke klep (9 m breed).

Figuur 157 – Sint-Jorisstuw (balkenstuw) op de Leie te Gent (afwaarts) (bron :DVW)



Figuur 158 – Sint-Jorisstuw (klepstuw) op de Leie te Gent (afwaarts) (bron :DVW)



Kasteelsluis op de Vertakking De Pauw te Gent

De sluis heeft een lengte van 70 m en een breedte van 8,44 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden. De sluis staat altijd open.

Figuur 159 – Kasteelsluis op de vertakking De Pauw te Gent (zijde handelsdok) (bron: DVW)



Brusselsepoortsluis en Brusselsepoortstuw op de Stropafleiding te Gent

De sluis heeft een lengte van 42 m, een breedte van 6,5 m en een verval van 1,16 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 160 – Brusselsepoortsluis op de Stropafleiding te Gent (opwaarts) (bron: DVW)



De stuw bestaat uit 4 openingen. Elke opening is uitgerust met een schuif (ongeveer 2 m breed).

Figuur 161 – Brusselespoortstuw op de Stropafleiding te Gent (opwaarts) (bron: DVW)



Gentbruggesluis en Gentbruggestuw op de Neerschelde te Gent

De sluis heeft een onregelmatige vorm. Ze is uitgerust met puntdeuren aan het opwaartse einde en een roldeur aan het afwaartse einde. Ze is momenteel buiten gebruik.

Figuur 162 – Gentbruggesluis op de Neerschelde te Gent (opwaarts) (bron: DVW)



De stuw bestaat uit 5 openingen. Elke opening is uitgerust met een schuif (2 m breed).

Figuur 163 – Gentbruggestuw op de Neerschelde te Gent (opwaarts) (bron: DVW)



Scaldissluis op de Neerschelde / Reep te Gent

De sluis heeft een lengte van 30 m, een breedte van 5,5 m en een verval van 1,16 m. Ze is uitgerust met een draaideur aan beide zijden. Ze is nog niet in gebruik.

Figuur 164 – Scalsdissluis op de Neerschelde / Reep te Gent (opwaarts) (bron: SBE)



Brugse Binnenwateren

Minnewaterstuw / Sashuis op het Minnewater te Brugge

De stuw in het Sashuis is buiten dienst. De stuwopeningen werden permanent afgesloten.

Figuur 165 – Sashuis op het Minnewater te Brugge (opwaarts) (bron: DVW)



Keizerinnestuw op de Binnenvest te Brugge

De stuw bestaat uit 4 openingen. 3 Openingen zijn uitgerust met een schuif met onderstroming (1,4 m breed) en 1 opening is uitgerust met een schuif met bovenstroming (3,5 m breed).

Figuur 166 – Keizerinnestuw op de Binnenvest te Brugge (afwaarts) (bron: WL)



Guldenvliesstuw op de Binnenvest te Brugge

De stuw bestaat uit 3 openingen. Elke opening is uitgerust met een schuif (2,2 m breed).

Figuur 167 – Guldenvliesstuw op de Binnenvest te Brugge (afwaarts) (bron: DVW)



Verdeelwerk tussen Binnenvest en Buitenvest te Brugge

Het verdeelwerk bestaat uit 2 openingen op de Buitenvest en 2 kokers tussen Binnenvest en Buitenvest. De 2 openingen zijn uitgerust met een schuif (3,17 m breed). De schuiven staan normaal altijd open. De kokers zijn uitgerust met een terugslagklep aan de zijde van de Binnenvest.

Figuur 168 – Verdeelwerk tussen Binnenvest en Buitenvest te Brugge (opwaarts) (bron: WL)



Coupuresluis op de Coupure te Brugge

De sluis heeft een lengte van 70 m, een breedte van 8,2 m en een verval van 0,99 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 169 – Coupuresluis op de Coupure te Brugge (opwaarts) (bron: DVW)



Oude Dampoortsluis op de Reien te Brugge

De sluis heeft een lengte van 62 m, een breedte van 8,15 m en een verval van 0,68 m. Ze is uitgerust met puntdeuren aan beide zijden.

Figuur 170 – Oude Dampoortsluis op de Reien te Brugge (opwaarts) (bron: DVW)



Leonardusstuw op de Reien te Brugge

De stuw bestaat uit 1 opening. Deze opening is uitgerust met schotbalken (3,76 m breed).

Figuur 171 – Leonardusstuw op de Reien te Brugge (afwaarts) (bron: DVW)



3 Beschikbare gegevens

3.1 Topografie en bathymetrie

Tabel 13 geeft een overzicht van de meest recente topografische opmetingen. Voor elke waterloop wordt de herkomst van de gegevens en het (benaderende) jaartal van de opmetingen weergegeven.

Tabel 13 – Overzicht topografische opmetingen

Waterloop	Herkomst	Datum
AKL	DVW	2004
Binnenvest	DVW	2008
Boudewijnkanaal	DVW	2004
Bovenschelde	DVW	2004
Bovenscheldearmen	DTM	2001-2004
Braakman	WSS	2010-2013
Braakman_zijarm	WSS	2010-2013
Bras_de_Canteleu	VNF - CAD	-
Bras_de_la_Barre	VNF - CAD	-
Bras_de_la_Madeleine	VNF - CAD	-
Buitenvest	DVW	2008
Canal_de_Roubaix	VNF - Type	-
Canal_de_Seclin	VNF - CAD	-
Coupure	DVW	2008
Deûle	VNF - CAD	-
Durmekanaal	DVW	2000
Gent-Achterdok	DTM	2001-2004
Gent-Bovenschelde	DTM	2001-2004
Gent-DePauw	DTM	2001-2004

Gent-Handelsdok	DTM	2001-2004
Gent-Houtdok	DTM	2001-2004
Gent-Ketelvaart	DTM	2001-2004
Gent-KGO	DTM	2001-2004
Gent-Leie	DTM	2001-2004
Gent-Leiearm1	DTM	2001-2004
Gent-Leiearm2	DTM	2001-2004
Gent-Lieve	DTM	2001-2004
Gent-Muinkschelde	DTM	2001-2004
Gent-Neerschelde	DTM	2001-2004
Gent-Tolhuisdok	Type	-
Gent-Verbinding	DTM	2001-2004
Gent-Visserijvaart	DTM	2001-2004
Hertsbergebeek	VMM	2001
Heulebeek	VMM	1998
Kerkebeek	VMM	2001
KGO	Type	-
KGO-jachthaven	DVW	2008
KGT (Nederland)	Bathymetrie + Type	2003
KGT (Vlaanderen)	Bathymetrie + Type	2002
KGT-Voorhaven	Type	-
KGT_Bastion	Type	-
KGT_Grootdok	Type	-
KGT_Kluizendok	Type	-
KGT_Massagoedhaven	Type	-
KGT_Mercatordok	Type	-
KGT_Middendok	Type	-

KGT_Noorddok	Type	-
KGT_Rodenhuizendok	Type	-
KGT_SasvanGent	Type	-
KGT_Sifferdok	Type	-
KGT_Sluiskil	Type	-
KGT_Stroodorpe	Type	-
KGT_Zelzate	Type	-
KGT_Zevenaarhaven	Type	-
KGT_Zuiddok	Type	-
KPN	Type	-
Leie (Grens)	DVW	2011
Leie	DVW	2011
Leie (Toeristische)	DVW	2003
Leie-Drongen	DVW	2003
Leie-Kortrijk	DVW	2011
Leie-StDenijsWestrem	DVW	2003
Leiearmen Gent	DVW + DTM	2004
Leopoldkanaal	VMM	2006
Leopoldkanaal (zijtak)	VMM	2006
Lys-(Wallonië)	Type	-
Lys (Frankrijk)	VNF – CAD	-
Maarkebeek	VMM	2000
Maarkebeek-molen	VMM	2000
Mandel	VMM	1997
Moervaart	DVW	2009
Oude_Leie (Frankrijk+Wallonië)	Type	-
Oude_Leie (Vlaanderen)	DVW	2011

Ringvaart-Noord	DVW	2004
Ringvaart-West	DVW	2004
Ringvaart-Zuid	DVW Bathy	2009
Rivierbeek	VMM	2001
StekenseVaart	Type	-
Vieux_bras_de_Don	VNF CAD	-
Zeeschelde	DVW Bathy	2014
Zeeschelde-Zwijnaarde	DVW Bathy	2009
Zuidervaartje (opwaarts)	VMM	2000
Zuidervaartje (Brugge)	DVW Type	-
Zuidervaartje (afwaarts)	VMM	2009
Zuidlede	Type	-
Zwalm	VMM	1998

3.2 Hydrologische gegevens

3.2.1 Debietsmetingen

Tabel 14 geeft een overzicht van de beschikbare debietsmetingen. Voor de meetposten van het HIC wordt naast de huidige code ook de oude code tussen haakjes gegeven.

Tabel 14 – Overzicht debietsmetingen

Meetpost	Waterloop	Locatie	Beheerder
E3102110	Deûle	Don	DREAL
Barrage	Deûle	Don	VNF
E3412100	Deûle	Wambrechies	DREAL → VNF
E3383510	Canal de Roubaix	Marquette-Lez-Lille	DREAL
E3660120	Lys	Armentières	VNF
E3811265	Lys	Bousbecque	DREAL

Lei11a (386)	Leie	Menen	HIC
Lei04a (388)	Leie	Machelen	HIC
Lei03a (383)	Leie	Deinze	HIC
Bos05m (325)	Bovenschelde	Helkijn	HIC
Bos02a (328)	Bovenschelde	Gavere	HIC
Zes57a (320)	Zeeschelde	Melle	HIC
Akl07a (438)	AKL	Merendree	HIC
Akl04a (435)	AKL	Zomergem	HIC
Kgo06n	KGO	Oostkamp	HIC
Kgo03a (413)	KGO	Varsenare	HIC
L03_438	Leopoldkanaal	Boekhoute	VMM
Lek03a (433)	Leopoldkanaal	Damme	HIC
L02_43B	Leopoldkanaal	Lissewege	VMM
Rvg03a (314)	Ringvaart-Noord	Evergem	HIC
Moe03a (301)	Sinaai	Moervaart	HIC
Moe02a (302)	Mendonk	Moervaart	HIC
L541	Rhosnes	Amouges	DGO3
L05_403	Heulebeek	Heule	VMM
L05_409	Mandel	Oostrozebeke	VMM
L03_446	Poekebeek	Nevele	VMM
LS06_347	Maarkebeek	Etikhove	VMM
L06_342	Zwalm	Nederzwalm	VMM
L02_425	Rivierbeek	Oostkamp	VMM
L02_426	Hertsbergebeek	Oostkamp	VMM
L02_422	Kerkebeek	Brugge Sint-Michiels	VMM
L02_442	Ede	Maldegem	VMM

3.2.2 Waterstandsmetingen

Tabel 15 geeft een overzicht van de beschikbare waterstandsmetingen. Voor de meetposten van het HIC wordt naast de huidige code ook de oude code tussen haakjes gegeven. Waterstandsmetingen op- en afwaarts van kunstwerken werden mee in de lijst opgenomen en worden in cursief lettertype weergegeven.

Tabel 15 – Overzicht waterstandsmetingen

Meetpost	Waterloop Kunstwerk	Locatie	Beheerder
E3102110	Deûle	Don	DREAL
-	*Deûle stuw opw*	*Don*	*VNF*
-	*Deûle stuw afw*	*Don*	*VNF*
-	*Deûle stuw opw*	*Grand-Carré*	*VNF*
-	*Deûle stuw afw*	*Grand-Carré*	*VNF*
E3412100	Deûle	Wambrechies	DREAL → VNF
-	*Deûle stuw opw*	*Quesnoy*	*VNF*
-	*Deûle stuw afw*	*Quesnoy*	*VNF*
-	*CdR stuw opw*	*Marquette-Lez-Lille*	*VNF*
-	*CdR stuw afw*	*Marquette-Lez-Lille*	*VNF*
E3383510	Canal de Roubaix	Marquette-Lez-Lille	DREAL
-	*Lys stuw opw*	*Armentières*	*VNF*
-	*Lys stuw afw*	*Armentières*	*VNF*
3886	*Lys stuw opw*	*Comines*	*DGO2*
3884	*Lys stuw afw*	*Comines*	*DGO2*
E3811265	Lys	Bousbecque	DREAL
Lei12e	Leie	Menen opw	HIC
WW007	*Leie stuw opw*	*Menen*	*EMT*
WW007	*Leie stuw afw*	*Menen*	*EMT*
Lei11a (386)	Leie	Menen	HIC
Lei10a	Leie	Lauwe	HIC
Lei09a (385)	Leie	Kortrijk	HIC

Lei08f	Leie	Harelbeke opw	HIC
WW005 → WW055	*Leie stuw opw*	*Harelbeke*	*EMT*
WW005 → WW055	*Leie stuw afw*	*Harelbeke*	*EMT*
Lei07a	Leie	Desselgem	HIC
Lei06f	Leie	Sint-Baafs-Vijve	HIC
WW006	*Leie stuw opw*	*Sint Baafs Vijve*	*EMT*
WW006	*Leie stuw afw*	*Sint Baafs Vijve*	*EMT*
Lei06b	Leie	Sint-Baafs-Vijve	HIC
Lei04a (388)	Leie	Machelen	HIC
Lei03a (383)	Leie	Deinze	HIC
Lei02a	Leie	Sint-Martens-Latem	HIC
Bos05m (325)	Bovenschelde	Helkijn	HIC
Bos04o	Bovenschelde	Kerkhove opw	HIC
WW008	*Bovenschelde*	*Kerkhove stuw opw*	*EMT*
WW008	*Bovenschelde*	*Kerkhove stuw afw*	*EMT*
Bos04e	Bovenschelde	Oudenaarde	HIC
WW099	*Bovenschelde*	*Oudenaarde stuw opw*	*EMT*
WW099	*Bovenschelde*	*Oudenaarde stuw afw*	*EMT*
Bos03e (322)	Bovenschelde	Asper opw	HIC
OW008	*Bovenschelde*	*Asper stuw opw*	*EMT*
OW008	*Bovenschelde*	*Asper stuw afw*	*EMT*
Bos02a (328)	Bovenschelde	Gavere	HIC
Bos01o	Bovenschelde	Zwijnaarde	HIC
OW007	*Tijarm stuw opw*	*Zwijnaarde*	*EMT*
OW007	*Tijarm stuw afw*	*Zwijnaarde*	*EMT*
Rvg05a	Ringvaart	Merelbeke	HIC
WW005	*Ringvaart stuw opw*	*Merelbeke*	*EMT*

WW005	*Ringvaart stuw afw*	*Merelbeke*	*EMT*
Zes58a	Zeeschelde	Gentbrugge tij	HIC
Zes57n	Zeeschelde	Destelbergen	HIC
Zes57a (320)	Zeeschelde	Melle	HIC
Zes57a	Zeeschelde	Melle tij	HIC
Zes55c	Zeeschelde	Wetteren tij	HIC
Zes52a	Zeeschelde	Uitbergen tij	HIC
Zes49a	Zeeschelde	Schoonaarde tij	HIC
Zes47a	Zeeschelde	Dendermonde tij	HIC
OW017	AKL	Deinze	EMT
Akl08a (439)	AKL	Deinze	HIC
Akl07a (438)	AKL	Merendree	HIC
OW013	*AKL stuw opw*	*Merendree-Schipdonk*	*EMT*
OW013	*AKL stuw afw*	*Merendree-Schipdonk*	*EMT*
Akl04a (435)	AKL	Zomergem	HIC
Akl03e (434)	AKL	Balgerhoeke	HIC
OW005	*AKL stuw opw*	*Balgerhoeke*	*EMT*
OW005	*AKL stuw afw*	*Balgerhoeke*	*EMT*
OW014A	AKL	Maldegem	EMT
Akl02a (432)	AKL	Oostkerke	HIC
WW101	*AKL uitwatering opw*	*Heist*	*EMT*
Kgo08a (417)	KGO	Aalter	HIC
WW014	*KGO keersluis opw*	*Beernem*	*EMT*
WW014	*KGO keersluis afw*	*Beernem*	*EMT*
Kgo06n	KGO	Oostkamp	HIC
Kgo06a (414)	KGO	Brugge Steenbrugge	HIC
Kgo04e	KGO	Brugge Dampoort	HIC

WW017	*KGO sluis afw*	*Brugge Dampoort*	*EMT*
WW017	*KGO sluis afw*	*Brugge Dampoort*	*EMT*
WW012	*Buitenvest stuw opw*	*Brugge*	*EMT*
WW011	*Binnenvest stuw opw*	*Brugge*	*EMT*
Kgo03a (413)	KGO	Varsenare	HIC
Kgo02a (412)	KGO	Oudenburg	HIC
WW020	*KGO uitwatering opw*	*Oostende*	*EMT*
WW020	*KGO uitwatering afw*	*Oostende*	*EMT*
OST	Noordzee	Oostende	MDK
WW010	*Kerkebeek pomp opw*	*Brugge Ketsbrugge*	*EMT*
Lek13e	Zuidervaartje stuw op	Brugge	HIC
Lek13c	Zuidervaartje stuw af	Brugge	HIC
WW009	*Zuidervaartje sifon op*	*Damme*	*EMT*
WW105	*BK sluis opw*	*Zeebrugge*	*EMT*
WW105	*BK sluis afw*	*Zeebrugge*	*EMT*
ZLD	Noordzee	Zeebrugge	MDK
-	*Braakman gemaal opw*	*Terneuzen*	*WSS*
K03_OM153	*LPK gemaal afw (Nl)*	*Boekhoute*	*VMM*
K03_OM153	*LPK gemaal opw (Vl)*	*Boekhoute PS Vl*	*VMM*
L03_438	LK	Boekhoute	VMM
K03_OM101	*LK stuw afw (O)*	*Sint-Laureins*	*VMM*
K03_OM101	*LK stuw opw (W)*	*Sint-Laureins*	*VMM*
LO2_437	LK	Sint Laureins	VMM
OW014L	LK	Maldegem	EMT
Lek03a (433)	LK	Damme	HIC
L02_43B	LK	Lissewege	VMM
WW101	*LK uitwatering opw*	*Heist*	*EMT*

Rvg04e (314)	Ringvaart	Evergem opw	HIC
OW023	*Ringvaart stuw opw*	*Evergem*	*EMT*
OW023	*Ringvaart stuw afw*	*Evergem*	*EMT*
Rvg03a (314)	Ringvaart	Evergem	HIC
OV900	*Tolhuisdok stuw afw*	*Gent*	*EMT*
Kgt04a	KGT	Zelzate	HIC
KGTS	KGT	Sas-van-Gent	RWS
KGTB	KGT	Sluiskil	RWS
TERN	Westerschelde	Terneuzen	RWS
OM650	Durme	Lokeren	EMT
OP005	*Durme gemaal afw*	*Lokeren*	*EMT*
OP005	*Durme gemaal opw*	*Lokeren*	*EMT*
Moe03a (301)	Moervaart	Sinaai	HIC
Moe02a (302)	Moervaart	Mendonk	HIC
L03_303	Zuidlede	Moerbeke	VMM
S03_302	Zuidlede	Wachtebeke	VMM
-	*Zuidlede stuw opw*	*Mendonk*	*VMM*
-	*Zuidlede stuw afw*	*Mendonk*	*VMM*
L03_301	Zuidlede	Mendonk	VMM
K03_OM155	*SV gemaal opw*	*Stekene*	*VMM*
K03_OM155	*SV gemaal afw*	*Stekene*	*VMM*
L05_403	Heulebeek	Heule	VMM
L05_409	Mandel	Oostrozebeke	VMM
K05_WM512	*Mandel stuw2 opw*	*Wielsbeke*	*VMM*
K05_WM512	*Mandel stuw2 afw*	*Wielsbeke*	*VMM*
K05_WM511	*Mandel stuw 1 opw*	*Dentergem*	*VMM*
K05_WM511	*Mandel stuw 1 afw*	*Dentergem*	*VMM*

K05_WM501	*Gaverbeek stuw 1 opw*	*Sint-Eloois-Vijve*	*VMM*
K05_WM501	*Gaverbeek stuw 1 afw*	*Sint-Eloois-Vijve*	*VMM*
LS06_347	Maarkebeek	Etikhove	VMM
L06_342	Zwalm	Nederzwalm	VMM
K03_OM108	*Poekebeek stuw opw*	*Nevele*	*VMM*
K03_OM108	*Poekebeek stuw afw*	*Nevele*	*VMM*
K03_OM109	*Kale*	*Nevele*	*VMM*
K03_OM154	*Kale gemaal opw*	*Vinderhoute*	*VMM*
K03_OM154	*Kale gemaal afw*	*Vinderhoute*	*VMM*
K03_OM154	*Lieve gemaal afw*	*Vinderhoute*	*VMM*
K03_OM110	*Lieve schuiven opw*	*Zomergem*	*VMM*
K03_OM110	*Lieve schuiven afw*	*Zomergem*	*VMM*
K03_OM150	*Lieve gemaal opw*	*Waarschoot*	*VMM*
K03_OM150	*Lieve gemaal afw*	*Waarschoot*	*VMM*
L03_447	Brakeleiken	Waarschoot	VMM
K03_OM152	*Avrijevaart gemaal op*	*Ertvelde*	*VMM*
K03_OM152	*Avrijevaart gemaal af*	*Ertvelde*	*VMM*
K03_OM103	*Isabellarigool stuw afw*	*Boekhoute*	*VMM*
L02_422	Kerkebeek	Brugge Sint-Michiels	VMM
K02_WM004	*Kerkebeek rooster op*	*Brugge Sint-Michiels*	*VMM*
K02_WM004	*Kerkebeek rooster afw*	*Brugge Sint-Michiels*	*VMM*
L02_425	Rivierbeek	Oostkamp	VMM
L02_426	Hertsbergebeek	Oostkamp	VMM
S02_42Q	*Hoofdsloot gemaal op*	*Oostkamp*	*OKP*
S02_42N	*Hoofdsloot gemaal afw*	*Oostkamp*	*OKP*
S02_42Y	*Sloot gemaal opw*	*Zuienkerke*	*NPB*
K02_WM051	*Zuidgeleed gemaal op*	*Jabbeke*	*VMM*

3.2.3 Kunstwerken

Tabel 16 geeft een overzicht van de beschikbare metingen bij beweegbare kunstwerken. Bij de meeste kunstwerken worden het opwaartse waterpeil, het afwaartse waterpeil en de stand van het beweegbare onderdeel gemeten. De waterpeilmetingen werden reeds opgenomen in Tabel 15. In Tabel 16 worden enkel de kunstwerken vermeld waarvoor ook de stand van het beweegbare onderdeel beschikbaar is.

Tabel 16 – Overzicht metingen kunstwerken

Meetpost	Waterloop Kunstwerk	Locatie	Beheerder
-	Deûle stuw	Don	VNF
-	Deûle stuw	Grand-Carré	VNF
-	Deûle stuw	Quesnoy	VNF
-	CdR stuw	Marquette	VNF
-	Lys stuw	Armentières	VNF
WW007	Leie stuw	Menen	EMT
WW005	Leie stuw (oud)	Harelbeke	EMT
WW055	Leie stuw (tijdelijk)	Harelbeke	EMT
WW006	Leie stuw	Sint-Baafs-Vijve	EMT
WW008	Bovenschelde stuw (oud)	Kerkhove	EMT
WW099	Bovenschelde stuw (nieuw)	Oudenaarde	EMT
OW008	Bovenschelde stuw (oud)	Asper	EMT
OW098	Bovenschelde stuw (nieuw)	Asper	EMT
OW007	Tijarm stuw	Zwijnaarde	EMT
OW006	Ringvaart stuw	Merelbeke	EMT
-	Ringvaart sluis	Merelbeke	DVW
OW023	Ringvaart stuw	Evergem	EMT
-	AKL stuw + sluis	Merendree-Schipdonk	DVW
-	AKL sifons	Merendree-Schipdonk	DVW

OW005	AKL stuw	Balgerhoeke	EMT
WW101	AKL & LK uitwatering	Heist	EMT
-	KGO keersluis	Beernem	DVW
-	KGO sluis	Brugge Dampoort	DVW
-	KGO Sas Slijkens	Oostende	DVW
-	KGT sluizen	Terneuzen	RWS
-	BK Verbindingsluis	Brugge	DVW
K03_0M108	Poekebeek stuw	Nevele	VMM
K03_OM101	Leopoldkanaal stuw	Sint-Laureins	VMM

4 Modelbeschrijving

4.1 Algemeen

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

De modelschematisatiekaarten bevinden zich in Bijlage A. Ze bestaan uit een overzichtskaart voor het volledige bekken en vier deelkaarten: één voor noordwesten (omgeving Brugge), één voor het noordoosten (omgeving Gent), één voor het zuiden (tussen Franse grens en Gent) en één voor Noord-Frankrijk.

4.2 Gebruikte software

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

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

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

4.3 Geografische referentie en tijdszone

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

De gebruikte tijdsreferentie is GMT+1 (winteruur).

4.4 Hydrologische deelbekkens

Tabel 17 geeft een lijst van de hydrologische deelbekkens die in het model van de Leie, de Bovenschelde en de Gentse Kanalen werden opgenomen. Naast de huidige naam wordt telkens ook de oude naam tussen haakjes weergegeven.

Tabel 17 – Overzicht van hydrologische deelbekkens

Naam	**Beschrijving**	**Oppervlakte (km^2)**
F05LEI386000 (1)	Leie (bemeten, limnigraaf 386)	2986,200
V05LEI000190 (2)	Leie (onbemeten)	108,800
V05LEI000240 (3)	Leie (onbemeten)	21,300

V05LEI000250 (4)	Leie (onbemeten)	29,800
V05LEI000280 (5)	Leie (onbemeten)	97,700
V05LEI000290 (6)	Leie (onbemeten)	47,200
V05LEI000300 (7)	Leie (onbemeten)	39,200
V05GAV000260 (8)	Gaverbeek (onbemeten)	137,800
V05HEU000220 (9)	Heulebeek (onbemeten)	16,900
V05HEU403210 (10)	Heulebeek (bemeten, limnigraaf 4.3)	91,900
V05MAN000270 (11)	Mandel (onbemeten)	13,000
V05MAN401230 (12)	Mandel (bemeten, limnigraaf 401)	258,400
V05GEL000200 (13)	Geluwsebeek (onbemeten)	47,800
V03POE446000 (14)	Poekebeek (bemeten, limnigraaf 446)	106,800
V03AFL000010 (15)	AKL (onbemeten)	41,200
V02EDE000142 (16)	Ede (onbemeten)	5,300
V02AFL000141 (17)	AKL (onbemeten)	16,300
V03KGT000080 (18)	KGT (onbemeten)	47,000
V03KGO000050 (19)	KGO (onbemeten)	12,900
V03KAL000020 (20)	Kale (onbemeten)	43,900
V03RIE000040 (21)	Rietgracht (onbemeten)	6,100
V02KGO000000 (22)	KGO (onbemeten)	159,800
V03AFL000070 (23)	AKL (onbemeten)	56,700
V02EDE442120 (24)	Ede (bemeten, limnigraaf 442)	46,800
V03LIE000060 (25)	Lieve (onbemeten)	9,400
V03GEN000030 (26)	Gentse binnenwateren (onbemeten)	39,000
V04SCH000000 (27)	Bovenschelde (onbemeten)	21,300
V06SCH000220 (28)	Bovenschelde (onbemeten)	77,300
F06BOS325001 (31)	Bovenschelde (bemeten, limnigraaf 326)	5227,000
V06SCH000140 (32)	Bovenschelde (onbemeten)	56,000

W06RHO000120 (33)	Rhosnes (onbemeten)	8,000
W06RHOL54100 (34)	RHosnes (bemeten, limnigraaf 541)	162,000
W06HAY000110 (35)	Haye (onbemeten)	64,000
V06MAA000170 (36)	Maarkebeek (onbemeten)	5,000
V06MAA347160 (37)	Maarkebeek (bemeten, limnigraaf 347)	49,000
V06ZWA342190 (38)	Zwalm (bemeten, limnigraaf 342)	112,000
V06ZWA000200 (39)	Zwalm (onbemeten)	1,000
V03MOE000001 (40)	Moervaart (bijna bemeten, limnigraaf 302)	220,000
V06KBK000130 (41)	KBK (onbemeten)	8,000
V02RIV425020 (42)	Rivierbeek (bemeten, limnigraaf 425)	64,000
V02HER426010 (43)	Hertsbergebeek (bemeten, limnigraaf 426)	77,000
V02RIV000070 (44)	Rivierbeek (onbemeten)	5,000
V06BEI000150 (45)	Molenbeek/Beiaardbeek (onbemeten)	19,000
V06SCH000180 (46)	Bovenschelde (onbemeten)	88,000
V06SCH000210 (47)	Bovenschelde (onbemeten)	81,000
V04SCH000020 (48)	Oude Schelde (onbemeten)	42,000
V02JAB000040 (50)	Jabbeekse beek (onbemeten)	25,000
V03KGT000100 (52)	KGT (onbemeten)	70,000
V02KGO000080 (53)	KGO (onbemeten)	12,000
V02KAT000100 (54)	Bemalingsgebied De Katte (onbemeten)	12,000
V03SLE000090 (55)	Sleidingsvaardeken (onbemeten)	44,000
V02ZUI000130 (30a)	Zuidervaartje (onbemeten)	46,000
V02ZUI000060 (30b)	Zuidervaartje (onbemeten)	24,000
V02KER422030 (30c)	Kerkebeek (bemeten, limnigraaf 422)	63,000
V02PAD000050 (51a)	Bemalingsgebied Paddegat (onbemeten)	17,000
V02BRU000110 (51b)	Brugge (onbemeten)	6,000
V02KWE000091 (-)	Bemalingsgebied Kwetshage (onbemeten)	14,000

V02BOT000092 (-)	Boterbeek (onbemeten)	13,000
V02STE000115 (-)	Bemalingsgebied De Steger (onbemeten)	18,000
V02IVA000220 (-)	Isabellavaart (onbemeten)	23,090
V02NWG000210 (-)	Noordwatergang (onbemeten)	12,360
V02ZWI000200 (-)	Zwinnevaart (onbemeten)	34,470
V02LPK000190 (-)	Leopoldkanaal (onbemeten)	35,090
V02LPK000180 (-)	Leopoldkanaal (onbemeten)	31,450
V02LPK000170 (-)	Leopoldkanaal (onbemeten)	46,640
V02EWG000160 (-)	Eeklose watergang (onbemeten)	45,770
V02NOO000150 (-)	Noordbroekwatergang (onbemeten)	9,230
V03LPK000200 (-)	Leopoldkanaal (onbemeten)	41,490
V03LPK000210 (-)	Leopoldkanaal (onbemeten)	29,750
V03ISA000220 (-)	Isabellakanaal (onbemeten)	34,940
V03ZSB000230 (-)	Zwartesluisbeek (onbemeten)	39,840
N03BRA000160 (-)	Braakman (onbemeten)	55,100
F05LYSARM115 (-)	Lys (bemeten, limnigraaf Armentières)	1717,000
F05LYS000175 (-)	Lys (onbemeten)	248,000
F05DEUDON040 (-)	Deûle (bemeten, limnigraaf Don)	449,000
F05DEU000115 (-)	Deûle (onbemeten)	338,610
F05MARMAR100 (-)	Marque (bemeten, limnigraaf Marquette)	200,520
F05MAR000105 (-)	Marque (onbemeten)	26,640

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

4.5 Waterlopen

Tabel 18 geeft een lijst van de waterlopen die in het model van de Leie, de Bovenschelde en de Gentse Kanalen werden opgenomen.

Tabel 18 – Overzicht van gemodelleerde waterlopen

Waterloop	**Gedeelte gemodelleerd**	**Categorie**	**Gemodelleerde lengte (km)**
AKL	Volledig	0	54,8
Binnenvest	Volledig	3	3,1
Boudewijnkanaal	Volledig	0	14,7
Bovenschelde (Vl)	Volledig	0	46,0
Bovenscheldearmen	Volledig	0	-
Braakman	Volledig	-	9,4
Braakman_zijarm	Volledig	-	1,5
Bras_de_Canteleu	Volledig	-	2,1
Bras_de_la_Barre	Volledig	-	2,4
Bras_de_la_Madeleine	Volledig	-	0,7
Buitenvest	Volledig	1	2,1
Canal_de_Roubaix	Afwaarts monding Marque	-	7,5
Canal_de_Seclin	Volledig	-	4,4
Coupure	Volledig	0	2,2
Deule	Afwaarts debietmeter te Don	-	34,4
Durmekanaal	Volledig	0	7,1
Gent-Achterdok	Volledig	0	0,8
Gent-Bovenschelde	Volledig	0	4,9
Gent-DePauw	Volledig	0	0,5
Gent-Handelsdok	Volledig	0	1,1
Gent-Houtdok	Volledig	0	0,2

Gent-Ketelvaart	Volledig	0	0,6
Gent-KGO	Volledig	0	6,4
Gent-Leie	Volledig	0	5,8
Gent-Leiearm1	Volledig	0	0,7
Gent-Leiearm2	Volledig	0	1,3
Gent-Lieve	Volledig	0	0,8
Gent-Muinkschelde	Volledig	0	1,6
Gent-Neerschelde	Volledig	0	2,3
Gent-Tolhuisdok	Volledig	0	0,5
Gent-Verbinding	Volledig	0	1,7
Gent-Visserijvaart	Volledig	0	1,3
Hertsbergebeek	Afwaarts limnigraaf te Oostkamp	1	0,9
Heulebeek	Afwaarts limnigraaf te Heule	1	6,3
Kerkebeek	Afwaarts limnigraaf te Brugge Sint-Michiels	1	2,7
KGO	Volledig	0	63,1
KGO-jachthaven	Volledig	0	1,0
KGT	Volledig	0	26,2
KGT-Voorhaven	Volledig	0	2,8
KGT_Bastion	Volledig	0	0,7
KGT_Grootdok	Volledig	0	2,9
KGT_Kluizendok	Volledig	0	1,7
KGT_Massagoedhaven	Volledig	0	0,5
KGT_Mercatordok	Volledig	0	0,7
KGT_Middendok	Volledig	0	0,5
KGT_Noorddok	Volledig	0	0,5
KGT_Rodenhuizendok	Volledig	0	1,3

KGT_SasvanGent	Volledig	0	1,0
KGT_Sifferdok	Volledig	0	2,2
KGT_Sluiskil	Volledig	0	0,6
KGT_Stroodorpe	Volledig	0	2,1
KGT_Zelzate	Volledig	0	0,4
KGT_Zevenaarhaven	Volledig	0	1,1
KGT_Zuiddok	Volledig	0	0,5
KPN	Ten noorden van sluis Plassendale	0	0,3
Grensleie	Volledig	0	36,4
Leie (Vlaanderen)	Volledig	0	8,7
Toeristische Leie	Volledig	0	24,9
Leie-Drongen	Volledig	0	2,1
Leie-Kortrijk	Volledig	0	0,9
Leie-StDenijsWestrem	Volledig	0	0,3
Leiearmen Gent	Volledig	0	1,9
Leopoldkanaal	Volledig	0	40,8
Leopoldkanaal (zijtak)	Volledig	0	0,5
Lys-(Wallonië)	Volledig	-	7,7
Lys (Frankrijk)	Afwaarts debietmeter te Armentières	-	6,6
Maarkebeek	Afwaarts limnigraaf te Etikhove	1	1,9
Maarkebeek-molen	Volledig	1	0,1
Mandel	Afwaarts limnigraaf te Oostrozebeke	1	5,8
Moervaart	Volledig	0	22,5
Oude_Leie (Fr.+ Wall.)	Volledig	-	9,9
Oude Leie (Vlaanderen)	Volledig	0	1,61

Ringvaart-Noord	Volledig	0	5,9
Ringvaart-West	Volledig	0	12,4
Ringvaart-Zuid	Volledig	0	3,5
Rivierbeek	Afwaarts limnigraaf te Oostkamp	1	6,0
StekenseVaart	Afwaarts pompstation	1	4,6
Vieux_bras_de_Don	Volledig	-	2,0
Zeeschelde	Opwaarts tijpost Melle	0	38,0
Zeeschelde-Zwijnaarde	Volledig	0	3,4
Zuidervaartje	Volledig	1	11,7
Zuidlede	Volledig	1	12,8
Zwalm	Afwaarts limnigraaf te Nederzwalm	1	1,8

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

4.6 Dwarssecties

4.6.1 Herkomst en naamgeving

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

De naam van de gemodelleerde waterloop stemt overeen met de werkelijke naam van de waterloop. De bevaarbare waterlopen hebben slechts één naam. De zijrivieren worden genoemd volgens de naam van de zijrivier ter hoogte van de monding.

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

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

De dwarssecties in het 1D model van de Leie, de Bovenschelde en de Gentse Kanalen werden afgeleid uit de topografische gegevens beschreven in paragraaf 3.1.

4.6.2 De hydraulische weerstand

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

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

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

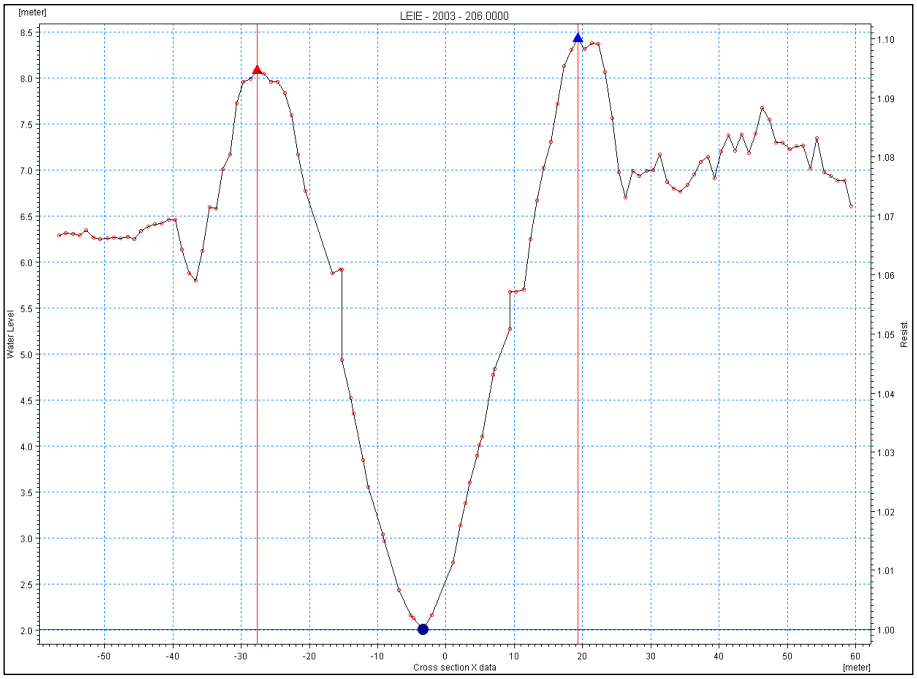
De hydraulische weerstand van de dwarssecties in het 1D model van de Leie, de Bovenschelde en de Gentse Kanalen werd bepaald door kalibratie. De gekalibreerde waarden worden beschreven in paragraaf 5.1.

4.6.3 Het plaatsen van 'markers'/processed data

Een groot aantal van de gemeten dwarssecties hebben aan linker- en/of rechteroever delen van het maaiveld die lager gelegen zijn dan de maximale terreinhoogte aan het talud. Wanneer het waterpeil stijgt tot boven die lager gelegen delen maar onder de oeverwal blijft, zal het softwarepakket Mike11 onder normale omstandigheden toch water laten stromen over deze gebieden. Daarom werden alle dwarssecties voorzien van markers voor linker- en rechteroever. Op deze manier wordt tijdens de berekening enkel de geometrie van de sectie 'binnen' deze markers in rekening genomen. Een voorbeeld van de positie van deze markers wordt gegeven in Figuur 172 voor de Leie met chainage 206 meter.

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

Figuur 172 – Voorbeeld van 'markers' voor linker- en rechteroever



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

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

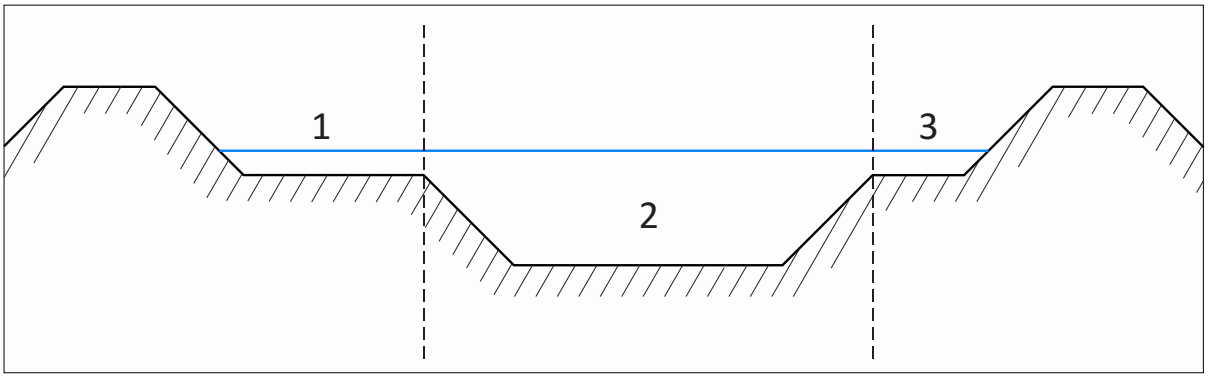
Bij de opmaak van de hydrodynamische modellen van het WL wordt standaard gebruik gemaakt van de tweede optie (equidistant).

Bij het gebruik van de hydraulische straal komt het vaak voor dat de berekende doorvoercapaciteit niet monotoon stijgt in functie van de waterhoogte (ook bij een equidistante selectie van de waterhoogtes waarvoor de processed data worden berekend). De doorvoercapaciteit wordt immers berekend op basis van de hydraulische straal die bij discontinuïteiten in de dwarssectie ook niet steeds monotoon stijgt met de hoogte. Bij een plotse verbreding van de sectie neemt de natte omtrek immers sterk toe, terwijl de natte sectie min of meer ongewijzigd blijft. De hydraulische straal, gedefinieerd als de verhouding tussen natte oppervlakte en natte omtrek, wordt hierdoor plots kleiner.

Dit fenomeen is om twee redenen te vermijden. Ten eerste kan het aanleiding geven tot instabiliteiten. Bij eenzelfde doorvoercapaciteit kunnen immers twee waterhoogtes horen, waartussen de berekening zal oscilleren. Ten tweede is een terugval in de doorvoercapaciteit bij toenemende hoogte fysisch onmogelijk. Daarom werden de processed data van alle secties visueel gecontroleerd op dit fenomeen. Als vastgesteld werd dat de doorvoercapaciteit niet monotoon steeg met de waterhoogte werd de

dwarssectie ter hoogte van deze discontinuïteit opgesplitst in deelsecties (zie Figuur 173). De doorvoercapaciteit van de totale sectie wordt dan berekend als de som van de doorvoercapaciteiten van de deelsecties.

Figuur 173 – Voorbeeld van een dwarssectie opgesplitst in drie deelsecties.



4.7 Overstromingsgebieden

4.7.1 Modelleringstechniek

Er zijn in Mike11 vier mogelijkheden om overstromingsgebieden te beschrijven:

- Uitgebreide dwarsprofielen: De geometrie van de dwarsdoorsnede wordt langs linker- en/of rechteroever uitgebreid op basis van de topografie van het maaiveld. Het maaiveld krijgt daarbij over het algemeen een grotere ruwheid dan het zomerbed. Deze methode kan worden toegepast als winterbed en zomerbed steeds dezelfde waterhoogte hebben (er is geen zomerdijk aanwezig) en als de stroming in het winterbed niet verwaarloosbaar is.
- Berging: Aan linker- en of rechteroever van de dwarsdoorsnede wordt bijkomende berging toegekend. Deze methode kan worden toegepast als winterbed en zomerbed dezelfde waterhoogte hebben (er is geen zomerdijk aanwezig) en als de stroming in het winterbed verwaarloosbaar is.
- Parallelle waterloop: Overstromingsgebieden met een ‘sterke’ stroming en waarbij de waterhoogte kan verschillen van de waterhoogte in de hoofdrivier, kunnen in het model worden ingebracht als een riviertak, parallel aan de hoofdrivier. De parallelle tak en de hoofdrivier worden met elkaar verbonden door zijdelingse overlaten die de stroming over de dijk voorstellen. Deze overlaat wordt gedefinieerd door in het waterlopennetwerk een ‘link channel’ aan te brengen. Dit ‘verbindingskanaal’ wordt bepaald door de geometrie van de overlaat (dwarssectie), bijzondere ladingsverliezen en door de eventuele aanwezigheid van bijkomende berging. Door het regelen van deze bijkomende berging kan men er nauwkeurig op toezien dat hetzelfde bergingsvolume niet tweemaal in het model wordt ingebracht.
- Reservoir: De ‘link channel’ kan ook worden gebruikt om een riviertak te verbinden met een reservoir in Mike11 ‘Flood Cell’ genoemd. Het reservoir wordt dan gedefinieerd als bijkomende berging aan een fictieve dwarssectie. Deze methode wordt gebruikt als waterhoogte in winterbed en zomerbed verschillend (kunnen) zijn en als de stroming in het winterbed verwaarloosbaar is.

De valleigebieden in het 1D model van de Leie, de Bovenschelde en de Gentse Kanalen werden gemodelleerd door middel van een combinatie van parallelle takken (Flood branch) en reservoirs (Flood cell).

Valleigebieden waarvan vermoed wordt dat ze vooral een waterbergende functie hebben, worden gemodelleerd als reservoir. Valleigebieden die naast een waterbergende ook een watervoerende functie hebben, worden gemodelleerd als parallelle takken.

De huidige modelversie bevat 65 parallelle takken en 81 reservoirs.

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

Voor de modellering van de wachtbekkens en de overstroombare valleigebieden werd oorspronkelijk gebruik gemaakt van de digitale hoogtemodellen opgesteld in het kader van de meetcampagnes van DVW (zie 3.1). Bij latere modelactualisaties werd gebruik gemaakt van het DHM-Vlaanderen I.

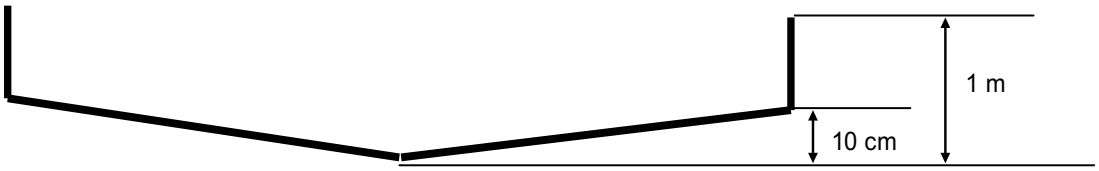
4.7.2 Link channels

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

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

Elk link channel wordt gekenmerkt door:

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



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

4.7.3 Naamgeving

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

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

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

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

Ook voor bestaande GOG's wordt de naamgeving aangepast. De naam van de parallelle tak bestaat uit 'GOG' gevolgd door de 8 eerste letters van de naam van het GOG. Bijvoorbeeld: GOGwijmeers, voor het GOG Wijmeers.

4.8 Hydraulische structuren

4.8.1 Algemeen

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

- 'Culverts'
- 'Weirs'
- 'Pumps'
- 'Control structures'

In de volgende paragrafen wordt elk van deze modelelementen verder toegelicht.

4.8.2 Culverts

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

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

Het Mike11 culvert element wordt binnen deze studie gebruikt voor:

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

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

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

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

Opmerkingen:

- De culvert modelelementen die bestaande kokers voorstellen, worden steeds op een apart (onoverstroombaar) 'link channel' geplaatst. De naam van dit link channel bevat UIT of IN, voor respectievelijk uit- of inwateringskokers.
- De ID van een culvert die op een link channel wordt geplaatst is steeds '$LINK'. Dit wordt opgelegd door de modelleringssoftware.
- In een waterloop moeten de op- en afwaartse sectie groter zijn dan de koker.

4.8.3 Weirs

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

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

Het modelelement 'special weir' wordt enkel gebruikt als geen enkele van de drie andere formuleringen in staat is het Qh verband van de overlaat voor modulaire (of volkomen) stroming

nauwkeurig te beschrijven. Dit kan enkel worden vastgesteld als dit Qh-verband via fysische laboratoriumproeven werd bepaald. Voor onderhavige studie was dit niet het geval.

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

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

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

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

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

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

4.8.4 Pumps

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

Voor elke pomp moeten twee zaken gespecifieerd worden:

- De pompcapaciteit
- De regeling

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

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

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

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

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

4.8.5 Control structures

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

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

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

Daarnaast worden voor elke structuur ook de sturingsregels beschreven.

4.9 Randvoorwaarden

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

4.9.1 Opwaartse en zijdelingse randvoorwaarden

Aan de opwaartse en zijdelingse randen van het model worden debieten opgelegd. Indien beschikbaar wordt gebruik gemaakt van gemeten reeksen voor deelstroomgebieden die door limnigrafen bemeten worden. Een aantal opwaartse en zijdelingse randen zijn niet bemeten. Hiervoor worden de debietreeksen berekend door middel van herschaling van debietreeksen van naburige bemeten deelstroomgebieden. In Tabel 19 wordt een overzicht gegeven van de gebruikte metingen en de toegepaste herschalingen.

Tabel 19 – Herkomst opwaartse randvoorwaarden

Deelbekken	**Meting / herschaling**	**Meetpost**
F05LEI386000	Meting	Lei11a (386)
V05LEI000190	Herschaling	L05_403
V05LEI000240	Herschaling	L05_403
V05LEI000250	Herschaling	L05_409
V05LEI000280	Herschaling	L05_409
V05LEI000290	Herschaling	L02_426
V05LEI000300	Herschaling	L02_426
V05GAV000260	Herschaling	L05_403
V05HEU000220	Herschaling	L05_403

V05HEU403210	Meting	L05_403
V05MAN000270	Herschaling	L05_409
V05MAN401230	Meting	L05_409
V05GEL000200	Herschaling	L05_403
V03POE446000	Meting	L03_446
V03AFL000010	Herschaling	L02_426
V02EDE000142	Herschaling	L02_442
V02AFL000141	Herschaling	L02_442
V03KGT000080	Herschaling	Moe02a (302)
V03KGO000050	Herschaling	L02_426
V03KAL000020	Herschaling	L02_426
V03RIE000040	Herschaling	L02_426
V02KGO000000	Herschaling	L02_426
V03AFL000070	Herschaling	L02_442
V02EDE442120	Meting	L02_442
V03LIE000060	Herschaling	L02_442
V03GEN000030	Herschaling	L06_342
V04SCH000000	Herschaling	L06_342
V06SCH000220	Herschaling	L06_342
F06BOS325001	Meting	Bos05m (325)
V06SCH000140	Herschaling	L541
W06RHO000120	Herschaling	L541
W06RHOL54100	Meting	L541
W06HAY000110	Herschaling	L541
V06MAA000170	Herschaling	LS06_347
V06MAA347160	Meting	LS06_347
V06ZWA342190	Meting	L06_342
V06ZWA000200	Herschaling	L06_342
V03MOE000001	Meting	Moe02a (302)
V06KBK000130	Herschaling	L5412
V02RIV425020	Meting	L02_425
V02HER426010	Meting	L02_426
V02RIV000070	Herschaling	L02_425
V06BEI000150	Herschaling	LS06_347
V06SCH000180	Herschaling	LS06_347

V06SCH000210	Herschaling	L06_342
V04SCH000020	Herschaling	L06_342
V02JAB000040	Herschaling	L02_422
V03KGT000100	Herschaling	Moe02a (302)
V02KGO000080	Herschaling	L02_422
V02KAT000100	Herschaling	L02_422
V03SLE000090	Herschaling	Moe02a (302)
V02ZUI000130	Herschaling	L02_422
V02ZUI000060	Herschaling	L02_422
V02KER422030	Meting	L02_422
V02PAD000050	Herschaling	L02_422
V02BRU000110	Herschaling	L02_422
V02KWE000091	Herschaling	L02_422
V02BOT000092	Herschaling	L02_422
V02STE000115	Herschaling	L02_422
V02IVA000220	Herschaling	L02_442
V02NWG000210	Herschaling	L02_442
V02ZWI000200	Herschaling	L02_442
V02LPK000190	Herschaling	L02_442
V02LPK000180	Herschaling	L02_442
V02LPK000170	Herschaling	L02_442
V02EWG000160	Herschaling	L02_442
V02NOO000150	Herschaling	L02_442
V03LPK000200	Herschaling	L02_442
V03LPK000210	Herschaling	L02_442
V03ISA000220	Herschaling	L02_442
V03ZSB000230	Herschaling	L02_442
N03BRA000160	Herschaling	L02_442
F05LYSARM115	Meting	E3660120
F05LYS000175	Herschaling	E3660120
F05DEUDON040	Meting	E3102110
F05DEU000115	Herschaling	E3102110
F05MARMAR100	Meting	E3383510
F05MAR000105	Herschaling	E3383510

Voor de Heulebeek te Heule (L05_403) waren geen debietgegevens beschikbaar. De afvoeren werden geschat door het herschalen van de debietmetingen voor de Heulebeek te Moorsele (L05_404).

Voor de Poekebeek te Nevele (L05_446) waren geen debietgegevens beschikbaar. De afvoeren werden geschat door het herschalen van de debietmetingen voor de Hertsbergebeek te Oostkamp (L02_426).

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

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

4.9.2 Afwaartse randvoorwaarden

Aan de afwaartse rand van het model worden gemeten waterstanden opgelegd. Tabel 20 geeft een overzicht van de afwaartse randvoorwaarden in het model.

Tabel 20 – Herkomst afwaartse randvoorwaarden

Waterloop	**Locatie**	**Meetpost**
Kanaal Gent-Oostende	Oostende	OST
Boudewijnkanaal	Zeebrugge	ZLD
Leopoldkanaal	Zeebrugge	ZLD
Afleidingskanaal Leie	Zeebrugge	ZLD
Kanaal Gent-Terneuzen	Terneuzen	TERN
Braakman	Terneuzen	TERN
Durme	Lokeren	OM650
Zeeschelde	Melle	Zes57a

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

5 Kalibratie en validatie

5.1 Kalibratie

5.1.1 Werkwijze

De huidige modelversie is ontstaan door het samenvoegen van onderdelen van modellen die in andere studies gekalibreerd werden. De meeste waterlopen in Vlaanderen werden gekalibreerd als onderdeel van Bogman et al. (2013). De waterlopen in Noord-Frankrijk werden gekalibreerd in het kader van Pereira et al. (2009). De Zeeschelde werd gekalibreerd in Coen et al. (2018). Voor een volledige beschrijving van de werkwijze wordt verwezen naar de rapporten van deze studies.

De huidige modelversie (2015) werd niet geherkalibreerd, maar enkel gevalideerd op basis van recente gebeurtenissen. De eerder bepaalde ruwheidscoëfficiënten voor de waterlopen en de valleigebieden werden allemaal ongewijzigd behouden.

5.1.2 Perioden

De perioden die gebruikt werden voor de kalibratie worden weergegeven in Tabel 21, Tabel 22 en Tabel 23.

Tabel 21 – Overzicht kalibratieperioden Vlaanderen

Naam	**Type**	**Begin**	**Einde**
Januari 2003	Was	20/12/2002 02:00	10/01/2003 02:00
November 2010	Was	05/11/2010 00:00	30/11/2010 00:00

Tabel 22 – Overzicht kalibratieperioden Noord-Frankrijk

Naam	**Type**	**Begin**	**Einde**
December 2005	Was	23/11/2005 00:00	20/12/2005 00:00
Februari 2007	Was	06/02/2007 00:00	07/03/2007 00:00
Juli 2007	Was	19/07/2007 00:00	24/07/2007 00:00

Tabel 23 – Overzicht kalibratieperioden Zeeschelde

Naam	Type	Begin	Einde
Juni 2014	Gemiddeld tij	01/06/2014 10:00	30/06/2014 23:00
Oktober 2014	Storm	18/10/2014 16:30	24/10/2014 00:00
December 2013	Zware storm	04/12/2013 11:00	08/12/2013 00:00

5.1.3 Resultaten

De vroeger uitgevoerde kalibraties leidden tot de Manning-ruwheidscoëfficiënten vermeld in Tabel 24, Tabel 25 en Tabel 26.

Tabel 24 – Overzicht gekalibreerde ruwheid Vlaanderen

Waterloop	US Chainage	DS Chainage	Ruwheid (Manning)
AKL	0	55188	0,02
Binnenvest	0	3043	0,033
Boudewijnkanaal	0	14720	0,023
Bovenschelde	5024	13639	0,025
Bovenschelde	13639	25970	0,02
Bovenschelde	25970	51061	0,023
Buitenvest	0	2112	0,05
Coupure	0	2244	0,05 – 0,023
Dauwbeek	0	7215	0,05
Duivebeek	0	2590	0,05
Duivebeek_opw	0	1600	0,05
Durmekanaal	61	7153	0,03
FB_Bovenschelde-L01	0	10000	0,05
FB_Bovenschelde-R01	0	6000	0,05
FB_Leie-R06	0	1503	0,05
FB_Leie-R08	0	1622	0,07

Gaverbeek	0	2524	0,05
Gaverbeek_opw	0	700	0,05
Hertsbergebeek	0	871	0,07
Heulebeek	0	6255	0,055
Kerkebeek	3254	5903	0,033
KGO	0	39000	0,025
KGO	39000	39500	0,025 – 0,02
KGO	39500	63100	0,02
KGO-jachthaven	0	1003	0,028
KGT	0	26200	0,023
KPN	0	278	0,028
Leie	22517	83772	0.023
Leiearm-L01	0	2948	0,05
Leiearm-L02	0	4250	0,05
Leie-Drongen	0	2100	0,028
Leie-Kortrijk	0	914	0,028
Leie-StDenijsWestrem	0	270	0,028
Maarkebeek	0	1939	0,045
Maarkebeek-molen	0	95	0,045
Mandel	0	5818	0,06
Middensluis	0	1952	0,023
Moervaaty	0	22488	0,03
Oostsluis	0	2900	0,023
OudeMandel1	0	1902	0,05
OudeMandel2	0	1392	0.05
Ringvaart-noord	0	5864	0,023
Ringvaart-west	0	12366	0,023

Ringvaart-zuid	12415	15930	0,023
Rivierbeek	0	6037	0,09
Rosdambeek	0	3000	0,05
Stuw-Evergem	255	1305	0,023
Stuw-StBaafsVijve	0	2390	0,023
Vosselareput	200	4690	0,05
Westsluis	0	3200	0,023
Zeeschelde-Zwijnaarde	0	3355	0,023
Zuidervaartje	0	11284	0,025
Zwalm	0	1794	0,06
Globale default	-	-	0,0333

Tabel 25 – Overzicht gekalibreerde ruwheid Noord-Frankrijk

Waterloop	**US Chainage**	**DS-Chainage**	**Ruwheid (Manning)**
Bras_de_Canteleu	0	2100	0,0286
Bras_de_la_Barre	0	2400	0,0286
Bras_de_la_Madeleine	0	710	0,0286
Canal_de_Roubaix	0	7500	0,0286
Canal_de_Seclin	0	4430	0,0286
Deule	0	28300	0,0286
Deule	28500	34400	0,022
Leie	0	8710	0,0286
Lys-1	34475	39900	0,022
Lys-1	39990	42175	0,0286
Lys-2	0	6570	0,0286
Oude_Leie_1	0	1400	0,0286

Oude_Leie_2	0	1416	0,0286
Oude_Leie_3	0	1690	0,0286
Oude_Leie_4	0	1200	0,0286
Oude_Leie_5	0	1900	0,0286
Oude_Leie_6	0	950	0,0286
Oude_Leie_7	0	1320	0,0286
Oude_Leie_8	0	1610	0,0286
Sluis-Armentières	0	330	0,0286
Sluis-Comines	0	400	0,0286
Sluis-Don-N	0	300	0,0286
Sluis-Grand-Carr	0	230	0,0286
Sluis-Menen	0	450	0,0286
Sluis-Quesnoy	0	184	0,0286
Vieux_bras_de-Don	0	2000	0,0286
Globale default	-	-	0,0333

Tabel 26 – Overzicht gekalibreerde ruwheid Zeeschelde

Waterloop	**US Chainage**	**DS-Chainage**	**Ruwheid (Manning)**
GGGbergenm1	0	998	0,1
GGGbergenm2	0	422	0,1
GOGpaardewe	0	2445	0,1
GOGwijmeers	0	1416	0,1
OPLheusden	0	968	0,1
Zeeschelde	69700	80860	0,03325-0,02650
Zeeschelde	80860	84150	0,02650-0,02725
Zeeschelde	84150	93000	0,02725-0,02800
Zeeschelde	93000	99300	0,02800-0,02900

Zeeschelde	99300	99800	0,02900-0,03000
Zeeschelde	99800	99850	0,03000-0,03100
Zeeschelde	99850	107650	0,03100
Globale default	-	-	0,03

De waterlopen die bij de uitbreiding van het model toegevoegd werden, kregen de geschatte Manning-ruwheidscoëfficiënten vermeld in Tabel 27.

Tabel 27 – Overzicht geschatte ruwheid modeluitbreiding

Waterloop	**US Chainage**	**DS-Chainage**	**Ruwheid (Manning)**
Braakman	0	9386	0,02
Braakman_zijarm	0	1182	0,02
Leopoldkanaal	0	40708	0,02
LPK	0	488	0,02
StekenseVaart	0	4635	0,03

De waterlopen en valleigebieden die niet in de voorgaande tabellen vermeld werden, kregen allen een default Manning-ruwheidscoëfficiënt van 0,033.

5.2 Validatie

5.2.1 Perioden

De perioden die gebruikt werden voor de validatie worden weergegeven in Tabel 28.

De was van november 2010 werd reeds gebruikt in eerdere studies (Bogman et al., 2013). De andere gebeurtenissen niet.

Tabel 28 – Overzicht validatieperioden

Naam	**Type**	**Begin**	**Einde**
November 2010	Was	01/11/2010 01:30	05/12/2010 00:00
Maart 2012	Was	01/03/2012 00:00	01/04/2012 00:00
December 2013	Zware storm	27/11/2013 00:00	12/12/2013 00:00
Juni 2016	Was	15/05/2016 00:00	16/07/2016 00:00

Januari 2017	Was en storm	07/01/2017 00:00	22/01/2017 00:00

5.2.2 Werkwijze

Correcties randvoorwaarden

In de eerste set randvoorwaarden waren de afvoeren voor de deelbekkens van de Lys, de Deûle en het Canal de Roubaix in Noord-Frankrijk allen gebaseerd op metingen in Noord-Frankrijk. Uit een eerste berekening bleek echter dat de debieten op de Leie te Menen dan onderschat worden. Dit bemoeilijkt de validatie voor alle waterlopen die afwaarts van Menen gelegen zijn. Om dit probleem te verhelpen, werden de randvoorwaarden voor Noord-Frankrijk bijgestuurd. In de nieuwe set randvoorwaarden zijn de afvoeren voor de deelbekkens van de Lys, de Deûle en het Canal de Roubaix gebaseerd op herschalingen van de gemeten afvoer op de Leie te Menen.

Tijdens de validatie bleek dat de afvoeren op de Bovenschelde te Gavere en de Leie te Machelen onderschat werden. Dit bemoeilijk de validatie van de waterlopen die afwaarts van de Ringvaart gelegen zijn. Om toch de correcte afvoer naar de Ringvaart te bekomen, werd op de geschatte afvoeren (herschaalde meetreeksen) van de onbemeten bekkens langsheen de Bovenschelde en Leie een correctiefactor toegepast.

Correcties hydrodynamisch model

De modelversie 2015 geeft de situatie rond 2015 weer. Voor het doorrekenen van de gebeurtenissen van november 2010, maart 2012 en december 2013 moesten drie recente ingrepen uit het model verwijderd worden: (1) de bouw van het noodgemaal op het Leopoldkanaal te Zeebrugge, (2) de bouw van het gemaal op het Durmekanaal te Lokeren en (3) de vervanging van de oude stuw op de Leie te Harelbeke door een tijdelijke stuw.

Simulaties

Elke validatieperiode werd drie maal doorgerekend. De berekeningen verschillen van elkaar door de keuze van de randvoorwaarden (met of zonder correcties) en de sturing van de kunstwerken.

Bij de eerste berekening werd gebruik gemaakt van de gecorrigeerde randvoorwaarden. Daarnaast werd voor alle kunstwerken gebruik gemaakt van een automatische regeling.

Bij de tweede berekening werd eveneens gebruik gemaakt van de gecorrigeerde randvoorwaarden. Voor de kunstwerken die de waterverdeling in het Groot Pand beïnvloeden, werden echter alle beschikbare en betrouwbare gemeten klep- en schuifstanden gebruikt:

- Stuw Zwijnaarde
- Stuw en sluis Merelbeke
- Stuw Evergem
- Stuw, sluis en sifon Schipdonk
- Keersluis Beernem

Bij de derde berekening werd gebruik gemaakt van de originele randvoorwaarden voor de Noord-Franse deelbekkens en een automatische sturing voor alle kunstwerken. Deze berekening werd enkel gebruikt voor de validatie van het gedrag van de waterlopen in Noord-Frankrijk.

5.2.3 Resultaten

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

De grafieken (Bijlage H) tonen waterpeilen of debieten en cumulatieve volumes op de locaties van de meetposten. Elke grafiek toont een gemeten curve (indien beschikbaar tijdens de beschouwde periode) en twee gesimuleerde curven (met automatische regeling (AR) en met historische regeling (HR) voor een aantal kunstwerken). De grafieken m.b.t. de waterlopen in Noord-Frankrijk tonen de resultaten van simulaties met verschillende randvoorwaarden (gemeten (AR rvw orig) en herschaald (AR rvw Menen)). Daarnaast zijn er ook grafieken met de stand van de regelbare kunstwerken. Deze bevatten telkens twee curven: één met de werkelijke, gemeten stand en één met de gesimuleerde stand (AR). De grafieken voor de kunstwerken in Noord-Frankrijk tonen enkel berekende klepstanden. Deze zijn opnieuw afkomstig van simulaties met verschillende randvoorwaarden (gemeten (AR rvw orig) en herschaald (AR rvw Menen)).

De lengteprofielen (Bijlage I) tonen de maximale waterstanden langsheen de Lys en Grensleie (tussen Armentières en Menen), de Deûle (tussen Don en Deûlemont), de Leie (tussen Menen en Gent), de Bovenschelde (tussen Helkijn en Gent), de Ringvaart rond Gent (tussen Wondelgem en Melle). Het Afleidingskanaal van de Leie (tussen Deinze en Heist), het Kanaal Gent-Oostende (tussen Gent en Oostende), het Boudewijnkanaal (tussen Brugge en Zeebrugge), het Leopoldkanaal en de Braakman (tussen Hoeke en Heist), het Kanaal Gent-Terneuzen (tussen Gent en Terneuzen), de Moervaart en het Durmekanaal (tussen Lokeren en Mendonk) en de Zeeschelde (tussen Gentbrugge en Dendermonde). De gemeten waarden worden weergegeven door middel van discrete symbolen ter hoogte van de meetposten. De gesimuleerde waarden worden weergegeven door middel van twee continue lijnen (met automatische regeling (AR) en met historische regeling (HR) voor een aantal kunstwerken). De lengteprofielen voor de Lys, Grensleie en Deûle tonen resultaten voor simulaties met twee sets randvoorwaarden (gemeten (AR) en herschaald (NF)).

De overstromingskaarten (Bijlage J) bestaan, net zoals de modelschematisatiekaarten, uit een overzichtskaart voor het volledige bekken en vier deelkaarten. Op elke kaart wordt de maximale overstromingsdiepte weergegeven. Deze diepte is afkomstig van de simulatie met historische regeling voor een aantal kunstwerken. Op de deelkaarten worden ook de contouren van de Recent Overstroomde Gebieden (ROG, versie 2017) weergegeven.

In de volgende paragrafen worden de resultaten voor de verschillende validatieperioden kort besproken.

November 2010

Waterstanden

Langsheen de Deûle en de Lys in Frankrijk zijn de verschillen tussen de simulaties met gemeten en herschaalde randvoorwaarden vrij beperkt. Aangezien de waterstanden gecontroleerd worden door stuwen, zijn de verschillen vooral zichtbaar afwaarts van de stuwen. Er zijn slechts weinig metingen beschikbaar om de modelresultaten te toetsen. Op de Deûle opwaarts Grand-Carré werd een opstuwing van enkele dm gemeten, die door het model niet weergegeven wordt. Op de Lys opwaarts Armentières wordt het waterpeil systematisch onderschat.

Op de Grensleie in Comines zijn de resultaten voor de herschaalde randvoorwaarden duidelijk beter dan die voor de gemeten randvoorwaarden.

Langsheen de Leie wijken de gesimuleerde piekwaterstanden enkele dm af van de gemeten piekwaterstanden. Het grootste verschil doet zich voor in Kortrijk, met een onderschatting van ongeveer 40 cm.

Langsheen de Bovenschelde wijken de gesimuleerde piekwaterstanden enkele dm af van de gemeten piekwaterstanden. Het grootste verschil doet zich voor in Asper (opwaarts), met een onderschatting van ongeveer 30 cm.

De piekwaterstand op het Westervak van de Ringvaart (Merelbeke en Evergem) wordt door het model licht (10 cm) onderschat. Het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand leidt tot een 5 à 10 cm hogere waterstand op de Ringvaart.

De gemeten piekwaterstand op het Zuidervak van de Ringvaart (Merelbeke) vertoont een afplatting en is lager dan de piekwaterstand op de Zeeschelde te Melle. Dat doet vermoeden dat de meetwaarde onderschat is.

De piekwaterstanden op de Tijarm van Zwijnaarde en de Zeeschelde worden door het model licht (10 cm) onderschat. Wanneer de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand gebruikt wordt, dan stijgen de piekwaterstanden tot vlak onder de gemeten waarden. De berekende laagwaterstanden op de Zeeschelde te Gentbrugge zijn veel lager dan de gemeten waarden. De meetpost bevindt zich echter in de aangeslibde en met riet begroeide sluisgeul, waardoor de gemeten laagwaterstanden niet representatief zijn voor die in de hoofdgeul.

De piekwaterstanden in het Noordervak van de Ringvaart (Evergem) en het Kanaal Gent-Terneuzen worden door het model enkele dm onderschat. De grootste onderschatting doet zich voor net afwaarts van de stuw in Evergem (30 cm). De impact van de regeling van de kunstwerken op het Groot Pand is beperkt (10 cm of minder).

De piekwaterstanden op de Moervaart (Sinaai) zijn ongeveer goed. Het gemaal op het Durmekanaal te Lokeren was in deze periode nog niet actief.

De piekwaterstanden in het opwaartse pand van het Kanaal Gent-Oostende worden door het model met enkele dm onderschat. Deze onderschatting loopt op tot ongeveer 30 cm in Beernem (opwaarts) en Brugge. De toepassing van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand heeft weinig invloed op de modelresultaten. De waterstanden in het afwaartse pand worden door het model systematisch met enkele dm overschat. Mogelijk lag het werkelijke streefpeil lager dan het theoretische. Indien de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand gebruikt wordt, dan neemt de overschatting nog toe. Tijdens wassen wordt het streefpeil in Oostende preventief verlaagd. Tijdens de piek van de was wordt deze preventieve verlaging vrij goed weergegeven. Uit de metingen blijkt echter dat deze verlaging vermoedelijk vroeger ingezet en langer aangehouden werd. Bij de interpretatie van de resultaten mag niet uit het oog verloren worden dat er voor dit kanaal geen topografische opmetingen beschikbaar waren en dat het model gebruik maakt van typeprofielen.

Het waterpeil in het Boudewijnkanaal wordt door de modellen vrij goed weergegeven. De werkelijke fluctuaties (ongeveer 20 cm) zijn groter dan de gemodelleerde (ongeveer 10 cm).

De piekwaterstanden in het opwaartse en middelste pand van het Afleidingskanaal van de Leie worden met enkele dm onderschat. Uit de metingen blijkt dat het streefpeil van de stuw in Balgerhoeke een 10-tal cm hoger ligt dan het streefpeil dat in het model toegepast wordt (5,0 mTAW als de stuw in Schipdonk dicht is en 4,8 mTAW als de stuw in Schipdonk open staat). De hoogste waarde van de meting van EMT afwaarts van de stuw van Balgerhoeke lijkt niet betrouwbaar en stemt vermoedelijk overeen met het maximale meetbereik. In het afwaartse pand wordt het verloop van het schijngetij vooral voor en na de was door het model niet correct weergegeven. Het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand heeft maar een beperkte invloed op de piekwaterstand, maar zorgt over het algemeen wel voor een verbetering van de berekende waterstand voor en na de was.

De waterstanden op het oostelijke pand van het Leopoldkanaal worden door het model tot 30 cm onderschat. Een mogelijke verklaring is een foutieve inschatting van de initiële toestand in de Braakmankreek. Het initiële waterpeil ligt in het model een 30-tal cm lager dan volgens de metingen het geval was. Een andere factor die een rol zou kunnen spelen zijn de sturingsregels van de stuw in Sint-Laureins en het Isabellagemaal. Beiden zijn in de loop der jaren meermaals aangepast. In het

model worden de huidige sturingsregels toegepast. In 2010 waren die ongetwijfeld nog anders. De waterstanden op het westelijke pand worden door de modellen een 10-tal cm overschat. De gemeten waterstanden in Sint-Laureins zijn lager dan de gemeten waterstanden in Maldegem en die ten westen van de stuw in Sint-Laureins. Dit wijst erop dat ze onbetrouwbaar zijn. De waterstanden ten westen van de stuw van Sint-Laureins zijn hoger dan de maximale stand van de stuw (2,4 mTAW). Er is dus water over de stuw heen van het westelijke naar het oostelijke pand gestroomd. Het noodgemaal in Zeebrugge was in deze periode nog niet actief. Het Leopoldkanaal wordt amper beïnvloed door het gebruik van de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand. Beide simulaties vallen dan ook zo goed als samen.

De piekwaterstanden op de Kerkebeek worden door het model zwaar onderschat (ongeveer 1 m te laag). Deze waterstanden worden beïnvloed door het werkingsregime van het pompstation Ketsbrugge (dat in de loop der jaren meermaals aangepast is) en de toestand van de Lapperfortsifon (die in het verleden zwaar aangeslibd was, maar later geruimd werd). De waterstanden aan het afwaartse einde van het Zuidervaartje worden dan weer met enkele dm overschat. Hierbij dient opgemerkt dat de topografische gegevens voor het Zuidervaartje zeer onvolledig waren en dat de afmetingen van de Lurquinstuwbrug geschat werden. De afwijkingen op de waterstanden aan de sifon in Damme worden mee bepaald door de afwijkingen op de waterstanden in het Leopoldkanaal. De Kerkebeek en het Zuidervaartje worden eveneens weinig beïnvloed door het gebruik van de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand. Ook hier vallen de resultaten van beide simulaties zo goed als samen.

De resultaten voor waterlopen beheerd door VMM werden slechts vluchtig bestudeerd, om eventuele grove fouten te detecteren. Een aantal metingen vertoont zichtbare afwijkingen. Het is niettemin duidelijk dat het complexe bekken met de waterlopen die behoren tot het oppervlaktewaterwinningsgebied van Kluizen (Poekebeek, Kale, Lieve, Brakeleiken) waarschijnlijk nog niet correct gemodelleerd is. Hierbij mag men niet uit het oog verliezen dat de betrokken deelbekkens ruw geschematiseerd werden en dat de bedding van de betrokken waterlopen niet expliciet in het model opgenomen is.

Debieten en volumes

Aangezien de opwaartse randvoorwaarden langsheen de Lys, Deûle, Grensleie, Leie en Bovenschelde bijgestuurd werden om ongeveer de juiste volumes te bekomen op de Leie in Machelen en de Bovenschelde in Gavere (zie 5.2.2), zal de analyse van debieten en volumes toegespitst worden op de debietverdeling rond Gent en de wijze waarop deze verdeling beïnvloed wordt door het gebruik van historische klepstanden voor de kunstwerken op het Groot Pand.

De debietverdeling tussen de Toeristische Leie en het Afleidingskanaal van de Leie is niet correct: het volume op de Toeristische Leie te Deinze wordt onderschat en het volume op het Afleidingskanaal van de Leie te Merendree wordt overschat. Het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand heeft hier maar een beperkte invloed op. Een mogelijke verklaring is de verouderde weergave van de voormalige stuw op de Toeristische Leie te Astene (zie verder).

De debietverdeling vanuit het Groot Pand is ook niet correct. Het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie (Zomergem) wordt onderschat, het volume naar het Kanaal Gent-Oostende (Varsenare) wordt onderschat, het volume naar het Kanaal Gent-Terneuzen (Terneuzen) wordt overschat en het volume naar de Zeeschelde (Melle) wordt overschat. De debietmeting op de Ringvaart te Evergem wordt onbetrouwbaar bij hoge afvoeren en is dus niet geschikt om het totale volume te controleren. Door gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand, wordt het volume naar het Kanaal Gent-Terneuzen weinig beïnvloed. Het volume naar de Zeeschelde wordt verbeterd, maar het overtollige water wordt nu via het Afleidingskanaal van de Leie en het Kanaal Gent-Oostende afgevoerd, met een overschatting i.p.v. een onderschatting op deze kanalen tot gevolg.

Opmerking: de ‘gemeten’ debieten in Terneuzen zijn daggemiddelde debieten, berekend door de spuicomputer van het sluizencomplex op basis van water-, klep-, schuif- en deurstanden aan de

sluizen. In de grafieken met het verloop van het debiet werden de daggemiddelde waarden geplot om 12:00 's middags. Bij het plotten van de cumulatieve volumes treedt er dan wel een kleine verschuiving (12 uur naar links) op.

Kunstwerken

Voor Noord-Frankrijk zijn geen metingen van klep- of schuifstanden beschikbaar. De keuze van de randvoorwaarden heeft vooral een invloed op schuiven 3 en 4 in Grand-Carré, die bij de ene set wel en bij de andere set niet openen. Door het ontbreken van een kruinhoogtebegrenzing in het model openen de hefdeuren in Armentières volledig, terwijl een gedeeltelijke opening (tot net boven het maximale waterpeil) al voldoende geweest zou zijn.

Het gedrag van de stuwen op de Leie (Menen, Harelbeke en Sint-Baafs-Vijve) en Bovenschelde (Kerkhove, Oudenaarde en Asper) wordt door het model vrij goed weergegeven. Bij een aantal stuwen (bv. Sint-Baafs-Vijve) is opnieuw het effect van het ontbreken van een kruinhoogtebegrenzing in het model te zien.

Het gedrag van de stuwen op of nabij de Ringvaart (Zwijnaarde, Merelbeke en Evergem) wordt door het model eveneens vrij goed weergegeven.

De inzet van de spuimiddelen in Terneuzen verschilt van de werkelijke inzet. De Middensluis wordt te vaak gebruikt en de Oostsluis te weinig. De Westsluis wordt te lang en met een te laag debiet gebruikt.

De sluiting van de keersluis van Beernem en de opening van de schuiven van de Dampoortsluis worden door het model vrij goed gereproduceerd. Hierbij dient opgemerkt dat de 'gemeten' standen voor beide kunstwerken geen echte metingen zijn, maar schattingen op basis van informatie uit logboeken. Voor de Keizerinnestuw, de Guldenvliesstuw en Sas-Slijkens was helaas geen informatie beschikbaar. In het model worden de omloopriolen van de Verbindingssluis gebruikt om te spuien. Er is geen informatie beschikbaar die kan bevestigen of dit inderdaad het geval was.

De stuwen van Schipdonk openen minder lang, maar wel verder dan in werkelijkheid. De sluis en de sifons openen dan weer minder lang dan in werkelijkheid. De stand van de schuiven voor de sifons wordt gemeten, maar de opening van de stuwen en de sluis werd geschat op basis van logboeken. Het gedrag van de stuwen van Balgerhoeke wordt vrij goed weergegeven. Over de balkenstuw in de voormalige sluis was geen informatie beschikbaar. De uitwatering in Heist (schuiven 1 t.e.m. 6) opent minder vaak en minder ver dan in werkelijkheid.

Het gedrag van de uitwatering van het Leopoldkanaal (schuiven 7 t.e.m. 9) wordt door het model vrij goed weergegeven. De stuw in Sint-Laureins gedraagt zich anders dan in werkelijkheid. Dit is niet verwonderlijk aangezien het model de huidige sturingsregels bevat en de sturing in het verleden meerdere malen aangepast is.

Het gedrag van de kunstwerken op waterlopen die door VMM beheerd worden, werd niet in detail geanalyseerd. Vele van deze kunstwerken werden trouwens voorzien van geschatte afmetingen en zeer ruwe sturingsregels. De validatiegrafieken werden wel gebruikt om eventuele grove fouten te detecteren. De vallei van de Gaverbeek werd benaderend gemodelleerd op basis van een DHM. De laagste stand van de stuw in Sint-Eloois-Vijve werd gekozen in functie van de laagste punten in de dwarssecties. In werkelijkheid zit de stuw op de bedding van de Gaverbeek en is de echte laagste stand veel lager (ongeveer 6,5 mTAW in werkelijkheid versus 7,5 mTAW in het model). Stuw V op het Brakeleiken te Sleidinge werd gemodelleerd als een segmentstuw met onderstroming. Tijdens de opmaak van de validatiegrafieken kwam aan het licht dat het eigenlijk een klepstuw met overstorting is. Daardoor vormen de gemodelleerde segmentstanden het spiegelbeeld van de echte klepstanden. Het stuwtype zou in een volgende modelversie gecorrigeerd moeten worden.

Maart 2012

Waterstanden

Langsheen de Deûle en de Lys in Frankrijk zijn de verschillen tussen de simulaties met gemeten en herschaalde randvoorwaarden opnieuw vooral zichtbaar afwaarts van de stuwen. De kleine opstuwing op de Deûle opwaarts Don wordt door het model niet weergegeven. Op de Lys opwaarts Armentières wordt het waterpeil bij droog weer systematisch onderschat.

Op de Grensleie in Comines zijn de resultaten voor de herschaalde randvoorwaarden duidelijk beter dan die voor de gemeten randvoorwaarden.

Langsheen de Leie wijken de gesimuleerde piekwaterstanden enkele dm af van de gemeten piekwaterstanden. Het grootste verschil doet zich voor in Kortrijk, met een onderschatting van ongeveer 35 cm.

Langsheen de Bovenschelde wijken de gesimuleerde piekwaterstanden enkele dm af van de gemeten piekwaterstanden. Het grootste verschil doet zich voor in Asper (afwaarts), met een onderschatting van 30 à 40 cm (afhankelijk van de regeling van de kunstwerken).

De waterstand op het Westervak van de Ringvaart (Merelbeke en Evergem) wordt door het model enkele dm onderschat. Dankzij het gebruik van de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand stijgt de gesimuleerde piekwaterstand, maar blijft toch te laag. Door deze aanpassing zijn de waterstanden bij droog weer iets hoger dan gemeten.

De piekwaterstand op het Zuidervak van de Ringvaart (Merelbeke) wordt door het model enkele dm onderschat. Als de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand toegepast wordt, dan stijgt de gesimuleerde waarde tot een 10-tal cm onder de gemeten waarde.

De piekwaterstand op de Tijarm van Zwijnaarde vertoont een aantal spikes en is doordoor moeilijk te interpreteren. De piekwaterstand op de Zeeschelde wordt door het model 1 à 2 dm onderschat. Door het gebruik van de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand evolueert de gesimuleerde waarde in de goede richting.

De piekwaterstand op het Noordervak van de Ringvaart (Evergem) en het Kanaal Gent-Terneuzen wordt een 10-tal cm overschat. Bij gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand wordt de piekwaterstand dan weer een 10-tal cm onderschat.

De piekwaterstand op de Moervaart (Sinaai) wordt 10 à 20 cm overschat. Als de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand gebruikt wordt, dan is de piekwaterstand ongeveer juist. De vorm van de piek wijkt nog wel af van de meting. Het gemaal op het Durmekanaal te Lokeren was in deze periode nog niet actief.

De piekwaterstanden in het opwaartse pand van het Kanaal Gent-Oostende worden door het model sterk onderschat. Deze onderschatting is het grootst in Beernem (opwaarts), waar ze oploopt tot 70 cm. In Brugge is de onderschatting veel kleiner. Dankzij het gebruik van de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand wordt de onderschatting sterk gereduceerd, maar ze bedraagt nog steeds 30 cm in Beernem (opwaarts). De waterstanden in het afwaartse pand worden met enkele dm overschat. Door het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand wordt deze overschatting nog versterkt. De verlaging van het streefpeil in Oostende tijdens een was wordt door het model redelijk goed weergegeven. De gemeten minima zijn wel nog enkele dm lager dan de gemodelleerde minima.

Het waterpeil in het Boudewijnkanaal wordt door de modellen vrij goed weergegeven. De werkelijke fluctuaties (ongeveer 40 cm) zijn veel groter dan de gemodelleerde (ongeveer 10 cm).

De piekwaterstanden in het opwaartse en middelste pand van het Afleidingskanaal van de Leie worden door het model tot 50 cm onderschat. Door het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand kan deze onderschatting teruggebracht worden tot 20 à 30 cm. Het streefpeil aan de stuw in Balgerhoeke ligt duidelijk hoger dan de waarde die door het model toegepast wordt (5,0

mTAW als de stuw in Schipdonk dicht is en 4,8 mTAW als de stuw in Schipdonk open staat). In het afwaartse pand leidt het gebruik van de historische regeling tot een overschatting van de piekwaterstand met enkele dm.

De gemodelleerde fluctuaties in de Braakmankreek (enkele cm) zijn veel kleiner dan de gemeten fluctuaties (ongeveer 30 cm). De waterstanden in het oostelijke pand van het Leopoldkanaal worden door het model een 10-tal cm overschat. Er bestaat enige twijfel over de betrouwbaarheid van de metingen in Boekhoute: de basiswaarden liggen immers 10 cm hoger dan de omliggende waarden aan de stuw in Sint-Laureins en aan het Isabellagemaal. De piekwaterstanden op het westelijke pand worden door de modellen enkele cm onderschat. De gemeten piekwaterstanden in Maldegem lijken onbetrouwbaar. Ze zijn immers lager dan die in Damme en Sint-Laureins. Het gemeten waterpeil ten westen van de stuw van Sint-Laureins stemt ongeveer overeen met de maximale klepstand van de stuw (2,4 mTAW). Er is dus waarschijnlijk net geen water van het westelijke naar het oostelijke pand gestroomd.

De piekwaterstand in de Kerkebeek wordt door de modellen met minstens 50 cm onderschat. De gemeten piek lijkt wel beïnvloed te zijn door een meetfout. De waterstanden aan het afwaartse einde van het Zuidervaartje worden door de modellen vrij goed weergegeven.

Ook voor deze gebeurtenis zijn er grote afwijkingen tussen de gesimuleerde en gemeten waterstanden voor de zijlopen die behoren tot het oppervlaktewaterwinningsgebied van Kluizen.

Debieten en volumes

De debietverdeling tussen de Toeristische Leie en het Afleidingskanaal van de Leie vertoont dezelfde afwijking als voor de was van november 2010: het volume via het Afleidingskanaal van de Leie (Merendree) wordt overschat en het volume via de Toeristische Leie (Deinze) wordt onderschat. De impact van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand is beperkt.

De debietverdeling vanuit het Groot Pand vertoont eveneens afwijkingen. Het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie (Zomergem) wordt onderschat, het volume naar het Kanaal Gent-Oostende (Varsenare) is ongeveer juist, het volume naar het Kanaal Gent-Terneuzen (Terneuzen) wordt onderschat en het volume naar de Zeeschelde (Melle) wordt overschat. Door het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand, wordt het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie verbeterd maar overschat, het volume naar het Kanaal Gent-Oostende verslechtert en is nu overschat, het volume naar het Kanaal Gent-Terneuzen vertoont een verbetering en het volume naar de Zeeschelde verbetert maar is nu onderschat i.p.v. overschat.

Kunstwerken

Het gebruik van de schuiven in Grand-Carré is verschillend in het model en de metingen. In de modellen worden vooral schuiven 1 en 2 gebruikt. In werkelijkheid werden vooral de schuiven 2, 3 en 4 gebruikt. Het valt wel niet uit te sluiten dat een deel van de metingen van schuif 1 ontbreekt. Het gedrag van de stuw van Quesnoy wordt redelijk goed weergegeven.

Het gedrag van de stuwen op de Leie (Menen, Harelbeke en Sint-Baafs-Vijve) en Bovenschelde (Kerkhove, Oudenaarde en Asper) wordt door het model vrij goed weergegeven. Enkel de openingsgraad van de stuw van Harelbeke wordt sterk onderschat.

Het gedrag van de stuwen op of nabij de Ringvaart (Zwijnaarde, Merelbeke en Evergem) wordt door het model eveneens vrij goed weergegeven. De sluis van Merelbeke opent iets minder lang dan in werkelijkheid het geval was. De stuw van Evergem opent dan weer iets meer.

In Terneuzen wordt de Middensluis in het model te weinig gebruikt. De inzet van de Oostsluis is ongeveer juist. De Westsluis wordt te lang gebruikt, maar vaak met een te laag debiet.

De sluiting van de keersluis in Beernem en de opening van de schuiven van de Dampoortsluis wordt redelijk goed gesimuleerd. De schuiven van de Keizerinnestuw worden op het juiste ogenblijk geopend, maar blijven daarna te lang open. De omloopriolen van de Verbindingssluis worden gebruikt om te

spuien, maar veel langer dan in werkelijkheid het geval was. De informatie over de werkelijke inzet van de Keizerinnestuw en de Verbindingssluis is niet afkomstig van metingen, maar van notities in logboeken.

Het gedrag van de stuwen en de sifons in Schipdonk wordt door het model vrij goed weergegeven. De sluis blijft langer open dan in werkelijkheid het geval was. De werking van de stuwen van Balgerhoeke wordt eveneens vrij goed weergegeven. De sluis van Balgerhoeke is in het model gekoppeld aan die van Schipdonk en blijft dus ook te lang open. De uitwatering in Heist (schuiven 1 t.e.m. 6) opent in het model minder vaak en minder ver dan in werkelijkheid.

De uitwatering van het Leopoldkanaal (schuiven 7 t.e.m. 9) opent iets minder vaak dan in werkelijkheid het geval was. Het gedrag van de stuw in Sint-Laureins wordt vrij goed gereproduceerd.

December 2013

Waterstanden

Deze storm had geen zichtbare invloed op de Deûle, de Lys en de Grensleie. De waterpeilen op- en afwaarts van de stuwen blijven haast ongewijzigd.

Langsheen de Leie is er geen uitgesproken piekwaterstand. De schommelingen in de waterstand geven het gedrag van de stuwen in Menen, Harelbeke en Sint-Baafs-Vijve weer. De amplitude van de schommelingen in het model is wel vaak groter dan de amplitude van de schommelingen in de meetreeks.

Langsheen de Bovenschelde is er eveneens geen uitgesproken piekwaterstand. De schommelingen in de waterstand geven het gedrag van de stuwen in Kerkhove, Oudenaarde en Asper weer. In Asper lijkt het werkelijke streefpeil een 10-tal cm hoger te liggen dan het door het model gebruikte streefpeil (8,25 mTAW).

Op het Westervak van de Ringvaart (Merelbeke en Evergem) is de gecombineerde invloed van stuwwerking (opwaarts) en tijwerking (afwaarts) zichtbaar. In Evergem was de waterstand op de Ringvaart lager dan in Merelbeke. Er stroomde dus vermoedelijk water vanuit het Zuidervak naar het Noordervak. Wanneer de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand toegepast wordt, dan zijn de waterstanden op de Ringvaart een 10-tal cm hoger.

De piekwaterstand op het Zuidervak van de Ringvaart (Merelbeke) wordt door beide modelversies licht onderschat. Op 7 en 8 december was de waterstand in het Zuidervak bij hoogwater enkele dm hoger dan het waterpeil in het Westervak. Er stroomde dus water vanuit het Zuidervak over de stuw van Merelbeke het Westervak binnen.

Het piekwaterpeil op de Tijarm van Zwijnaarde en de Zeeschelde (Melle) wordt door beide modelversies goed gereproduceerd. Op 7 en 8 december was de waterstand in de Tijarm bij hoogwater enkele dm hoger dan het waterpeil op de Bovenschelde. Er stroomde dus ook water vanuit de Tijarm over de stuw van Zwijnaarde naar de Bovenschelde.

De piekwaterstand op het Noordervak van de Ringvaart (Evergem) en het Kanaal Gent-Terneuzen wordt door het model een 10-tal cm onderschat. Simulaties met de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand leiden dan weer tot een lichte overschatting. Het verloop van het waterpeil voor de piek van de storm wijkt nu wel sterker af van het gemeten verloop.

De piekwaterstand op de Moervaart (Sinaai) wordt een 10-tal cm onderschat. Wanneer de simulatie uitgevoerd wordt met de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand, dan wordt de piekwaterstand licht overschat en het tijdstip waarop de piek optreedt wijkt af van de meting. Het gemaal op het Durmekanaal te Lokeren was nog niet actief.

De waterstanden in het opwaartse pand van het Kanaal Gent-Oostende worden door het model een 10-tal cm onderschat. Het gebruik van de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand zorgt voor een kleine verbetering in de omgeving van Gent, maar heeft zo goed als geen effect in de

omgeving van Brugge. De waterstanden in het afwaartse pand worden een 10-tal cm overschat. Wanneer de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand gebruikt wordt, dan neemt deze overschatting toe. Ze kan dan oplopen tot enkele dm. De metingen in Varsenare en Oudenburg tonen aan dat het streefpeil in Oostende tijdens de piek van de storm verlaagd werd. In het model is het streefpeil enkel afhankelijk van de afvoer in Brugge. Een verlaging tijdens een storm met een kleine bovenafvoer kan dus niet gereproduceerd worden.

De gemeten fluctuaties van het waterpeil op het Boudewijnkanaal (ongeveer 50 cm) zijn veel groter dan de gemodelleerde (ongeveer 10 cm). Het lijkt alsof ook hier een preventieve verlaging van het streefpeil plaatsgevonden zou kunnen hebben.

In het opwaartse en middelste pand van het Afleidingskanaal van de Leie wordt het waterpeil over het algemeen een 10-tal cm onderschat. Op het middelste pand leidt de automatische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand soms tot een sterke overschatting van de piekwaterstanden. Door het gebruik van de historische regeling van deze kunstwerken verdwijnen deze piekjes. In Balgerhoeke is het streefpeil van het model (5,0 mTAW als de stuw in Schipdonk dicht is en 4,8 mTAW als de stuw in Schipdonk open staat) duidelijk weer lager dan het echte streefpeil. In het afwaartse pand worden de waterstanden door beide versies van het model sterk overschat. Het streefpeil in het model lijkt hoger te zijn dan het werkelijke streefpeil. Wanneer een was of een storm verwacht wordt, wordt het streefpeil in het afwaartse pand soms preventief verlaagd om een groter bergingsvolume te creëren. De sterke stijging van het gemeten peil na afloop van de storm doet vermoeden dat dit inderdaad het geval was.

De waterstanden in de Braakmankreek en het oostelijke pand van het Leopoldkanaal worden door de modellen vrij goed weergegeven. De hoogste waterstanden in het westelijke pand worden eveneens goed weergegeven. De laagste waterstanden zijn echter aanzienlijk lager dan de gemeten waterstanden, vooral nabij de uitwatering in Heist.

De waterstanden op de Kerkebeek worden door de modellen onderschat. Uit de metingen blijkt dat het pompstation Ketsbrugge gewerkt heeft, maar in de modellen is dat niet het geval. De waterstanden aan het afwaartse einde van het Zuidervaartje worden door de modellen vrij goed weergegeven.

Voor deze periode zijn de berekende droogweerwaterstanden voor de zijlopen die behoren tot het oppervlaktewaterwinningsgebied van Kluizen vrij goed. Enkel voor de Kale te Nevele is er een grote afwijking (ongeveer 1 m). Door het traject tussen de sifon te Nevele en het Duivelsputgemaal te Vinderhoute te modelleren als een reservoir, wordt er geen rekening gehouden met eventuele opstuwing (natuurlijk of artificieel) in de bedding van de Kale.

Debieten en volumes

Het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie (Merendree) wordt overschat, maar het volume naar de Toeristische Leie (Deinze) is ongeveer juist. Het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand heeft maar een beperkte invloed op het volume via het Afleidingskanaal van de Leie, maar leidt tot een onderschatting van het volume via de Toeristische Leie.

De debietverdeling vanuit het Groot Pand is opnieuw niet helemaal correct. Het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie (Zomergem) wordt overschat, het volume naar het Kanaal Gent-Oostende (Varsenare) wordt overschat, het volume naar het Kanaal Gent-Terneuzen (Terneuzen) wordt onderschat en het volume naar de Zeeschelde (Melle) wordt sterk overschat. Indien de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand gebruikt wordt, dan valt het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie haast volledig weg, het volume naar het Kanaal Gent-Oostende verslechtert en wordt nu sterk overschat, het volume naar het Kanaal Gent-Terneuzen en de Zeeschelde verbetert en is dan voor beiden bijna juist.

Kunstwerken

Het gedrag van de schuiven in Grand-Carré is vergelijkbaar met dat in maart 2012. In de modellen reageren vooral schuiven 1 en 2, terwijl de metingen suggereren dat vooral schuiven 2, 3 en 4 gebruikt werden. In het model zijn de twee stuwkleppen in Quesnoy actief, maar volgens de metingen werd slechts één klep gebruikt. In Armentières liggen de gemeten klepstanden systematisch hoger dan de gesimuleerde. Dit zou kunnen wijzen op een fout in de omzetting van de gemeten waterpeilen of de gemeten klepstanden. In Frankrijk worden immers twee topografische referentievlakken gebruikt (het oud systeem Lallemand en het nieuwe systeem IGN69). In Noord-Frankrijk bedraagt het verschil tussen beide referentievlakken ongeveer 60 cm. Een andere mogelijke verklaring is dat tijdens deze periode misschien slechts één van de twee stuwen in dienst was. Op oude foto's kan men zien dat er perioden geweest zijn waarbij één van de twee stuwopeningen met schotbalken afgesloten was.

Het gedrag van de stuwen op de Leie (Menen, Harelbeke en Sint-Baafs-Vijve) en Bovenschelde (Kerkhove, Oudenaarde en Asper) wordt door het model vrij goed weergegeven.

Het gedrag van de stuwen op of nabij de Ringvaart (Zwijnaarde, Merelbeke en Evergem) wijkt af van de werkelijke toestand. De kortstondige opening van de stuw van Zwijnaarde, voor het begin van de storm, wordt door het model niet weergegeven. In Merelbeke gaat in het model het bovenste segment omlaag en opent het onderste segment. In werkelijkheid bleef het bovenste segment vaak omhoog en opende het onderste segment niet. In Evergem opent de stuw in het model over het algemeen te weinig.

In Terneuzen wordt de Middensluis in het model niet gebruikt, terwijl dit in werkelijkheid wel het geval was. Voor de Oostsluis waren geen meetgegevens beschikbaar. Vermoedelijk werd ze ook in werkelijkheid niet gebruikt. De Westsluis wordt opnieuw te lang gebruikt met een te laag debiet.

In het model wordt de keersluis in Beernem niet gesloten, worden de schuiven in de Dampoortsluis niet geopend en worden de omlooppriolen van de Verbindingssluis niet gebruikt om te spuien. Dit was in werkelijkheid ook zo. In het model worden de schuiven van de Keizerinnestuw en de Guldenvliesstuw wel geopend. Volgens de beschikbare informatie zou dat echter niet gebeurd zijn.

De stuwen van Schipdonk worden in het model af en toe geopend, terwijl dat in werkelijkheid niet gebeurde. De sluis en de sifons blijven, net zoals in de werkelijkheid, wel gesloten. De stuwen in Balgerhoeke openen in het model een aantal malen om de toevoer vanuit Schipdonk af te voeren. In werkelijkheid waren er slechts kleine bewegingen. De balkenstuw in de sluis blijft zowel in het model als in de werkelijkheid gesloten. De gemeten schuifstanden van de uitwatering van Heist zijn vermoedelijk verloren gegaan bij een reorganisatie van databanken.

De gemeten schuifstanden van de uitwatering van het Leopoldkanaal konden evenmin teruggevonden worden. De metingen geven aan dat de stuw van Sint-Laureins het grootste deel van de tijd op de hoogste stand stond. In het model volgt de stuw de variabele waterstand in het westelijke pand.

Juni 2016

Waterstanden

Langsheen de Deûle zijn de verschillen tussen de simulaties met gemeten en herschaalde randvoorwaarden vrij beperkt. Langsheen de Lys zijn ze meer uitgesproken. De opstuwingen op de Deûle opwaarts Don worden door het model niet weergegeven. Op de Lys opwaarts Armentières wordt het waterpeil bij droog weer systematisch onderschat.

Op de Grensleie in Comines zijn de resultaten voor de herschaalde randvoorwaarden iets beter dan die voor de gemeten randvoorwaarden.

Langsheen de Leie wijken de gesimuleerde piekwaterstanden enkele dm af van de gemeten piekwaterstanden. In Harelbeke (afwaarts) is er een opvallend grote onderschatting, van maar liefst 70 cm. Aangezien er in deze periode gewerkt werkt aan de bouw van een nieuwe sluis en stuw in

Harelbeke, zou deze afwijking het gevolg kunnen zijn van een foutieve weergave van een tijdelijke toestand.

Langsheen de Bovenschelde wijken de gesimuleerde piekwaterstanden enkele dm af van de gemeten piekwaterstanden. Het grootste verschil doet zich voor in Asper (opwaarts), met een onderschatting van 20 à 30 cm.

De piekwaterstand op het Westervak van de Ringvaart (Merelbeke en Evergem) wordt door het model onderschat. Dankzij het gebruik van de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand, stijgt de gesimuleerde piekwaterstand tot in de buurt van de gemeten piekwaterstand. Door deze aanpassing zijn de gesimuleerde waterstanden bij droog weer hoger dan de gemeten waterstanden.

De piekwaterstand op het Zuidervak van de Ringvaart (Merelbeke) wordt door het model met een 30-tal cm onderschat. Indien de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand gebruikt wordt, dan wordt deze onderschatting gereduceerd. De Tijarm van Zwijnaarde en de Zeeschelde (Melle) vertonen een gelijkaardig gedrag.

De piekwaterstanden op het Noordervak van de Ringvaart (Evergem) en het Kanaal Gent-Terneuzen worden door beide modelversies redelijk goed weergegeven. Na de piek van de was leiden beide modellen tot secundaire pieken die afwijken van de metingen.

De piekwaterstand op de Moervaart (Sinaai) wordt licht onderschat. Er is weinig verschil tussen beide modelversies. Het gemaal op het Durmekanaal te Lokeren was reeds actief, maar de peilmetingen werden nog niet opgeslagen.

De piekwaterstanden in het opwaartse pand van het Kanaal Gent-Oostende worden door het model onderschat. Deze onderschatting loopt op tot 50 cm in Beernem (afwaarts). Dankzij het gebruik van de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand neemt deze onderschatting af, maar ze wordt niet volledig weggewerkt. In het afwaartse pand worden de waterstanden systematisch met enkele dm overschat. De toepassing van de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot pand brengt hierin geen beterschap. Het gemodelleerde gedrag van de Guldenvliesstuw in Brugge wijkt eveneens af van het werkelijke gedrag. In het model opent de Guldenvliesstuw altijd wanneer de Keizerinnestuw opent. Uit de metingen blijkt dat dit niet gebeurd is.

Het waterpeil in het Boudewijnkanaal wordt door de modellen vrij goed weergegeven. De werkelijke fluctuaties (ongeveer 20 cm) zijn iets groter dan de gemodelleerde (ongeveer 10 cm).

De piekwaterstand in het opwaartse en middelste pand van het Afleidingskanaal van de Leie wordt door het model tot 35 cm onderschat. Tijdens de periode voor en na de piekafvoer opent de stuw van Schipdonk in het model meerdere malen, terwijl dit in werkelijkheid niet het geval was. Door het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand wordt de onderschatting van de piekwaterstand gereduceerd en verdwijnen de overtollige piekjes. In het afwaartse pand worden de waterstanden tijdens de was redelijk goed weergegeven. De waterstanden voor en na de was worden echter sterk overschat. De lage gemeten waterstanden zijn vermoedelijk het gevolg van een tijdelijke verlaging van het streefpeil ten behoeve van herstellingswerken aan de afvoerkokers in Heist.

In de Braakman is het berekende gemiddelde waterpeil nabij de grens ongeveer juist, maar de gemeten fluctuaties worden onderschat (ongeveer 10 cm i.p.v. 20 cm). De berekende piekwaterstanden op het oostelijke pand van het Leopoldkanaal stemmen goed overeen met de metingen (afwijking minder dan 10 cm). De piekwaterstanden op het westelijke pand worden door de modellen echter met 40 tot 50 cm overschat.

De piekwaterstanden op de Kerkebeek worden door de modellen ongeveer 20 cm overschat. Het werkelijke aanslagpeil van het pompstation Ketsbrugge lijkt lager te liggen dan de waarde in de modellen. De modellen maken gebruik van de huidige waarde (3,5 mTAW), terwijl de metingen aangeven dat de oude waarde (3,15 mTAW) eigenlijk nog van toepassing was. De piekwaterstanden opwaarts van de Lurquinstuwbrug worden goed benaderd (afwijking enkele cm) , maar de

waterstanden bij droog weer worden ongeveer 10 cm overschat. Dit zou er kunnen op wijzen dat het geschatte drempelpeil van de Lurquinstuw iets te hoog ligt. De waterstanden afwaarts van de Lurquinstuwbrug worden dan weer tot 40 cm onderschat. De waterstanden net opwaarts van de sifon te Damme worden, net zoals de waterstanden op het Leopoldkanaal, overschat.

Ook voor deze periode vertonen de gemodelleerde waterstanden in de zijlopen die afwateren naar het oppervlaktewaterwinningsgebied van Kluizen grote afwijkingen t.o.v. de gemeten waarden. De berekende waterstanden opwaarts van de poldergemalen Hoofdsloot en De Katte zijn ook nog voor verbetering vatbaar.

Debieten en volumes

Het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie (Merendree) wordt licht overschat en het volume naar de Toeristische Leie te Deinze is ongeveer juist. Het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand heeft maar een beperkte invloed op het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie te Merendree en leidt tot een lichte onderschatting van het volume naar de Toeristische Leie.

Net zoals bij de andere gebeurtenissen vertoont de debietverdeling vanuit het Groot Pand een aantal afwijkingen. Het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie (Zomergem) wordt overschat, het volume naar het Kanaal Gent-Oostende (Varsenare) wordt onderschat, het volume naar het Kanaal Gent-Terneuzen (Terneuzen) wordt onderschat en het volume naar de Zeeschelde (Melle) wordt overschat. Door het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand wordt het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie verminderd maar blijft te hoog, het volume naar het Kanaal Gent-Oostende neemt toe en is nu overschat i.p.v. onderschat, het volume naar het Kanaal Gent-Terneuzen neemt toe maar blijft te laag en het volume naar de Zeeschelde is nu bijna juist.

Kunstwerken

Uit de metingen blijkt dat tijdens deze periode alle schuiven in Grand-Carré ingezet werden. In de modellen worden vooral schuiven 1 en 2 geactiveerd. Deze schuiven openen frequenter en verder dan de metingen aangeven. Het centrale gedeelte van de metingen in Marquette lijkt onbetrouwbaar. De gemeten waarden liggen systematisch hoger dan de gesimuleerde. Ook in Armentières is dit opnieuw het geval. In de modellen openen de hefdeuren volledig. Daarbij tillen ze ook de kleppen mee omhoog. Aangezien er geen metingen van de stand van de hefdeuren beschikbaar waren, kon dit effect niet verwerkt worden in de gemeten stand van de kleppen.

Het gedrag van de stuwen op de Leie (Menen, Harelbeke en Sint-Baafs-Vijve) en Bovenschelde (Kerkhove, Oudenaarde en Asper) wordt door het model vrij goed weergegeven. De openingsgraad van de stuw van Harelbeke wordt opnieuw sterk onderschat.

Het gedrag van de stuw van Zwijnaarde is ongeveer juist. Over het algemeen opent het onderste segment van de stuw van Merelbeke te vaak. Tijdens de piekafvoer in het begin van juni opent de stuw van Evergem te ver, maar de rest van de tijd opent ze iets te weinig.

In Terneuzen wordt de Middensluis in het model veel minder gebruikt dan in werkelijkheid. Ook de Oostsluis wordt te weinig ingezet. De Westsluis wordt veel te vaak gebruikt, maar met een te laag debiet.

De sluiting van de keersluis van Beernem en de opening van de schuiven van de Dampoortsluis worden door het model vrij goed gereproduceerd. Volgens de logboeken werden de schuiven van de Keizerinnestuw geopend, maar de timing verschilt van die in het model. In het model worden de omloopriolen van de Verbindingssluis gebruikt om te spuien. Er is geen informatie beschikbaar die kan bevestigen of dit inderdaad het geval was.

De stuwen en sifons in Schipdonk openen in het model vaker en verder dan de beschikbare gegevens aangeven. De sluis wordt in het model geopend, terwijl dit volgens de logboeken niet het geval was. Het gedrag van de stuwen van Balgerhoeke wordt vrij goed weergegeven. In het model wordt ook de sluis van Balgerhoeke ingezet (door de koppeling met de sluis van Schipdonk). Het gedrag van schuiven

1 en 2 van de uitwatering van Heist wordt vrij goed gemodelleerd. Schuiven 3 en 4 openen te vaak, maar niet ver genoeg. Schuiven 5 en 6 openen te weinig en niet ver genoeg.

De uitwatering van het Leopoldkanaal wordt eveneens met gemengd succes gemodelleerd. Het gedrag van schuif 7 is vrij goed, maar schuiven 8 en 9 openen te weinig. Het gedrag van de stuw van Sint-Laureins wordt vrij goed benaderd. De hoogste stand wordt in het model wel te lang aangehouden.

Op het einde van deze periode was er vermoedelijk een plotse beweging van één van de stuwen op de Mandel. Deze beweging heeft waarschijnlijk een invloed gehad op het gemeten waterpeil en het berekende debiet in Oostrozebeke. Het gebruik van dit verstoorde debiet als randvoorwaarde voor het model leidt tot een omgekeerde reactie van de stuwen in het model.

Januari 2017

Waterstanden

Deze storm had slechts een beperkte invloed op de Deûle, de Lys of de Grensleie. Alle stuwen slagen erin de streefpeilen te handhaven. Afwaarts van de stuwen op de Lys en de Grensleie is er wel een peilverhoging zichtbaar.

In de meest opwaartse panden van de Leie is de toename van het waterpeil beperkt. De sterkste stijging is merkbaar in de meest afwaartse panden. De gemeten stijging wordt door het model onderschat. In Machelen en Deinze loopt de onderschatting op tot 40 à 50 cm.

In de meest opwaartse panden van de Bovenschelde is de toename van het waterpeil eveneens beperkt. In het meest afwaartse pand is de toename het grootst. De piekwaterstanden worden door het model onderschat. Deze onderschatting loopt op tot 30 cm in Asper (afwaarts) en Gavere. Uit de metingen blijkt nogmaals dat het werkelijke streefpeil in Asper iets hoger ligt dan het streefpeil dat door het model gebruikt wordt (8,25 mTAW).

De piekwaterstanden op het Westervak van de Ringvaart (Merelbeke en Evergem) worden veroorzaakt door de hoge waterstanden op de Zeeschelde te Melle. Op 13 en 14 januari stijgt het waterpeil in Melle bij hoogwater tot boven het streefpeil van de Ringvaart. Het water van de Zeeschelde stroomt dan over de stuw van Merelbeke het Westervak binnen. De piekwaterstanden worden door het model onderschat. Dankzij het gebruik van de historische regeling voor de kunstwerken op het Groot Pand kunnen de piekwaterstanden beter benaderd worden, maar ze blijven onderschat. Het gebruik van de historische regeling leidt ook tot een ongewenste stijging van de waterstanden tijdens droogweerperioden.

De piekwaterstand op het Zuidervak van de Ringvaart (Merelbeke) wordt door het model met een 20-tal cm onderschat. Wanneer de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand toegepast wordt, evolueren de gesimuleerde waterstanden in de goede richting, maar ze blijven onderschat. Hetzelfde fenomeen doet zich voor op de Tijarm van Zwijnaarde en de Zeeschelde (Melle).

De piekwaterstanden op het Noordervak van de Ringvaart (Evergem) en het Kanaal Gent-Terneuzen worden door beide modelversies vrij goed weergegeven. De daling in de meetreeks van het waterpeil afwaarts van de Tolhuisstuw lijkt zeer onwaarschijnlijk en is vermoedelijk een meetfout.

De piekwaterstand op de Moervaart (Sinaai) wordt licht onderschat. Er is weinig verschil tussen beide modelversies. De piekwaterstand op het Durmekanaal (Lokeren) wordt door beide modelversies met een 20-tal cm onderschat.

De piekwaterstanden in het opwaartse pand van het Kanaal Gent-Oostende worden door het model onderschat, tot 60 cm in Beernem (afwaarts). Dankzij het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand kan de onderschatting beperkt worden, maar ze wordt niet volledig weggewerkt. Nabij Brugge is de impact van de historische regeling veel kleiner. In het model opent de Guldenvliesstuw, terwijl dit in werkelijkheid niet het geval was. De metingen aan de Guldenvliesstuw wijzen op een belangrijke beweging na de piek van de storm. Vermoedelijk ging het om een manuele tussenkomst van een onderhoudsploeg. In het afwaartse pand worden de waterstanden systematisch

overschat. Wanneer de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand toegepast wordt, dan verergert de overschatting nog. De vermoedelijke verlaging van het streefpeil in Oostende, voor en na de piek van de storm, wordt niet correct weergegeven.

Het waterpeil in het Boudewijnkanaal wordt door de modellen vrij goed weergegeven. De werkelijke fluctuaties (ongeveer 30 cm) zijn groter dan de gemodelleerde (ongeveer 10 cm).

De piekwaterstanden in het opwaartse en middelste pand van het Afleidingskanaal van de Leie worden nogmaals onderschat (met zo'n 40 cm). Door het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand kunnen de piekwaterstanden opgetrokken worden. In het afwaartse pand zijn de berekende piekwaterstanden opnieuw vrij goed, maar de waterstanden voor en na de storm worden opnieuw overschat. De lage gemeten waterstanden zijn vermoedelijk nog steeds het gevolg van een bewuste verlaging van het waterpeil ten behoeve van herstellingswerken aan de afvoerkokers in Heist.

De piekwaterstanden in de Braakmankreek en op het oostelijke vak van het Leopoldkanaal worden door de modellen 20 tot 40 cm onderschat. De piekwaterstanden op het westelijke pand worden veel beter weergegeven (afwijking slechts enkele cm). De gemeten piekwaterstand in Sint-Laureins is duidelijk afgetopt en onderschat.

De piekwaterstanden op de Kerkebeek worden door de modellen ongeveer 10 cm onderschat. De metingen lijken te suggereren dat het aanslagpeil van de pompen van het pompstation Ketsbrugge ook in januari 2017 nog op de oude waarde van 3,15 mTAW lag. De piekwaterstanden op het Zuidervaartje, aan weerszijden van de Lurquinstuwbrug, worden door de modellen onderschat (30 cm opwaarts en 50 cm afwaarts van de stuw). De waterstanden aan de sifon te Damme worden, net zoals die op het Leopoldkanaal, goed weergegeven.

Net zoals bij de andere gebeurtenissen wijken de gesimuleerde waterstanden in de zijlopen die behoren tot het oppervlaktewaterwinningsgebied van Kluizen soms sterk af van de gemeten waterstanden. De gesimuleerde waterstanden aan de poldergemalen Hoofdsloot en Kwetshage-Paddegat vertonen eveneens nog aanzienlijke verschillen met de gemeten waterstanden.

Debieten en volumes

Het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie (Merendree) is ongeveer juist, maar het volume naar de Toeristische Leie (Deinze) is te laag. De toepassing van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand heeft bijna geen invloed of het volume van het Afleidingskanaal van de Leie, maar leidt tot een toename van de onderschatting van het volume van de Toeristische Leie.

De debietverdeling vanuit het Groot Pand is opnieuw niet correct. Het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie (Zomergem), het Kanaal Gent-Oostende (Oostkamp en Varsenare) en het Kanaal Gent-Terneuzen (Terneuzen) wordt onderschat en het volume naar de Zeeschelde (Melle) wordt overschat. Door het gebruik van de historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand neemt het volume naar het Afleidingskanaal van de Leie en het Kanaal Gent-Oostende toe en wordt nu overschat i.p.v. onderschat. Het volume naar het Kanaal Gent-Terneuzen neemt eveneens toe, maar blijft onderschat. Het volume naar de Zeeschelde neemt af en is nu licht onderschat.

Kunstwerken

Het gedrag van de schuiven in Grand-Carré vertoont opnieuw dezelfde afwijking: schuiven 1 en 2 worden in de modellen te vaak gebruikt en schuiven 3 en 4 te weinig. Het gedrag van de kleppen in Quesnoy wordt redelijk goed weergegeven. De berekende klepstanden in Marquette liggen ook weer lager dan de gemeten waarden. De klepstanden in Armentières vertonen eveneens hetzelfde gedrag. Bij droog weer liggen ze veel lager dan de gemeten waarden en bij regenweer stijgen de gemeten waarden niet, door het ontbreken van gemeten waarden voor de stand van de hefdeuren.

Het gedrag van de stuwen op de Leie (Menen, Harelbeke en Sint-Baafs-Vijve) en Bovenschelde (Kerkhove, Oudenaarde en Asper) wordt door het model vrij goed weergegeven. Het laatste deel van de meetreeks voor Kerkhove is duidelijk foutief.

In het model wordt de stuw van Zwijnaarde kortstondig geopend. In werkelijkheid bleef de stuw veel langer open. Tijdens de piek van de storm is het gedrag van de stuw van Merelbeke vrij goed. Voor en na de storm opent het onderste segment te vaak. Net na de storm werd de sluis van Merelbeke geopend. In het model gebeurt dit niet. Tijdens de storm opent de stuw van Evergem in het model te ver, maar de rest van de tijd opent ze iets te weinig.

In Terneuzen worden de Middensluis en de Oostsluis door het model veel te weinig ingezet om te spuien. De Westsluis wordt, net zoals bij de andere gebeurtenissen, te vaak gebruikt.

Tijdens deze gebeurtenis werd de keersluis van Beernem gesloten. Dit gebeurde op basis van andere criteria dan degene die in het model opgenomen werden. Deze sluiting wordt dan ook niet gereproduceerd. Ondanks het feit dat de keersluis in het model open blijft, worden de schuiven van de Dampoortsluis, de schuiven van de Keizerinnestuw en de omloopriolen van de Verbindingssluis minder lang geopend dan in werkelijkheid het geval was. In het model worden de schuiven van alle langsriolen van Sas Slijkens gebruikt. In werkelijkheid was schuif 1 buiten dienst. Niettemin worden de resterende schuiven (voor de langsriolen) en hefdeuren (in de voormalige sluiskolken) in het model minder frequent gebruikt dan in werkelijkheid het geval was.

De stuwen in Schipdonk openen in het model verder, maar minder lang dan verwacht op basis van de beschikbare informatie. De inzet van de sluis start iets te vroeg, maar heeft wel de juiste duur. De sifons openen iets te vroeg en ook verder dan gemeten. In het model gaan de stuwen in Balgerhoeke een aantal maal op en neer, terwijl ze volgens de metingen gedurende lange tijd open bleven. De opening van de sluis van Balgerhoeke duurt iets te kort. De uitwatering in Heist (schuiven 1 t.e.m. 6) opent te weinig en onvoldoende ver.

Het gedrag van de uitwatering van het Leopoldkanaal (schuiven 7 t.e.m. 9) in Heist wordt door het model goed gereproduceerd. Ook het gedrag van de stuw van Sint-Laureins wordt goed benaderd.

Nabeschouwing

Een aantal stuwen (bv die op de Deûle en de Grensleie) vertonen een opmerkelijk gedrag waarbij de waterstand opwaarts van de stuw daalt tijdens een was, terwijl men eerder een stijging zou verwachten. Uit een beperkte steekproef blijkt dat deze stuwen in het model gestuurd worden op basis van een waterpeil dat zeer ver opwaarts van de stuw gelegen is. In werkelijkheid worden ze vermoedelijk gestuurd door een peilmeting die veel dichter bij de stuw gelegen is. De kunstwerken zouden in het model zoveel mogelijk aangestuurd moeten worden door het berekende waterpeil op de plaats waar de werkelijke peilmeting zich bevindt. Bij de opmaak van een volgende modelversie zou dit systematisch gecontroleerd moeten worden.

Ondanks het feit dat de debieten op de Leie en de Bovenschelde gecorrigeerd werden, blijven de waterstanden vaak onderschat. Dit wijst erop dat de bodemruwheden voor Leie en Bovenschelde nog niet optimaal zijn. In een volgende modelversie zouden ze geherkalibreerd moeten worden.

Tijdens het schrijven van dit rapport kwam aan het licht dat de huidige modelversie uitgaat van de veronderstelling dat er nog schotbalken aanwezig zijn in de voormalige stuw op de Toeristische Leie te Astene. Deze schotbalken werden rond 2009 verwijderd. Door het verwijderen van deze schotbalken in het model zal de debietverdeling op de Leie in gunstige zin evolueren: er zal iets minder water naar het Afleidingskanaal van de Leie stromen en iets meer naar de Toeristische Leie.

Het Kanaal Gent-Oostende is één van de vier afvoerwegen voor water vanuit het Groot Pand. Jammer genoeg wordt dit kanaal in de huidige modelversie nog steeds gemodelleerd op basis van typeprofielen. Om een betrouwbare verbetering van de debietverdeling in het Groot Pand te kunnen realiseren, is een topografische opmeting van het Kanaal Gent-Oostende wenselijk.

De resultaten voor het Leopoldkanaal zijn nog niet optimaal. Doorheen de jaren werd de sturing van de stuw van Sint-Laureins en het Isabellagemaal meerdere malen aangepast. Het model bevat sturingsregels die de huidige sturing benaderen. Er werden geen pogingen ondernomen om de historische sturing te reconstrueren.

De resultaten voor het Zuidervaartje worden negatief beïnvloed door het gebruik van zeer oude en onvolledige gegevens. De afmetingen van een aantal overwelvingen en kunstwerken werden noodgedwongen geschat. Om vooruitgang te kunnen boeken zijn topografische opmetingen, vooral van het traject tussen de sifon van Lappersfort en de Lurquinstuwbrug wenselijk.

Het gedrag van de bevaarbare waterlopen wordt sterk beïnvloed door de bediening van de kunstwerken. De bediening tijdens extreme gebeurtenissen wijkt soms af van de theoretische bediening, beschreven in de werkinstructies van DVW. Dit is vooral het geval voor kunstwerken die nog manueel bediend worden. Om het gedrag van de bevaarbare waterlopen tijdens historische gebeurtenissen te kunnen reconstrueren, is een goede kennis van de werkelijke bediening van de kunstwerken noodzakelijk. Voor een aantal manueel bediende kunstwerken was helaas geen of zeer weinig informatie over de werkelijke bediening beschikbaar. Voor een aantal automatisch bediende kunstwerken worden de klepstanden continu geregistreerd. De interpretatie van deze registraties was niet altijd eenvoudig. Sommige klepstanden worden uitgedrukt als een relatieve waarde (in m), maar het precieze referentiepunt was niet altijd gekend. Andere klepstanden worden wel uitgedrukt als een absolute waarde (in mTAW), maar de geregistreerde waarden leken niet correct of bevatten onbetrouwbare perioden. Dit was vooral het geval voor kunstwerken die uit meerdere onderdelen bestaan. Voor een aantal kunstwerken worden de klepstanden uitgedrukt als een hoek. Ook hier was het niet altijd duidelijk wat de referentiepositie was. Omwille van de hiervoor beschreven problemen werd voor de simulaties met historische regeling alleen maar gebruik gemaakt van de geregistreerde klepstanden voor een beperkt aantal kunstwerken. Bij DVW werden reeds acties ondernomen om de registratie van de klepstanden van zowel manueel als automatisch bediende kunstwerken te verbeteren. Dankzij deze acties zou het aantal kunstwerken waarvan de historische regeling gekend is in de toekomst moeten toenemen.

Bij de simulaties met historische regeling van de kunstwerken op het Groot Pand werd gebruik gemaakt van gemeten klepstanden voor de stuwen in Merelbeke, Zwijnaarde en Evergem en de sifons in Schipdonk. Daarnaast werd ook gebruik gemaakt van informatie uit logboeken m.b.t. sluis 2 in Merelbeke, de stuwen en de sluis in Schipdonk en de keersluis van Beernem. Achteraf bekeken, ware het misschien beter geweest om ook de beschikbare informatie over de Keizerinnestuw en de Dampoortsluis maximaal te gebruiken. Deze kunstwerken controleren immers de afvoer naar Brugge wanneer de keersluis in Beernem open staat. Misschien zou dit de berekende debietverdeling in het Groot Pand verbeterd kunnen hebben.

De resultaten voor het gebied ten noordwesten van Gent (vallei van Poekebeek, Oude Kale, Nieuwe Kale, Lieve, Brakeleiken, Burggravenstroom en Avrijevaart) vertonen grote afwijkingen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van incorrecte regels voor de sturing van de kunstwerken in dit gebied. Deze sturing is immers afhankelijk van het eventuele gebruik van het oppervlaktewater voor het vullen van het spaarbekken van Kluizen. Omwille van het beperkte belang voor het gedrag van de bevaarbare waterlopen, werd deze sturing niet verder onderzocht of verfijnd. Het valt ook niet uit te sluiten dat de resultaten negatief beïnvloed worden door de sterk vereenvoudigde schematisatie (grote reservoirs) of het ontbreken van een aantal kleinere kunstwerken.

5.3 Numerieke stabiliteit

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

5.3.1 Hoge afvoeren

Het model werd doorgerekend met composiethydrogrammen met een terugkeerperiode van 10, 100 en 1000 jaar als opwaartse randvoorwaarde en composietlimnigrammen met dezelfde terugkeerperiode als afwaartse randvoorwaarde. Alle gebeurtenissen konden doorgerekend worden met een tijdstap van 2 minuten.

5.3.2 Lage afvoeren

Het model werd doorgerekend met een nuldebiet als opwaartse randvoorwaarde en met een gemiddeld getij als afwaartse randvoorwaarde. Deze gesimuleerde droogteperiode (die ongeveer twee weken aanhield) kon eveneens doorgerekend worden met een tijdstap van 2 minuten.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Het 1D model van de Leie, de Bovenschelde en de Gentse Kanalen (LBSGK) geeft het globale gedrag van het systeem redelijk goed weer. Er is echter een duidelijke nood aan verdere verbetering, zowel op het vlak van piekwaterstanden langsheen de bevaarbare waterlopen als debietverdeling (Leie te Deinze en Groot Pand).

Om verdere vooruitgang te kunnen boeken is het wenselijk te kunnen beschikken over bijkomende topografische opmetingen (kanaal Gent-Oostende en Zuidervaartje) en over betrouwbare registraties van de stand van de beweegbare onderdelen van de talrijke kunstwerken (stuwen, keersluizen, verdeelwerken, uitwateringen, …) in het gebied. Na het verwerven van deze informatie, kan een herkalibratie uitgevoerd worden.

Het model kan in zijn huidige vorm reeds ingezet worden voor de studie van de meeste bevaarbare waterlopen. Daarbij moet echter steeds rekening gehouden worden met de in dit rapport geïllustreerde tekortkomingen. Afhankelijk van de doelstelling van een studie, zouden voorafgaandelijke correcties nodig kunnen zijn om de impact van deze tekortkomingen te milderen.

In de huidige modelversie werden het Zuidervaartje en het Leopoldkanaal voor het eerst opgenomen. De deelmodellen voor deze waterlopen zijn nog vrij rudimentair. In hun huidige vorm zijn ze nog niet geschikt voor detailstudies van deze waterlopen.

De validatie beschreven in dit rapport maakte gebruik van (herschaalde) meetreeksen als opwaartse randvoorwaarde voor het hydraulische model. De conclusies mogen dan ook niet zomaar geëxtrapoleerd worden naar situaties waarbij gebruik gemaakt wordt van hydrologische modellen als opwaartse randvoorwaarde. In dergelijke situaties is een aanvullende validatie van de gecombineerde hydrologische en hydraulische modellen aangewezen.

6.2 Aanbevelingen

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

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

Op een aantal sites (bv. Kerkhove, Harelbeke, Sint-Baafs-Vijve, Terneuzen, …) worden kunstwerken gerenoveerd of vervangen. De komende jaren zal het 1D model van de Leie, de Bovenschelde en de Gentse Kanalen dan ook voortdurend geactualiseerd moeten worden om de alsmaar wijzigende toestand te blijven weergeven.

7 Referenties

Bogman, P.; Buitrago S.; Coen, L.; Smets, S.; Pereira, F.; Peeters, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2013). Modelactualisatie en opmaak overstromingskaarten ihkv. ROR: Deelrapport 3 – Leie, Bovenschelde en Gentse Kanalen. Versie 2_0. WL Rapporten, 00_154. Waterbouwkundig Laboratorium & IMDC: Antwerpen, België.

CIW (2008a) Het bekkenbeheerplan van het Leiebekken 2008-2013 – Integraal waterbegeleid in de praktijk, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, D/2009/6871/007.

CIW (2008b) Het bekkenbeheerplan van het Bovenscheldebekken 2008-2013 – Integraal waterbegeleid in de praktijk, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, D/2009/6871/008.

CIW (2008c) Het bekkenbeheerplan van de Gentse Kanalen 2008-2013 – Integraal waterbegeleid in de praktijk, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, D/2009/6871/005.

CIW (2008d) Het bekkenbeheerplan van de Brugse Polders 2008-2013 – Integraal waterbegeleid in de praktijk, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, D/2009/6871/004.

CIW (2015a) Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021 - Beheerplan voor het Vlaams deel internationale stroomgebieddistrict Schelde, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, D/2016/6871/001.

CIW (2015b) Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021 - Bekkenspecifiek deel Leiebekken, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, D/2016/6871/011.

CIW (2015c) Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021 - Bekkenspecifiek deel Bovenscheldebekken, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, D/2016/6871/012.

CIW (2015d) Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021 - Bekkenspecifiek deel Bekken van de Gentse Kanalen, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, D/2016/6871/009.

CIW (2015e) Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021 - Bekkenspecifiek deel Bekken van de Brugse Polders, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, D/2016/6871/008.

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

Pereira, F; Vereecken, H.; Mostaert, F. (2009). Hydrodynamische modellering van de Leie en de Deule in Noord-Frankrijk: Deelrapport 1:opzetten en kalibreren van het hydrodynamische model. Versie 2.0. WL Rapporten, 711-9. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.

Vereecken, H.; Van Eerdenbrugh, K.; D'Haeseleer, E.; Mostaert, F. (2003). Ontwikkelen van een geijkt hydrologisch model voor het deelbekken van de Leie opwaarts Menen. Eindrapport: inventarisatie, statistische frequentie-analyse en hydrologische modellering. WL Rapporten, 711_02. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. vi, 28 + figures, appendices pp..

WL (2004). Opmaak van numerieke hydrologische en hydraulische modellen van het Leiebekken - Deelopdracht 1: Inventarisatie. Versie 2_0. WL Rapporten, 711_01, Referentienummer: I/RA/11228/03.022/FFO. Waterbouwkundig Laboratorium & IMDC: Antwerpen, België.

WL (2005). Opmaak van hydrologische en hydraulische modellen voor de Bovenschelde, het kanaal Gent-Terneuzen en het kanaal Gent-Oostende - Deelopdracht I: Inventarisatie. Versie 2_0. WL Rapporten, 716_01, Referentienummer: I/RA/11243/03.046/FFO. Waterbouwkundig Laboratorium & IMDC & DHI: Antwerpen, België.

WL (2010). Rekennota project 725_02_9rev1_0_Inventarisatie. WL Nota's, 725_02, ID: WL2010RN725_02_9rev1_0. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.

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