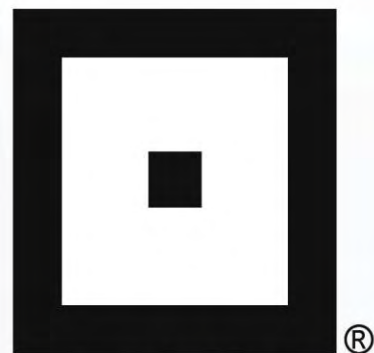


Studies water (IMDC)



VOORUITZICHT

RAPPORT

Vooruitzicht

Watertoets woonreservegebied Ekeren

19 juni 2015 - versie 3.0

Colofon

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Coveliersstraat 15, 2600 Antwerp, Belgium

: + 32 3 270 92 95

: + 32 3 235 67 11

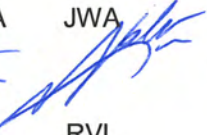
Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Titel	Watertoets Woonreservegebied Ekeren
Project	Watertoets woonreservegebied Ekeren
Opdrachtgever	Vooruitzicht
Bestek nummer	OF12084
Documentref	I/RA/11415/12.138/BPA
Documentnaam	\\imdc-file.IMDC.LOCAL\K-AN\PROJECTS\11\11436 - Watertoets Jacobsveldweg en Schawijk\07-Uitv\deel Hoekakker\Rapport\RA12138_eindrapport_v3.0.docx

Revisies / Goedkeuring

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
3.0	19/06/2015	Aanpassingen naar aanleiding van vragen van Aquafin, provincie, bekkensecretariaat, ...	RVL/JWA 	JWA 	RVL 
2.0	18/12/2012	Finaal	BPA	RVL	BND
1.0	5/10/2012	Concept	BPA	RVL	BND

Verdeellijst



Digitaal Gert Voets, Vooruitzicht

Inhoudstafel

1. INLEIDING	1
1.1 DE OPDRACHT	1
1.2 DOEL VAN DE STUDIE	1
1.3 OPBOUW VAN HET RAPPORT	1
2. BESCHRIJVING VAN DE WATERHUISHOUDING	2
2.1 PROJECTGEBIED	2
2.2 OPPERVLAKTEWATER	3
2.3 DE WATERKWALITEIT	5
2.4 GRONDWATER	7
2.5 RIOLERING	8
2.5.1 <i>Riolering van Ekeren</i>	9
2.5.2 <i>Riolering van Brasschaat</i>	10
2.6 HYDROLOGISCHE EN HYDRAULISCHE MODELLERING	13
2.6.1 <i>Wijzigingen sinds vorige studie</i>	14
2.6.2 <i>Verfijning van het model</i>	17
2.6.3 <i>Doorgerekende events</i>	18
2.7 GEKENDE KNELPUNTEN	19
2.7.1 <i>Gerapporteerde knelpunten</i>	21
2.7.2 <i>Gesimuleerde knelpunten</i>	21
3. IMPACT OP HET WATERSYSTEEM	26
3.1 VERLIES VAN KOMBERGING	26
3.2 IMPACT VAN DE KLIMAATSWIJZIGING	29
3.3 INVLOED VAN VERHARDE OPPERVLAKTES	30
3.4 GEWIJZIGDE RIOLERINGSTOESTAND	33
3.5 IMPACT OP HET GRONDWATER	33
3.5.1 <i>Hydrogeologische schets</i>	33
3.5.2 <i>Potentiële impact</i>	37
3.6 WIJZIGINGEN IN DE STRUCTUUR VAN DE WATERLOOP	38
4. CONCLUSIE	40
5. REFERENTIES	41

Bijlagen

BIJLAGE A	AANPAKKEN VAN DE WATEROVERLAST IN DE OMGEVING	42
A.1	SCENARIO 2: HET AANLEGGEN VAN BUFFERS OP GRONDGEBIED BRASSCHAAT	44
A.2	SCENARIO 3: AFLEIDEN VAN HET RIOLERINGSSTELSEL VAN BRASSCHAAT NAAR HET RIOLERINGSSTELSEL VAN EKEREN.	45

A.2.1	<i>Scenario 3a</i>	45
A.2.2	<i>Scenario 3b</i>	46
A.2.3	<i>Scenario 3c</i>	47
A.3	SCENARIO 4: AANLEGGEN VAN OVERSTORT #2 NAAR DE FORTUINBEEK	48
A.4	SCENARIO 5: AFLEIDEN VAN HET RIOLERINGSSTELSEL VAN BRASSCHAAT NAAR NATUURGEBIED DE OUDE LANDEN.	49
A.4.1	<i>Scenario 5a - Via rioleringsstelsel van Ekeren</i>	49
A.4.2	<i>Scenario 5b - Via openleggen van Fortuinbeek</i>	51
A.5	SAMENVATTING	54
BIJLAGE B	INTERPRETATIE VMM-GEGEVENS WATERKWALITEIT	56

Lijst van tabellen

TABEL 2-1: DE FYSICO-CHEMISCHE WATERKWALITEIT IN EN ROND HET WOONUITBREIDINGSGBIED (LAGERE WAARDEN WIJZEN OP EEN BETERE WATERKWALITEIT)	6
TABEL 2-2: DE BIOTISCHE WATERKWALITEIT IN EN ROND HET WOONUITBREIDINGSGBIED (HOGERE WAARDEN WIJZEN OP BETERE WATERKWALITEIT).....	6
TABEL 2-3: WAARGENOMEN GRONDWATERSTANDEN.....	8
TABEL 2-4: OVERZICHT VAN AANGESLOTEN VERHARDE EN ONVERHARDE OPPERVAKTES PER STRENG.....	13
TABEL 2-5: MAATGEVENDE WAARDEN VOOR OVERSTROMING VAN HET PROJECTGEBIED BIJ DE DOORGEREKENDE EVENTS	24
TABEL 3-1: GESIMULEERDE WATERSTANDEN EN DEBIETEN AFWAARTS HET PROJECTGEBIED T.H.V. DE STRAAT OUDE LANDEN	27
TABEL 3-2: AFMETINGEN VAN DE BUFFER BIJ HOGERE WATERPEILEN.	30
TABEL 3-3: HYDROGEOLOGISCHE KARAKTERISTIEKEN VAN HET KEMPENS AQUIFERSYSTEEM (VMM,2008).....	36
BIJLAGE-TABEL A-1: TOTAAL VOLUME DOOR RIOOLOVERSTROMINGEN VANUIT HET RIOLERINGSSTELSEL VAN BRASSCHAAT (OVERSTROMINGEN AAN KAPELSESTEENWEG + DONKSESTEENWEG + KASTEELLEI).....	44
BIJLAGE-TABEL A-2: AFMETINGEN VAN DE BESTAANDE LEIDINGEN LANGSHEEN DE PRINSHOEVEWEG	50
BIJLAGE-TABEL A-3: OVERZICHT VAN EFFECTEN EN AANTAL INGEPEN VOOR DE VOORGESTELDE SCENARIO'S. DONKERRODE VAKKEN WIJZEN OP ERNSTIGE WATEROVERLAST, LICHTRODE VAKKEN OP BEPERKTE WATEROVERLAST. + EN - TEKENS WIJZEN OP RESP. EEN VERBETERING OF EEN VERSLECHTERING T.O.V. DE HUIDIGE SITUATIE (SCENARIO 0), ZONDER EEN SYMBOOL IS ER GEEN VERANDERING.	55
BIJLAGE-TABEL B-1: BEOORDELING OP BASIS VAN DE PRATI-INDEX VOOR ZUURSTOFVERZADIGING (PIO).....	57
BIJLAGE-TABEL B-2: BEOORDELING OP BASIS VAN DE BIOTISCHE INDEX (BBI).....	57

Lijst van figuren

FIGUUR 2-1: LOCATIE PROJECTGEBIED MET VOORNAAMSTE BEKEN.....	3
FIGUUR 2-2: LOCATIES VAN DE WATERKWALITEITSMETINGEN VAN DE VMM.	5
FIGUUR 2-3: EVOLUTIE GRONDWATERSTANDEN VOORJAAR 2011 – VOORJAAR 2014 (BRON GEGEVENS: STAD ANTWERPEN).	7
FIGUUR 2-4: LIGGING GRONDWATERSTANDSMETINGEN STAD ANTWERPEN (BRON GEGEVENS: STAD ANTWERPEN).	8
FIGUUR 2-5: SCHEMA VAN HET RIOLERINGSSTELSEL VAN EKEREN	10
FIGUUR 2-6: SCHEMA VAN HET RIOLERINGSSTELSEL VAN BRASSCHAAT	11
FIGUUR 2-7: SCHEMA VAN HET RWZI EN OVERSTORTCOMPLEX IN DE ALFREDLEI	12
FIGUUR 2-8: SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET PROJECT KAPELSESTEENWEG (BRON: AQUAFIN).	16

FIGUUR 2-9: OUDE MODELPOUW OMGEVING HOEKAKKERS.....	18
FIGUUR 2-10: VERFIJNING IN DE MODELPOUW OMGEVING HOEKAKKERS.....	18
FIGUUR 2-11: OVERSTROMINGEN VOLGENS DE KAART VAN RECENT OVERSTROOMDE GEBIEDEN (ROG, 2011) EN OMVANG VAN OVERSTROMINGEN IN SEPTEMBER 1998 VOLGENS GEGEVENS VAN DE GEMEENTEN.....	20
FIGUUR 2-12: VERLOOP VAN WATERSTAND IN DE OUDELANDSE BEEK T.H.V. HET PROJECTGEBIED (TIJD UITGEDRUKT IN UREN SINDS START VAN DE SIMULATIE)	22
FIGUUR 2-13: OVERSTROMINGSCONTOUREN VOOR AUGUSTUS 2002 (TR 25 JAAR).....	22
FIGUUR 2-14: OVERSTROMINGSCONTOUREN VOOR SEPTEMBER 1998 (TR 50 JAAR).....	23
FIGUUR 2-15: OVERSTROMINGSCONTOUREN VOOR JULI 1995 (TR 100 JAAR).....	23
FIGUUR 2-16: STROMINGSRICHTING VAN HET WATER IN GEVAL VAN WATEROVERLAST.	25
FIGUUR 3-1: SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET MINIMAAL NODIGE BUFFERVOLUME (BOVEN) EN HET BUFFERVOLUME ZOALS VOORZIEN IN HET MASTERPLAN (ONDER). (BRON: BUUR).	28
FIGUUR 3-2: MASTERPLAN VERSIE 22/04/2015. BRON: BUUR.	29
FIGUUR 3-3: RUIMTEBOEKHOUDING. BRON: BUUR.	31
FIGUUR 3-4: SYSTEEM VAN WADI'S VOOR DE BUFFERING VAN NEERSLAGWATER OP DE VERHARDE OPPERVLAKTES.....	32
FIGUUR 3-5: LOCATIE TRANSECTEN HYDROGEOLOGISCHE FORMATIES	34
FIGUUR 3-6: ZUID-NOORD PROFIEL	35
FIGUUR 3-7: OOST-WEST PROFIEL	35
FIGUUR 3-8: VERZILTINGSKAART GRONDWATER (BRON: DOV VLAANDEREN).....	37
BIJLAGE-FIGUUR A-1: TRAJECT DOOR HET LEIDINGSTELSEL VAN SECTIE OUDE LANDEN.	49
BIJLAGE-FIGUUR A-2: ONTWERPEN TOESTAND VOOR NIEUWE LEIDINGEN (BOK: ONDERKANT LEIDING/BBK: BOVENKANT LEIDING), MET HUIDIGE MAAVELD EN ONTWERPEN WATERHOOGTE.....	51
BIJLAGE-FIGUUR A-3: PRINSHOEVEWEG TUSSEN BALJUWSTRAAT EN SPOORWEG 27A. DE DONKSE BEEK LOOPT INGEKAPSELD ONDER DE BAAN.	52
BIJLAGE-FIGUUR A-4: WATERSTAND OP DE DONKSE BEEK TER HOOGTE VAN DE SPOORWEG 27A.	53
BIJLAGE-FIGUUR A-5: OVERZICHT BELANGRIJKSTE KNELPUNTEN.....	54

1. INLEIDING

1.1 DE OPDRACHT

Vooruitzicht nv. wenst een open woongebied te ontwikkelen in de wijk Hoekakker in Ekeren. Het projectgebied van ca. 18 ha is aangeduid als woonreservegebied in het RUP Afbakening Grootstedelijk Gebied Antwerpen. Het RUP stelt evenwel dat het project rekening moet houden met het water en dat de bebouwing in geen geval het watersysteem fundamenteel mag verstoren. Deze eis wordt ook gesteld door de dienst Waterbeleid van de provincie Antwerpen die de waterlopen beheert die doorheen en langs het woonreservegebied lopen.

Daarom deed Vooruitzicht in 2006 een beroep op IMDC om zich te laten bijstaan bij de watergerelateerde zaken in het projectgebied. De resultaten werden beschreven in rapport 'Watertoets woonuitbreidingsgebied Ekeren' (IMDC, 2006). Daarbij werden een aantal mitigerende maatregelen voorgesteld. Deze mitigerende maatregelen werden in een vervolgstudie (daterend van 2012) verder uitgewerkt. Er werd toen ook onderzocht of de wateroverlast in de wijk Hoekakker op een meer structurele manier kan worden aangepakt.

Ondertussen is het projectgebied opgenomen in de lijst van signaalgebieden die in 2015 door de overheid aan een onderzoek zullen worden onderworpen. In het kader daarvan werden door verschillende overheden (Aquafin, provincie Antwerpen, de stad Antwerpen, het bekkensecretariaat, ...) opmerkingen geformuleerd en verduidelijkingen gevraagd. Onderhavig rapport gaat verder op het rapport van 2012, maar houdt rekening met deze nieuwe opmerkingen en vragen naar verduidelijking. Het rapport houdt ook rekening met de laatste gegevens over geplande verharde oppervlakte in het gebied.

1.2 DOEL VAN DE STUDIE

Onderzoeken of het ontwikkelen van het projectgebied een effect kan hebben op het watersysteem. Voor eventuele negatieve effecten moet onderzocht worden welke maatregelen kunnen genomen worden. Deze maatregelen, die reeds tendele werden aangehaald in de voorgaande studie, worden verder uitgewerkt, en gedimensioneerd.

1.3 OPBOUW VAN HET RAPPORT

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de waterhuishouding in het projectgebied. Hierbij wordt ingegaan op de huidige knelpunten. Deze beschrijving dateert uit 2012 en werd in deze versie niet herzien.

In hoofdstuk 3 worden mogelijk negatieve effecten van het project op het watersysteem onderzocht, en waar nodig worden mitigerende maatregelen uitgewerkt. Dit hoofdstuk beperkt zich tot het projectgebied, en ingrepen die in het project zelf kunnen worden uitgevoerd.

Het onderzoeken van mogelijke structurele oplossingen voor wateroverlast in een bredere omgeving, zoals uitgevoerd in 2012, vallen in principe buiten het projectgebied. De ideeën hier rond en de berekeningen zijn terug te vinden in Bijlage A.

Het rapport eindigt in hoofdstuk 4 met een algemene conclusie.

2. BESCHRIJVING VAN DE WATERHUISHOUDING

2.1 PROJECTGEBIED

Het projectgebied van 17.9 ha is gelegen te Ekeren-Donk, tussen de G. Stijnenlaan, de Prinshoeveweg, de wijk Oude Landen en de wijk Hoekakker (zie Figuur 2-1). Vooruitzicht nv. bezit binnen het projectgebied ca. 12.13 ha grond. De overige gronden, ca. 5.80 ha, zijn eigendom van de Ideale Woning.

Het volledig gebied ligt binnen het RUP Afbakening Grootstedelijk Gebied Antwerpen¹, definitief goedgekeurd door de Vlaamse Regering op 19 juni 2009. Het projectgebied heeft binnen dit RUP tot 31/12/2015 de bestemming 'reservegebied voor wonen'. Na die datum krijgen de eigendommen via hetzelfde RUP automatisch de bestemming 'woongebied' en zou er, in een mix van grondgebonden woningen en appartementen, 35 wooneenheden per hectare kunnen ontwikkeld worden.

Ten oosten van de wijk Hoekakker loopt de Kapelsesteenweg die de grens vormt met het grondgebied van Brasschaat. Ten westen van de wijk Oude Landen liggen de spoorlijnen A12 en A27. Het gebied tussen de twee spoorlijnen zal ontwikkeld worden tot natuurgebied.

Noot: de naam 'Oude Landen' wordt veelvuldig gebruikt in de omgeving van het studiegebied. Zo is er sprake van het natuurreservaat de Oude Landen (ten westen van spoorlijn 12), het natuurgebied tussen spoorlijn 12 en 27A, dat ook Oude Landen wordt genoemd, de straat Oude Landen en de wijk Oude Landen (tussen straat Oude Landen en het projectgebied). Daarnaast zit er ook een sectie in het rioleringsstelsel van Ekeren die, analoog met de voorgaande studie (IMDC, 2006), wordt aangeduid met Oude Landen. De bijhorende overstort heeft dezelfde naam. Voor de duidelijkheid zal 'Oude Landen' in dit rapport steeds worden verduidelijkt door toevoeging van 'natuurreservaat', 'natuurgebied', 'straat', 'wijk', 'sectie' of 'overstort'.

¹ http://www2.vlaanderen.be/ruimtelijk/grup/00150/00195_00001/index.html



Figuur 2-1: locatie projectgebied met voornaamste beken

2.2 OPPERVLAKTEWATER

Het projectgebied ligt in het bekken van het Schijn (met een afstroomgebied van 345 km²). Tussen Deurne en Ekeren loopt het Schijn in de 8 kilometer lange Schijnoverwelling, onder de Ring-E19 en de A12. In 2008 werd de bovenloop van het Schijn afgeknipt ter hoogte van het Albertkanaal, het bovendebiet wordt nu naar het Lobroekdok gepompt.

Ook het water aan de andere kant van het Albertkanaal, van het kanaal tot aan de monding van de Laarse Beek, kan via een pomp in het Albertkanaal overgepompt worden. Zo doet de Schijnoverwelling in dit stuk dienst als buffer voor de overstorten van Merksem, Ekeren en enkele wegen. Het Groot Schijn afwaarts de Laarse beek blijft zijn normale tracé volgen, dus naar het pompgebied de Rode Weel. Vanaf de Leugenberg wordt de waterloop de

Hoofdgracht genoemd. Ongeveer 5.9 km verder naar het noorden wordt de waterloop door twee pompen van het pompemaal de Rode Weel overgepompt naar de Schelde.

Figuur 2-1 toont de belangrijkste beken in de omgeving van het projectgebied: de Oudelandse Beek, de Donkse Beek en de Laarse Beek. Dit zijn alle drie waterlopen van 2^{de} categorie en worden dus beheerd door de dienst Waterbeleid van de provincie Antwerpen. Opwaarts van de Antwerpsesteenweg -Kapelsesteenweg worden de Donkse Beek en de Oudelandse Beek waterlopen van 3^{de} categorie en vallen ze onder het beheer van de gemeente Brasschaat. De Donkse Beek wordt hier ook Fortuinbeek genoemd; de Oudelandse Beek wordt hier Reintjesbeek genoemd. De Donkse Beek en Laarse Beek monden uit in de Schijnoverwelving.

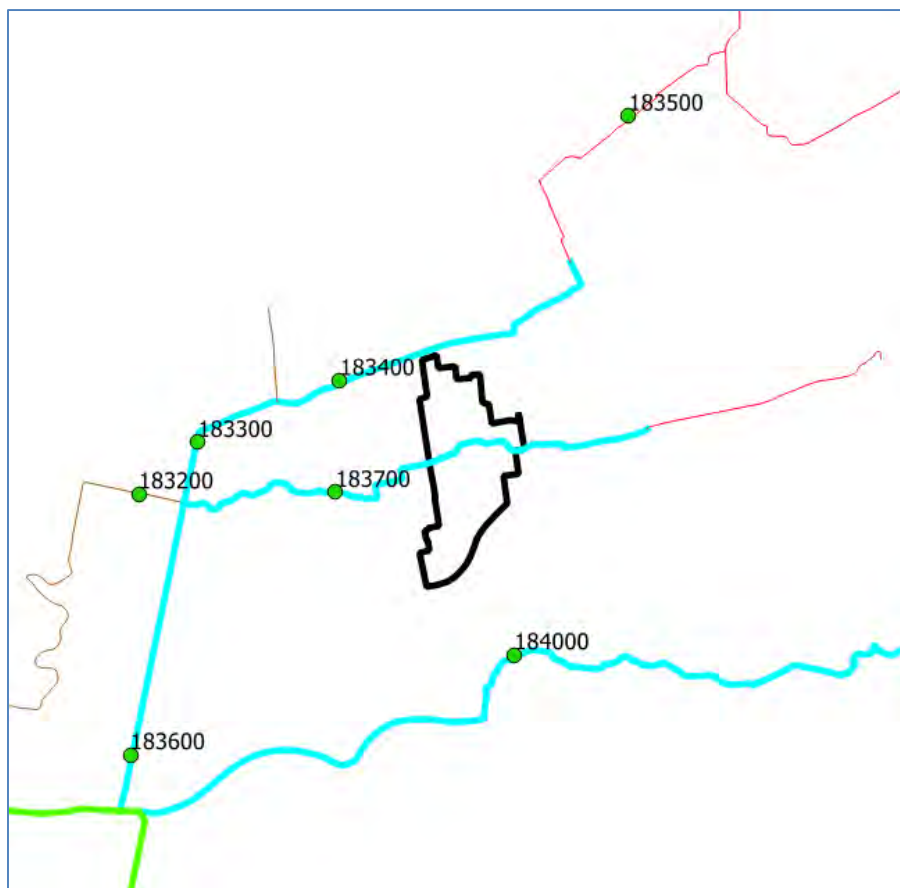
De Donkse Beek begrenst het projectgebied in het noorden en heeft een stroomgebied van 11.3 km². De waterlopen in het bekken ontspringen in de huidige situatie allen afwaarts van het Antitankkanaal. Een groot oppervlakte ten noorden van het Antitankkanaal dat vroeger tot dit bekken behoorde, wordt nu afgeleid naar het bufferbekken Weversbos, vanwaar het water infiltreert of overstort naar het Antitankkanaal. De belangrijkste zijlopen van de Donkse Beek zijn de Binnenkaartse Beek en de Oudelandse Beek. Tussen de Kapelsesteenweg en de spoorweg is de Donkse beek over grote delen overwelfd, o.a. over bijna het ganze traject van de Prinshoeveweg.

De totale afwaterende oppervlakte van de Oudelandse beek bedraagt 2.3 km². Opwaarts van de Kasteellei in de gemeente Brasschaat vormt de beek de verbinding tussen een aantal vijvers, waarop het waterpeil via houten schotbalken wordt geregeld. Het deel tussen de Kasteellei en de Kapelsesteenweg werd recent door de gemeente opengelegd (zie ook verder). De overwelving afwaarts de Kapelsesteenweg, ongeveer 340 meter lang, diameter 1000 mm, bestaat nog steeds. De beek ontvangt ook het afstromend water van een deel van de Kapelsesteenweg. In het projectgebied loopt de beek in open profiel. Ter hoogte van de Willebeeklaan is de waterloop opnieuw overwelfd (onder de wijk Oude Landen). Vervolgens loopt de beek in open profiel in het gebied tussen de spoorwegen 12 en 27A. In het verleden liep de beek verder door het domein van het natuureservaat Oude Landen. De oude arm van de beek is daar nog zichtbaar. Momenteel mondt de beek uit in de verlegde Donkse Beek. In het projectgebied liggen enkele dwarse grachten die afwateren naar de Oudelandse Beek.

Het bekken van de Laarse beek watert een totale oppervlakte af van 39.2 km². Ongeveer 18 km² van deze oppervlakte (of 46 %) bevindt zich opwaarts van het Antitankkanaal. De Laarse beek en de meeste van haar zijlopen sifoneren onder dit kanaal. De waterloop is grotendeels open. Momenteel loopt het afwaartse stuk nog langs de E19 en de oprit naar de A12 om uit te monden in de Schijnoverwelving. Op termijn zal de beek echter afgeleid worden naar de Oudelandse Beek doorheen het natuurgebied de Oude Landen (tussen spoorwegen 27A en 12). Dit laat toe het gebied tot een wetland te ontwikkelen. De verlaten loop van de Laarse Beek zou enkel bij hoogwater bijkomende afvoer verzorgen.

2.3 DE WATERKWALITEIT

De waterlopen Donkse beek, Oudelandse beek en Schijn moeten voldoen aan de basiskwaliteit. De waterloop Laarse beek aan viswaterkwaliteit. De Vlaamse Milieu Maatschappij verricht op zeer regelmatige basis metingen van de fysico-chemische en biologische waterkwaliteit. De gemeten parameters worden vertaald in een zogenaamde fysico-chemische index (PIO) en biotische index (BBI). Meer informatie over deze indexen is terug te vinden in Bijlage B. De locatie van de VMM meetpunten is weergegeven in Figuur 2-2, de resultaten van de metingen in Tabel 2-1 en Tabel 2-2.



Figuur 2-2: Locaties van de waterkwaliteitsmetingen van de VMM.

**Tabel 2-1: De fysico-chemische waterkwaliteit in en rond het woonuitbreidingsgebied
(lagere waarden wijzen op een betere waterkwaliteit)**

VMM nr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
183300										(10.6)			(5.8)		7.0	(8.4)		4.7				
183400												(3.0)	(4.9)			(7.4)						
183500	8.5	7.5	6.3				(5.8)	4.3	(3.7)			(2.5)			3.3		3.0					
183600				9.4	9.0	6.5	7.9	6.9		(6.6)		(5.8)		5.26	(6.8)		5.6	4.1	4.2	3.9	4.1	4.8
183700										(11.1)			(7.6)	5.93		(9.1)			3.0	3.4		
184000	3.8	3.8	3.5	5.4	3.7	3.3	6.1	4.1	3.1	3.6	2.92	3.2	2.1	2.7	3.4	2.7	2.9	2.7	2.5	3.3	2.9	2.4

**Tabel 2-2: De biotische waterkwaliteit in en rond het woonuitbreidingsgebied
(hogere waarden wijzen op betere waterkwaliteit)**

VMMNR	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
183300											1			2			2						
183400													6	5			2						
183500		2					5	4	4	5			6			5							
183600			1		0		0	1	1		2		2			2			2		2		
183700											2			2			1						
184000			2		2		2		2		5	6	5			5				7			

De Oudelandse beek (meetpunt 183700) is al sinds het begin van de metingen (1999) tot de laatste meting van de BBI in 2005 zeer zwaar verontreinigd. Er werden sinds 2005 geen BBI metingen uitgevoerd om dit te bevestigen. De laatste jaren is er wel een verbetering vast te stellen in de fysico-chemische kwaliteit. In de loop van 2005 – 2006 werd de Oudelandse beek (Reintjesbeek) tussen de Kasteellei en de Kapelsesteenweg opengelegd en werden de rioleringen van de aansluitende straten afgekoppeld. Hierdoor komt geen enkele huisaansluiting nog in de Oudelandse beek terecht. Dit is een mogelijke verklaring voor de verbetering van de waterkwaliteit.

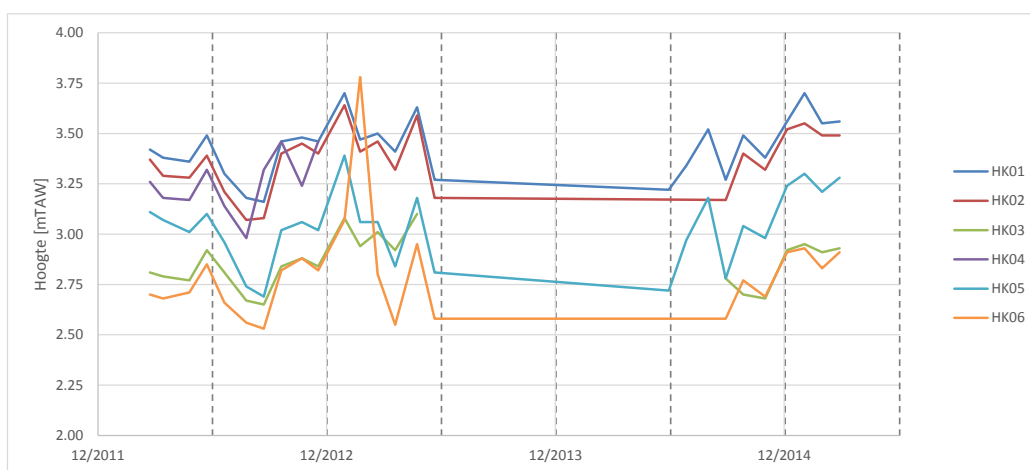
De Laarse beek (meetpunt 184000) was matig verontreinigd, al is de kwaliteit sinds 2000-2002 duidelijk in stijgende lijn. De laatste BBI meting (2008) toont zelfs een goede kwaliteit aan.

De Donkse beek is matig verontreinigd opwaarts (meetpunten 183500 en 183400) tot zeer zwaar verontreinigd afwaarts (meetpunten 183300 en 183600). Momenteel wordt de verbindingsriolering Prinshoeveweg aangelegd. Daarnaast voert de gemeente Brasschaat voortdurend inspanningen om regenwater af te koppelen van het rioleringsstelsel, zodat de overstorten in de toekomst minder frequent zullen werken. Al deze projecten zullen ervoor zorgen dat de waterkwaliteit op de Donkse beek en de Oudelandse beek in de toekomst sterk zal verbeteren. Deze verbeteringen zullen pas na enkele jaren in de VMM meetresultaten zichtbaar zijn. Momenteel zijn er echter geen recente metingen beschikbaar om dit te bevestigen.

2.4 GRONDWATER

De lokale grondwaterstroming wordt geschetst aan de hand van de beschikbare grondwaterstandsmetingen in beheer van de stad Antwerpen. De ligging van de peilbuizen wordt weergegeven in Figuur 2-4. De metingen werden maandelijks uitgevoerd en zijn voor een periode beschikbaar van 03/2012 – 06 /2013 en van 06/2014 tot 03/2015. Een beeld van de huidige grondwaterdynamiek wordt geschetst aan de hand van de 10 en 90 percentiel waarden van de grondwaterstanden in Tabel 2-3.

Lateraal met de waterloop worden geen grondwaterverschillen opgetekend (verschil peilbuizen HK03 en HK06). Ter hoogte van de Oudelandse beek en de gracht van de Sint-Lucaskliniek (HK03, HK05 en HK06) worden ca. 50 cm lagere waterstanden waargenomen dan aan de rand van het gebied (HK01, HK02, HK04). De grondwaterstanden in het gebied liggen gemiddeld een halve meter onder maaiveld tijdens de wintermaanden en ruim 1 meter onder maaiveld tijdens de zomermaanden.



*Figuur 2-3: Evolutie grondwaterstanden voorjaar 2011 – voorjaar 2014
(bron gegevens: stad Antwerpen).*



Figuur 2-4: Ligging grondwaterstandsmetingen stad Antwerpen
(bron gegevens: stad Antwerpen).

Tabel 2-3: waargenomen grondwaterstanden

Peilbuis	Ligging		Maaiveld [mTAW]	Grondwaterstand [mTAW]	
	x	y		10 percentiel - GLG	90 percentiel - GHG
HK01	155285	218814	4.6	3.2	3.6
HK02	155444	218634	4.0	3.2	3.5
HK03	155548	218469	4.1	2.7	3.0
HK04	155459	218215	4.1	3.1	3.5
HK05	155280	217995	3.7	2.8	3.3
HK06	155260	218386	4.1	2.6	2.9

2.5 RIOLERING

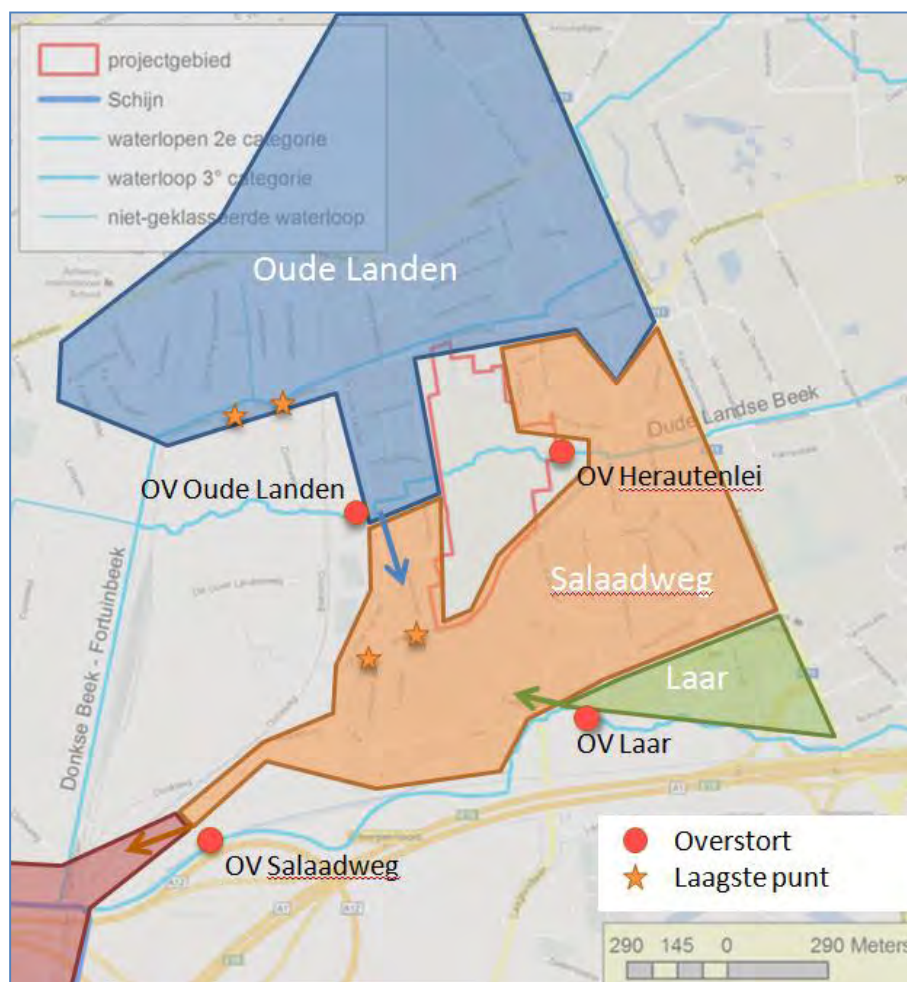
In het gebied komen twee rioleringsnetwerken voor: het rioleringsnetwerk van Ekeren, waarvan het rioolwater wordt afgevoerd naar de RWZI Antwerpen-Noord, en het rioleringsnetwerk van Brasschaat waarvan het rioolwater wordt afgevoerd naar de RWZI Brasschaat.

2.5.1 Riolering van Ekeren

Hoewel het rioleringsnetwerk van Ekeren een groot gebied beslaat, zijn er slechts drie secties belangrijk voor deze studie. Ze worden schematisch weergegeven in Figuur 2-5.

- Sectie Laar: rioolstelsel van Laar, Ten Hoge en een stuk van de Kapelsesteenweg. Verbonden met de sectie Salaadweg via een buis diameter 30 cm. Er is een overstort naar de Laarsebeek.
- Sectie Oude Landen: rioolstelsel van de wijk Prinshoeve, de Prinshoeveweg, de Veltwijcklaan, de Bist en de tussenliggende straten. Verbonden met de sectie Salaadweg via een leiding diameter 50 cm. Er is een overstort naar de Oudelandse Beek aan de kruising met de straat Oude Landen. De laagste punten zijn gelegen langs de Prinshoeveweg tussen de spoorlijnen 12 en 27A (maaiveld ca. 3.3 mTAW).
- Sectie Salaadweg: rioolstelsel van de G. Stijnenlaan en de wijk Hoekakker tot aan de Kapelsesteenweg. Verbonden naar afwaartse secties via een leiding diameter 30 centimeter. Er zijn twee overstorten: aan de Salaadweg naar de Laarse Beek, en een achterwaarts overstort aan de Herautenlei naar de Oudelandse Beek. Het laagste punt van het stelsel ligt langs de G. Stijnenlaan t.h.v. de kruising met de Laathoflaan (maaiveld ca. 3.5 mTAW).

Uit cijfers van Aquafin blijkt dat er nauwelijks onverharde oppervlaktes zijn aangesloten op deze rioleringsstelsels.



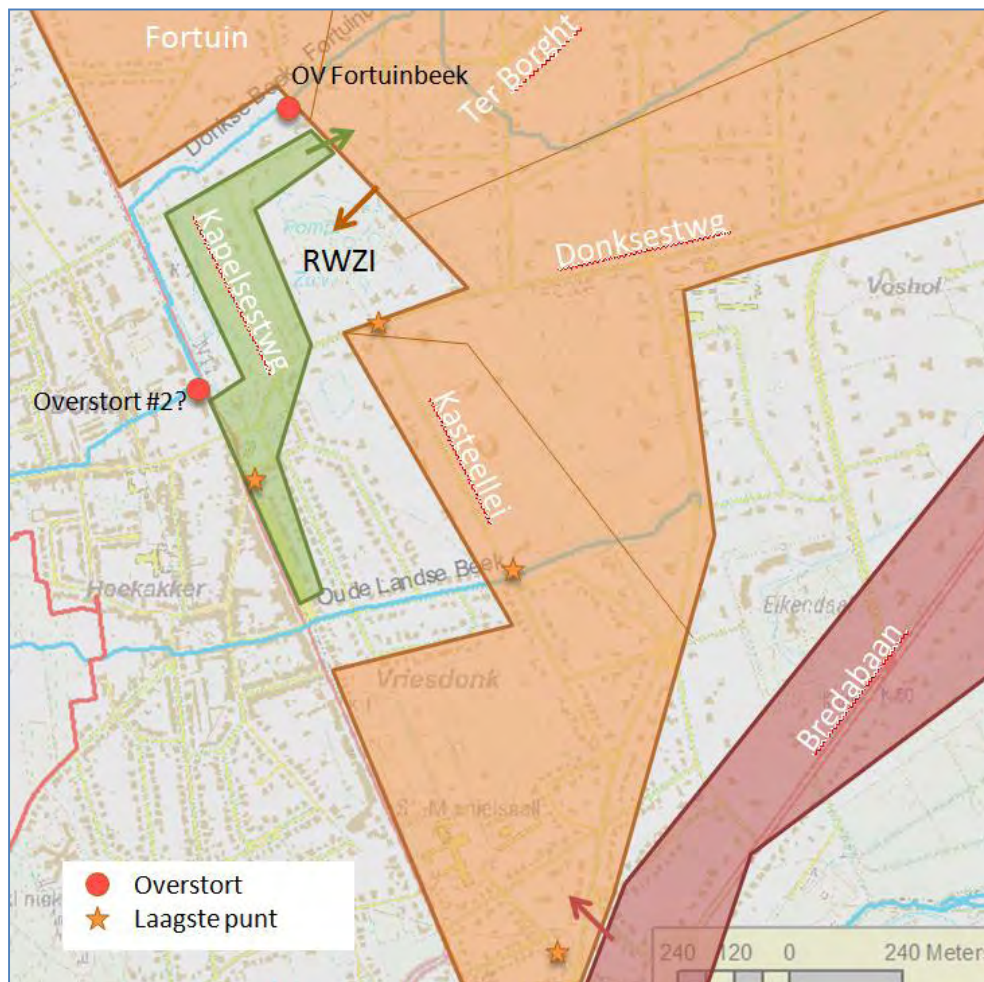
Figuur 2-5: schema van het rioleringsstelsel van Ekeren

2.5.2 Riolering van Brasschaat

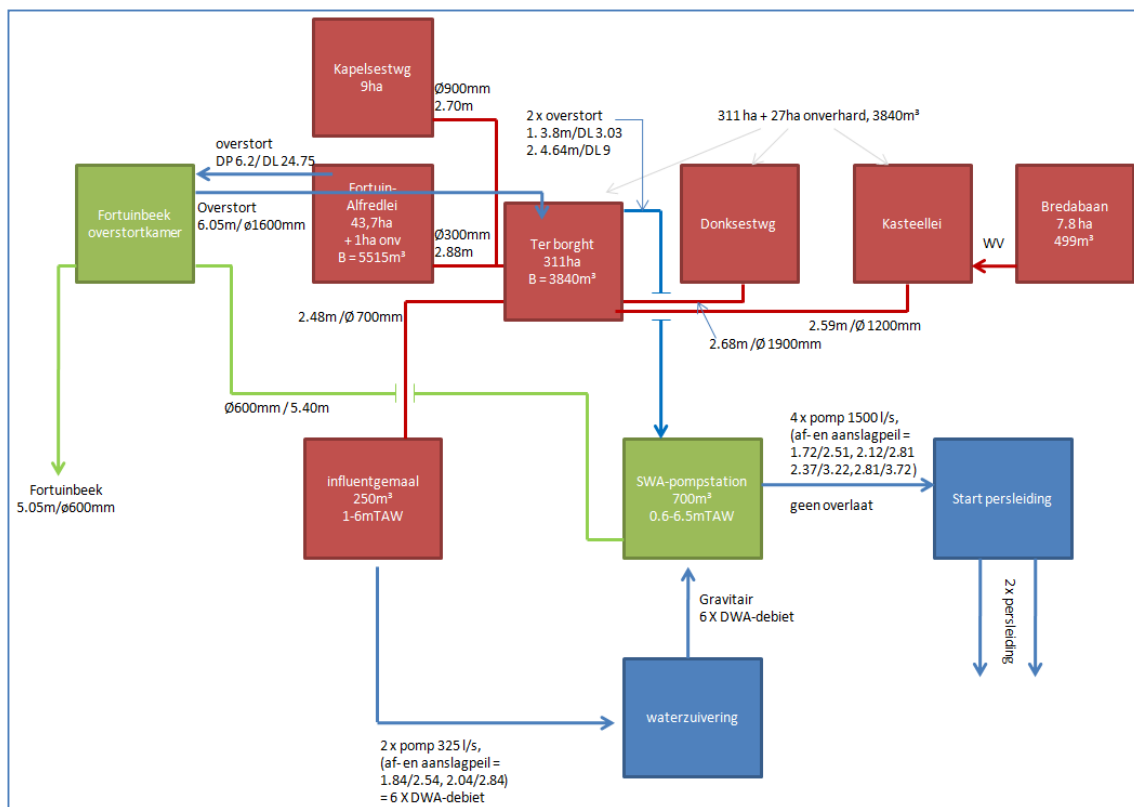
De riolering van Brasschaat bestaat uit een aantal strengen die samenkomen t.h.v. de RWZI, en via de Gabriëllelei en de Alfredlei naar het RWZI worden geleid (Figuur 2-6). Onder de Alfredlei zitten enkele overstortkamers die zorgen voor afvoer van neerslagwater naar enerzijds het SWA-bekken van de RWZI en anderzijds naar de Fortuinbeek. Volgende eigenschappen van de strengen zijn van belang voor deze studie (de namen van de strengen zijn arbitrair gekozen):

- Strengen onder Ter Borght, Donksesteenweg en Kasteellei, en vanuit het noorden, Fortuin-Alfredlei, komen samen t.h.v. de Gabriëllelei, waar ze verbonden zitten op het RWZI. Het laagste punt van dit geheel ligt langsheen de Kasteellei (maaiveld ca. 6.30 mTAW).
- De streng Kapelsesteenweg draineert de Kapelsesteenweg en is verbonden met de overige strengen via een leiding van 30 cm. Het laagste punt is gelegen op de Kapelsesteenweg, t.h.v. de kruising met de Oude Baan (maaiveld ca. 5.78 mTAW).

- De streng Bredabaan (7.8 ha) zorgt voor de afwatering van de Bredabaan tussen E19 en de Donksesteenweg. Dit systeem is verbonden via een wervelventiel met de streng Kasteellei (57 l/s)



Figuur 2-6: schema van het rioleringsstelsel van Brasschaat



Figuur 2-7: schema van het RWZI en overstortcomplex in de Alfredlei

De RWZI van Brasschaat werd recent vernieuwd en heeft momenteel volgende eigenschappen (zie o.a. Figuur 2-7).

- Alle strengen komen toe bij het influentgemaal, die het water overpompt naar de eigenlijke zuivering. Dit gebeurt door twee pompen van 325l/s (ruwweg 6x het begrote DWA-debiet). Het gezuiverde water komt gravitair in het SWA-bekken terecht.
- Het SWA-bekken heeft een capaciteit van ca. 700 m³. Vier vijzels pompen het water in twee persleidingen, die het afvoeren naar de Schijnoverwelving (ca. 4.8 km verder). De vijzels werden vervangen en hebben nu elk een capaciteit van 1500 l/s.
- Bij neerslagafvoer laten twee overstorten toe dat water uit de strengen rechtstreeks in het SWA-bekken overlopen (drempelpeil: 3.8 mTAW en 4.64 mTAW). Indien de vier vijzels de toevoer niet aankunnen, is er een bijkomende overstort naar de Fortuinbeek (drempelpeil: 5.40 mTAW).

De overstortkamer aan de Fortuinbeek heeft een overstortpeil op 5.05 mTAW naar de Fortuinbeek. Op 6.05 mTAW is er een overstortdrempel van de overstortkamer naar de streng Ter Borgh. Vanuit de streng Fortuin-Alfredlei is er een bijkomende overstortdrempel op 6.2 mTAW naar de overstortkamer.

Op de verschillende strengen zijn zowel verharde als onverharde oppervlaktes aangesloten (zie Tabel 2-4). Volgens de cijfers van Aquafin heeft de streng Kapelsesteenweg een verharde oppervlakte van 9 ha, de streng Fortuin-Alfredlei 43.7 ha verhard en 1 ha onverhard, en het geheel van de strengen Ter Borght, Donksesteenweg en Kasteellei 311 ha verhard en 27 ha onverhard. De Bredabaan heeft 7.8 ha verharde oppervlakte. Deze cijfers verschillen aanzienlijk van de voorgaande studie, enerzijds door aanleggen van nieuwe rioleringen, anderzijds door verschillende afkoppelingsprojecten.

Tabel 2-4: overzicht van aangesloten verharde en onverharde oppervlaktes per streng

Streng	verhard	onverhard
Kapelsesteenweg	9 ha	0 ha
Fortuin-Alfredlei	43.7 ha	1 ha
Ter Borght, Donksesteenweg, Kasteellei	311 ha	27 ha
Bredabaan	7.8 ha	

Op het ogenblik van deze studie was Aquafin bezig met het integreren van alle informatie van de riolering van Brasschaat in een samenvattend schema. Dit was echter nog niet beschikbaar. Toch kon op basis van de informatie die ter beschikking werd gesteld, de actuele situatie van het rioleringsstelsel in voldoende mate gereconstrueerd worden.

Ontwerpplannen 'ontworpen toestand rioleringen dd.05/07/93' vermelden een overstort nr. 2 op de streng Kapelsesteenweg. Deze heeft een drempelpeil van 5.20 mTAW en voert het water af naar de Fortuinbeek t.h.v. de kruising van Kapelsesteenweg en Donksesteenweg. Dit overstort wordt echter niet teruggevonden op terrein, en is vermoedelijk niet meer in gebruik. Er werd hiermee in de studie dan ook geen rekening gehouden.

2.6 HYDROLOGISCHE EN HYDRAULISCHE MODELLERING.

In het kader van de studie van de Laarse beek, Donkse beek en Oudelandse beek (IMDC, 2003a) uitgevoerd in opdracht van de dienst integraal waterbeleid van de provincie Antwerpen werd een model opgemaakt van het gebied. Dit model werd geactualiseerd om rekening te houden met recente en geplande maatregelen en werd vervolgens verder verfijnd om de situatie in en rond het projectgebied gedetailleerder te kunnen analyseren. Vervolgens werden events gekozen die met dit model zullen worden doorgerekend.

2.6.1 Wijzigingen sinds vorige studie

Sinds de vorige studie zijn een aantal belangrijke ingrepen gebeurd in de omgeving. Daarnaast zijn er een aantal geplande ingrepen.

- Afknippen van het Schijn: vroeger liep het Schijn door de Schijnoverwelling en zo verder naar de Rode Weel. In 2008 werd de Schijnoverwelling onderbroken ter hoogte van het Albertkanaal. De bovenloop van het Schijn wordt nu overgepompt naar het Lobroekdok.
- Omleggen Laarse Beek: Het afwaartse gedeelte van de Laarse Beek wordt omgelegd doorheen gebied de Oude Landen (tussen spoorwegen 12 en 27A). Hierbij worden volgende ingrepen voorzien:
 - Knijpconstructie met overlaat op de Oudelandse beek opwaarts van de koker onder spoorlijn 12. De knijp heeft een doorstroomoppervlakte van 0.05m², de overlaat ligt op 3.12 mTAW.
 - Overlaat op de nieuwe verbinding van de Laarse beek naar het afwaartse gedeelte van de Laarse Beek (3 mTAW, 6 meter breed)
 - Afgraven van het gebied tussen de spoorwegen tot 3.05 mTAW.

Deze maatregel is nog niet uitgevoerd. Zie ook opmerking 1 verder op aan het einde van deze paragraaf.

- Uitbreiden van de uitwijkbundel Luchtbal op spoorlijn. Dit project is voorlopig afgevoerd, maar in het project rond de omlegging van de Laarse Beek werd hiervoor wel ruimte gereserveerd. Hydraulisch mag dus gesteld worden dat dit project gerealiseerd zal worden.
- Aanpassingen in de RWZI van Brasschaat. Het RWZI werd voorzien van nieuwe SWA-pompen, en nieuwe reservoirs (zie §2.5.2). De werken werden opgeleverd in juli 2012.
- Verschillende afkoppelingsprojecten in de gemeente Brasschaat.
- Aanleg van een verbindingsriolering langsheen de Prinshoeveweg: Er werd nu al een project uitgevoerd tussen de Kapelsesteenweg en de J. Ickxstraat (RWA: 500 mm / DWA: 400 mm). Het verdere traject tussen J. Ickxstraat en de Kruidenlaan zit nu in fase detailontwerp. Het traject tussen de Kruidenlaan en de Oude Landen is pas gepland voor 2018. Het betreft telkens een gescheiden stelsel.

Opmerking:1

Wat de geplande inrichting betreft tussen de spoorwegen 12 en 27A dient te worden opgemerkt dat het RUP voor deze zone momenteel wordt aangevochten bij de Raad van State waardoor het onduidelijk is wanneer en hoeveel er van deze geplande ingrepen gerealiseerd zal worden. In deze geplande inrichting wordt een knijpopening voorzien op de Oudelandse beek die de waterstand in het gebied tussen de twee spoorbundels en aansluitend ook naar opwaarts bij basisafvoer sterk zal doen stijgen en voor een bijna permanente watertafel zal zorgen dichtbij het maaiveld. Ondanks deze peilverhoging worden grote neerslagevents zonder problemen op quasi dezelfde manier verwerkt als in de huidige toestand. Dit is te verklaren door de aanwezigheid in het model van een noodoverlaat naast

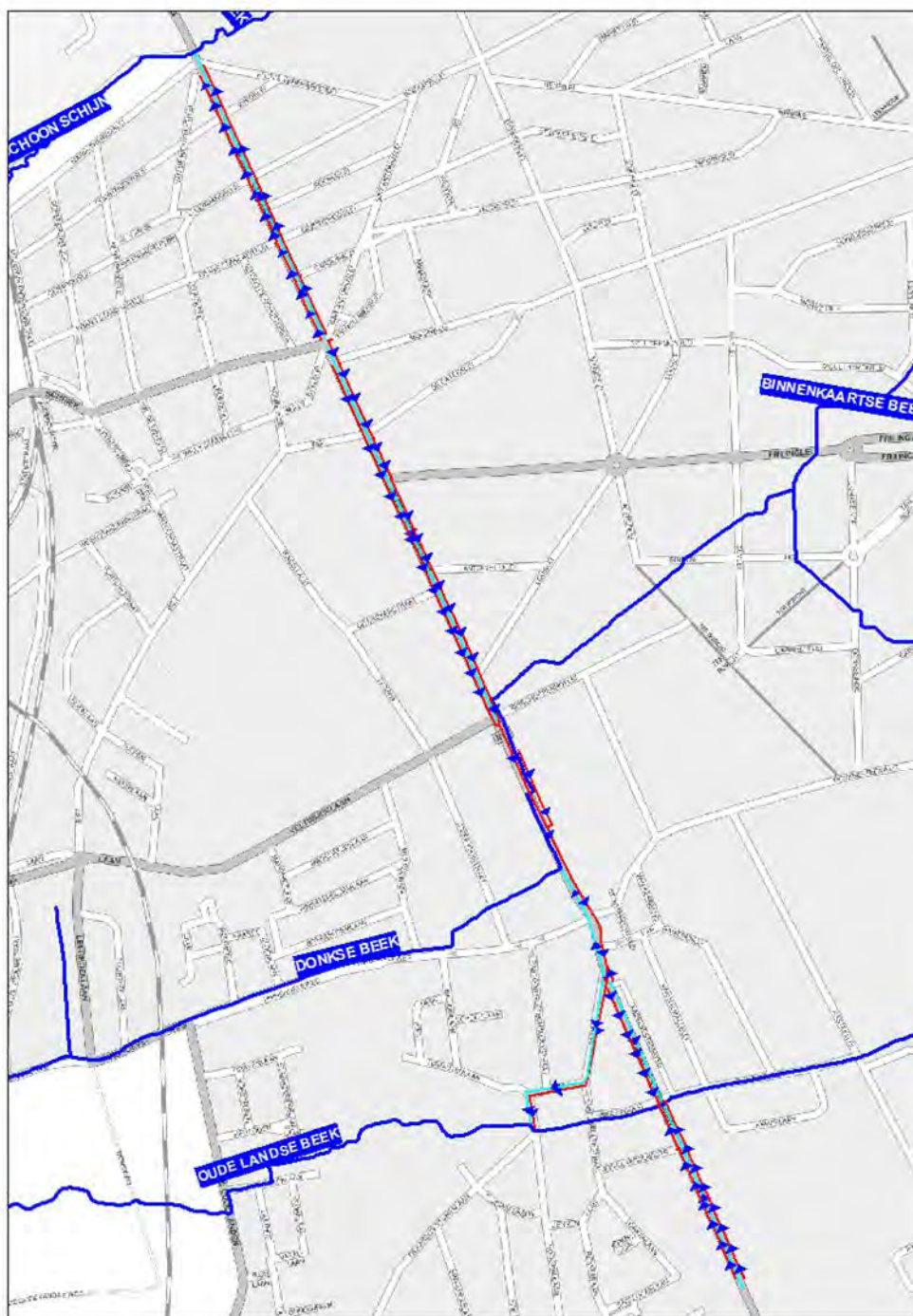
deze knijpopening, waardoor voldoende extra debiet kan afgevoerd worden, en dit in combinatie met bergingsruimte in het gebied tussen de twee spoorbundels.

Hoewel er dus momenteel onduidelijkheid bestaat over deze geplande inrichting, werd ze voor onderhavige studie toch als uitgangssituatie gekozen. Dit is immers een conservatieve en bijgevolg veilige aanname voor het projectgebied.

Opmerking:2

Een belangrijk project in de omgeving van het projectgebied betreft het project Kapelsesteenweg. Dit project voorziet in een optimaal gescheiden stelsel in de Kapelsesteenweg, Oude Baan en Hoogpadlaan. De uitvoering van de werken is gepland in 2017 en 2018. Het project wordt opgemaakt volgens de huidige ontwerpnormen en code van goede praktijk (bron: Aquafin).

In Figuur 2-8 wordt dit project schematisch weergegeven.



Figuur 2-8: Schematische weergave van het project Kapelsesteenweg (bron: Aquafin).

De RWA (regenweer-afvoer) zal op 3 plaatsen worden aangesloten met name op de waterlopen Schoon Schijn, Donkse beek en Oudelandse beek. Deze RWA-afvoer zal voldoen aan de opgelegde voorwaarden van de waterloopbeheerder voor wat betreft buffering en vertraagde doorvoer.

Via deze afkoppelingswerken zal een herverdeling plaats vinden waarbij er minder water via de overstorten en meer water rechtstreeks in de beken terecht komt. Het totale volume water dat in de beken stroomt zal evenwel ongewijzigd blijven.

Deze geplande maatregel was niet opgenomen in het voor onderhavige studie gebruikte model. Aangezien het totale volume neerslagwater naar de beken niet wijzigt en aangezien bij de afkoppelingswerken buffering wordt voorzien in de leidingen volgens de opgelegde voorwaarden, wordt verwacht dat de impact van deze geplande maatregel voor het projectgebied zelf ²niet negatief zal zijn en bovendien klein zal zijn in vergelijking tot de overcapaciteit die in het projectgebied wordt voorzien (zie verder). Daarom werd op de vergadering van 12/05/2015 met Aquafin en de stad Antwerpen besloten deze maatregel niet bijkomend op te nemen in het model.

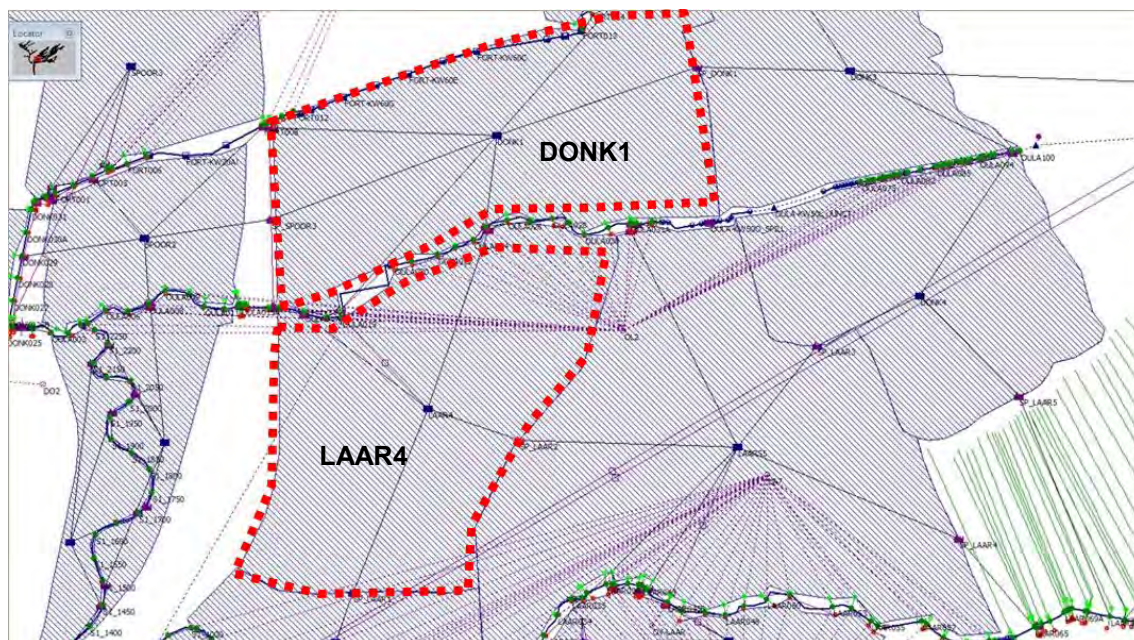
2.6.2 Verfijning van het model

Voor deze studie werd het model verder verfijnd en aangepast. Kort samengevat werden volgende ingrepen uitgevoerd:

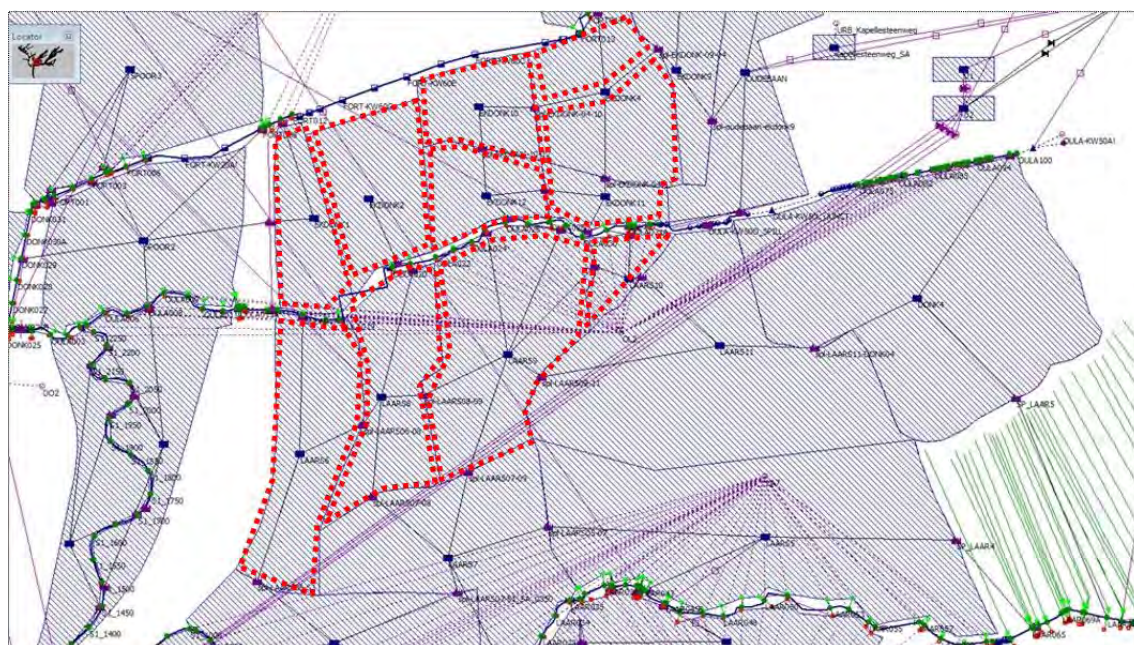
- Bijkomende stabilisatie van het model,
- Het model werd omgezet naar een recentere versie van InfoWorks (nl. V12.5). Dit kwam de rekensnelheid ten goede.
- Het bakkenmodel van Brasschaat werd aangepast volgens de gegevens bekomen van Aquafin. Hierbij werden oppervlaktes van aangesloten verharde en onverharde gebieden aangepast, en de configuratie van de overstorten in de omgeving van de RWZI.
- Op analoge manier werd nu ook de riolering van Ekeren ingevoerd als een bakkenmodel. Het bakkenmodel laat toe de uitvoer van één rioolstelsel in te voeren in een ander rioolstelsel. Met de “urban boundaries” die standaard in InfoWorks beschikbaar zijn, is dit niet mogelijk.
- Verschillende “storage areas” en “spill units” werden aangepast om de mogelijke stromingen op het terrein beter weer te geven. Vooral de situatie rondom de kerk van Ekeren-Donk en de omgeving van het projectgebied werd aangepast om de stromingsrichting t.g.v. riooloverstromingen beter weer te geven. De vijvers rondom het kasteel van Ekeren-Donk werden hierbij toegevoegd als een extra storage area.

Figuur 2-9 en Figuur 2-10 tonen bij wijze van voorbeeld de modelopbouw in de omgeving van Hoekakkers respectievelijk volgens het oorspronkelijke model en na het uitvoeren van de verfijning in de omgeving van het projectgebied. De “storage area” DONK1 werd opgesplitst in 6 verschillende “storage areas”, zijnde EDONK1, EDONK2, EDONK4, EDONK10, EDONK11, en EDONK12. De “storage area” LAAR4 werd opgesplitst in 5 verschillende “storage areas” zijnde LAAR6, LAAR7, LAAR8, LAAR9 en LAAR10. Om de verschillende nieuwe “storage areas” correct met elkaar te verbinden werden 16 extra “spill units” aan het model toegevoegd.

² Op andere plaatsen buiten het projectgebied zal er mogelijk wel een grotere positieve invloed zijn, bijvoorbeeld in Ekeren – Donk.



Figuur 2-9: Oude modelopbouw omgeving Hoekakkers.



Figuur 2-10: Verfijning in de modelopbouw omgeving Hoekakkers.

2.6.3 Doorerekende events

In de vorige studie (IMDC, 2006) werd een multirun uitgevoerd met statistiek op de resultaten van het hydraulische model. Dit maakt het mogelijk de terugkeerperiode van een afvoerevent ter hoogte van het projectgebied in te schatten.

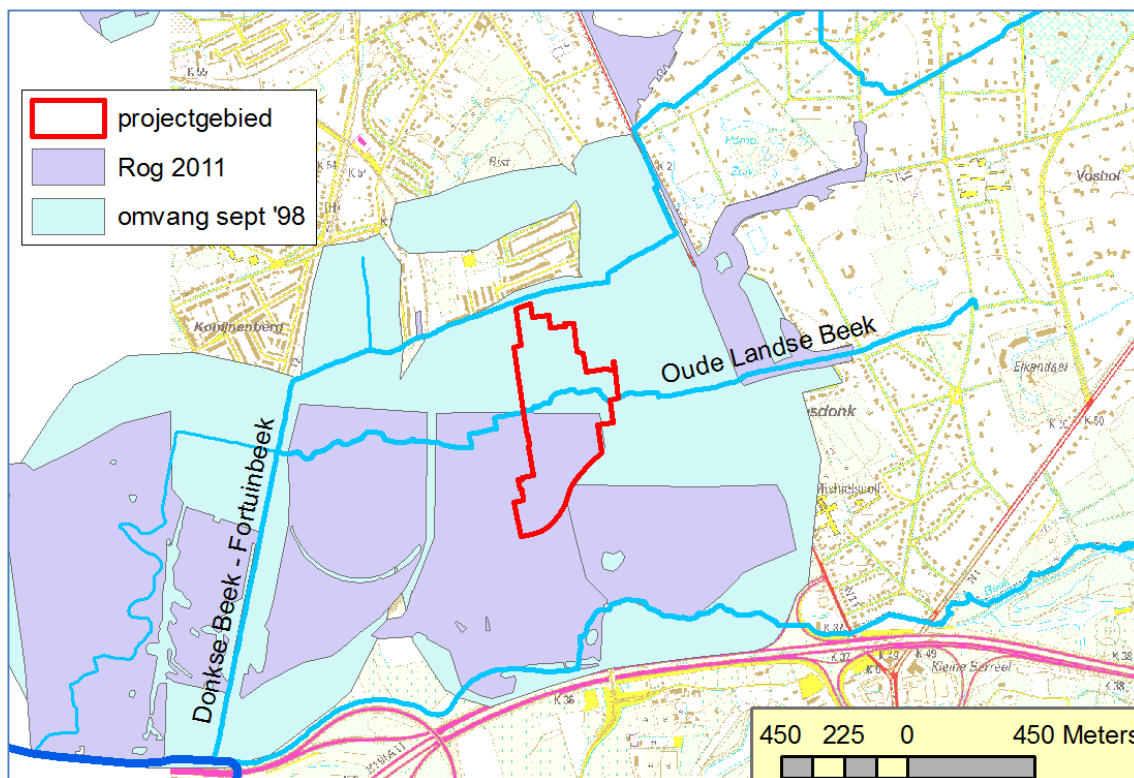
Voor de modellering werden drie historische neerslagevents gebruikt (hier te verstaan als periodes met veel neerslag, met bijhorende afvoerdebieten):

- Augustus 2002: dit was een beperkte neerslaggebeurtenis, waarbij de riolen een scherpe piek aanleveren. Op basis van de frequentieanalyse die werd uitgevoerd in de voorgaande studie en in de studie van het omleggen van de Laarse Beek, komt deze gebeurtenis overeen met een T10-T15, of een gebeurtenis die gemiddeld eens om de 10 à 15 jaar voorkomt.
- September 1998: dit was een langdurige neerslaggebeurtenis die in heel de omgeving voor heel wat wateroverlast zorgde. Door het grote volume neerslag traden de meeste beken buiten hun oevers. Volgens de frequentieanalyse komt dit overeen met een T50-event tot T100 (afhankelijk van de locatie), wat wil zeggen dat dit het grootste of tweede grootste event was in de honderd jaar data.
- Juli 1995: dit is een neerslaggebeurtenis die op korte tijd grote volumes neerslag genereerde, waardoor vooral de rioleringen onder druk kwamen. De frequentieanalyse geeft terugkeerperiodes voor dit event die variëren al naar gelang de locatie. Dit varieert van T100 waar de invloed van de riolering op het oppervlaktewater groot is tot T25 op andere punten

De weergave van de rioleringssystemen door middel van onderling verbonden bakken zorgt ervoor de piekdebieten minder worden afgetopt dan in werkelijkheid het geval is. Vooral voor de events van augustus 2002 en juli 1995 komen hierdoor zeer scherpe pieken voor. Het gebruik van een bakkenmodel zorgt dus voor een conservatieve aanname voor wat de impact van de riolering betreft. De event van juli 1995 wordt zo gekenmerkt door een zeer hoge piek, maar werd toch weerhouden om een gevoel te krijgen voor maximale afvoeren die naar het projectgebied worden geleid.

2.7 GEKENDE KNELPUNTEN

De hele gebied rond het projectgebied kampt met een waterproblematiek. Figuur 2-11 toont de overstromingen in de omgeving volgens de kaart van Recent Overstroomde Gebieden (ROG, versie 2011). Deze kaart werd opgesteld op basis van gegevens afkomstig van gemeenten, brandweer, enz. Ten noorden van de Oudelandse Beek ontbreken echter de data. Daarom werd de ROG aangevuld met een oudere kaart, op basis van opmetingen van gemeenten, met de omvang van de overstromingen in september 1998. Deze kaart is minder gedetailleerd. Beiden samen tonen echter aan dat bijna de hele zone in het afwaartse gedeelte van de drie beken overstromingsgevoelig is. Ten oosten van de Kapelsesteenweg zijn er minder uitgebreide overstromingen, omdat het reliëf daar oploopt.



Figuur 2-11: overstromingen volgens de kaart van recent overstroomde gebieden (ROG, 2011) en omvang van overstromingen in september 1998 volgens gegevens van de gemeenten.

Bij hevige regenval zal ook de riolering overbelast raken en kunnen riooloverstromingen voor bijkomende wateroverlast zorgen. In normale omstandigheden (droogweerafvoer = DWA) voeren de verschillende secties van het rioleringsstelsel DWA-water af via doorvoerleidingen naar afwaarts gelegen secties, en zo uiteindelijk naar de RWZI's waar het water gezuiverd en geloosd wordt. Bij hevige regenval (neerslagafvoer = SWA) beperken de doorvoerleidingen het afgevoerde water en stijgt het peil in het rioolstelsel. Eens een bepaald peil bereikt wordt, zal het teveel van water via een overstort worden afgevoerd naar de omliggende beken.

Een stelsel wordt normaal ontworpen om 6xDWA te kunnen afvoeren. Al de rest gaat via de overstorten naar de waterloop. Er dient wel voldoende buffer te worden voorzien opdat de overstorten niet meer dan 7x per jaar in werking treden. Daarnaast worden de leidingen ontworpen zodat bij de afvoer geen wateroverlast optreedt. Dit gebeurde klassiek voor terugkeerperiodes van 2 en 5 jaar. De code van goede praktijk voor het ontwerp van rioleringsstelsel bepaalt wat juist getest moet worden (water 50cm onder maaiveld, geen water op straat, ...). De code van goede praktijk werd recent herzien, zodat overstorten pas in werking zouden treden bij buien van een terugkeerperiode van 20 jaar. Bij extreme regenval zoals zomerse onweersbuien, kunnen de overstorten de watertoevloed niet meer aan en zal het water in de riolering onder druk komen, en een uitweg zoeken naar de straat. In de winter kan ook een hoge waterstand op de waterlopen een goede werking van de overstorten belemmeren, zodat ook bij kleinere buien wateroverlast optreedt.

2.7.1 Gerapporteerde knelpunten

Hieronder volgt een lijst van locaties waar zich in het verleden reeds dergelijke riooloverstromingen voordeden. De lijst werd opgesteld op basis van gesprekken met Aquafin, met buurtbewoners, met de brandweer en uit eigen terreinwaarnemingen:

- Laar: hier bevinden zich de laagste putdeksels van de sectie Salaadweg. Volgens buurtbewoners stroomde het water hier in 2002 uit de putdeksels. In het huidige model van Aquafin is er geen overstroming bij T20.
- Olmenlei: gekend knelpunt bij Aquafin.
- Kasteellei t.h.v. kruising met Reintjesbeek.
- Donksesteenweg t.h.v. de kruising met de Kasteellei.
- Kapelsesteenweg t.h.v. Ekeren-Donk. In het verleden is het water hier al verschillende malen uit de riolering gestroomd. Het water stroomt dan verder afwaarts door de Oude Baan. Volgens buurtbewoners in de Oude Baan gebeurt dit regelmatig. Sinds 2004 worden de interventies van de brandweer geregistreerd. Er zijn twee registraties te vinden, namelijk 29 juli 2007 (09.00u) en 07 oktober 2009 (20.00u). De interventie van de brandweer bestaat erin water te verpompen van het mangat aan de bushalte (kant Brasschaat) naar de overkant van straat. Hiervoor gebruiken ze een pomp van 1200l/min. De interventie duurt 1 à 1.5 uur. In augustus 2002 stond de hele buurt rondom de kerk onder water.
- Op 16 april 2003 werden door IMDC riooloverstromingen vastgesteld aan de Kasteellei, Donksesteenweg en aan de kerk van Ekeren-Donk

Het water dat via de putdeksels uit de riolering stroomt, zal zich vervolgens een weg zoeken naar lagere zones. Het water dat uitstroomt aan de Kapelsesteenweg en de Donksesteenweg, zal zich eerst verzamelen aan de kerk van Ekeren-Donk, en vervolgens via de Oude Baan naar de Oudelandse Beek vloeien. Omdat deze beek zelf een relatief klein debiet heeft, betekent dit een aanzienlijk bijkomend debiet. Ook de werking van overstorten zorgen voor aanzienlijke bijkomende debieten.

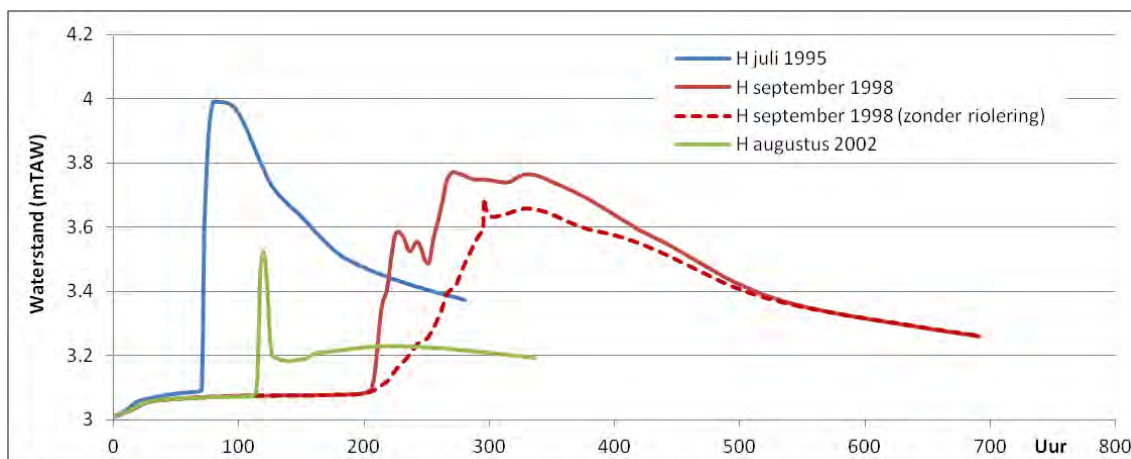
2.7.2 Gesimuleerde knelpunten

Figuur 2-12 geeft de evolutie van de waterstand ter hoogte van het projectgebied. Figuur 2-13, Figuur 2-14 en Figuur 2-15 geven de bijhorende overstromingscontouren voor respectievelijk augustus 2002, september 1998 en juli 1995. In Tabel 2-5 staan bijhorende maximale waterstanden, overstroomde oppervlaktes en geborgen volumes ter hoogte van het projectgebied: de maximale waterstanden werden bekomen uit het hydraulische model, de volumes en oppervlaktes werden bepaald op basis van het DTM.

Voor augustus 2002 komt de maximale waterstand, 3.52 mTAW net boven het oeverniveau van de secties aan de afwaartse rand van het projectgebied (ca. 3.40-3.50 mTAW). De overstroming beperkt zich bijgevolg tot de beek en het grachtenstelsel. De piek in het begin van het event is het gevolg van riooloverstromingen aan de Kapelsesteenweg, waarbij het water via de Oude Baan naar de Oudelandse Beek stroomt.

Voor september 1998 is de maximale waterstand 3.77 mTAW. Hierdoor overstroomt een strook van ongeveer 50 meter aan weerszijden van de Oudelandse beek, in het lager gelegen westelijk gedeelte van het projectgebied..

Voor juli 1995 zorgt de maximale waterstand van 3.99 mTAW voor een overstroming van bijna de helft van het projectgebied. Hierbij wordt een volume van 11730 m³ geborgen.



Figuur 2-12: verloop van waterstand in de Oudelandse Beek t.h.v. het projectgebied (tijd uitgedrukt in uren sinds start van de simulatie)



Figuur 2-13: overstromingscontouren voor augustus 2002 (TR 25 jaar)



Figuur 2-14: overstromingscontouren voor september 1998 (TR 50 jaar)



Figuur 2-15: overstromingscontouren voor juli 1995 (TR 100 jaar)

Opmerkingen:

- De datums vermeld bij bovenstaande overstromingen (september '98, juli 1995, ...) hebben enkel een statistische en geen historische betekenis. Zo stellen de berekende overstromingen van september '98 niet de werkelijk voorgekomen overstromingen voor. Het zijn de overstromingen die zouden optreden als vandaag, rekening houdende met alle reeds genomen maatregelen, dezelfde neerslaghoeveelheid zou vallen als in september '98. Dankzij de maatregelen die ondertussen zijn getroffen door VMM, Aquafin, de gemeente Brasschaat en de provincie Antwerpen, is de uitgestrektheid van deze overstromingen kleiner dan degene die werkelijk hebben plaats gehad.
- De terugkeerperiode die vermeld staat bij de doorgerekende events geldt voor het projectgebied zelf zijnde het woonuitbreidingsgebied. Op andere locaties kan de terugkeerperiode anders zijn. Dit is bijvoorbeeld de verklaring voor het feit dat de weide ten noorden van de Oudelandsebeek (ten westen van de wijk Prinshoeve) in Figuur 2-14 meer overstroming vertoont dan in Figuur 2-15. Deze locatie is meer gevoelig voor events met een groot volume eerder dan met een groot piekdebiet waardoor het event van september '98 hier een grotere terugkeerperiode zal hebben dan het event van juli '95.

Tabel 2-5: maatgevende waarden voor overstroming van het projectgebied bij de doorgerekende events

	Aug. 2002	Sept. 1998	juli 1995
Maximale waterstand (mTAW)	3.52	3.77	3.99
overstroomd oppervlakte (m ²)	3140	18110	74940
geborgen volume (m ³)	520	2660	11740

Rond het projectgebied zijn er tijdens de drie events overstromingen in de J.Ickxstraat en langs de Oude Baan. De overstromingen in de J.Ickxstraat zijn het gevolg van het buiten de oevers treden van de Donkse Beek, met een maximale diepte van ca. 90 cm (door een plaatselijke kom in het reliëf). De overstromingen in de Oude Baan zijn het gevolg van riooloverstromingen langs de Kapelsesteenweg en de Donksesteenweg, waarbij het water verder afwaarts stroomt richting de Oudelandse Beek.



Figuur 2-16: Stromingsrichting van het water in geval van wateroverlast.

Het hydraulisch model laat verder toe de belangrijkste oorzaken van wateroverlast in het projectgebied te achterhalen (Figuur 2-16).

- De overstromingen zijn voor het grootste gedeelte te wijten aan overstroming van de Oudelandse Beek. Deze wordt namelijk belast door een groot extra debiet vanuit de riolering.
 - riooloverstromingen van Kapelsesteenweg en de Donksesteenweg die via de Oude Baan naar de Oudelandse beek vloeien,
 - riooloverstroming van de Kasteellei die rechtstreeks naar de Oudelandse beek loopt.
 - Werking van de overstorten Oude Landen en Herautenlei,
- Daarnaast zorgen ook de overstromingen rond de J.Ickxstraat voor bijkomende overlast in het projectgebied. Het water zal o.a. via de Baljuwstraat het projectgebied aan de noordzijde binnenstromen.

3. IMPACT OP HET WATERSYSTEEM

Uit het voorgaande blijkt dat het projectgebied een rol speelt in de waterhuishouding van de ruimere omgeving. De inrichting van het projectgebied zal dan ook een potentieel effect hebben op deze interactie, o.a. op het bufferend vermogen tegen overstromingen, of op de infiltratie naar het grondwater. Om te voldoen aan de Watertoets moet onderzocht worden in hoeverre deze effecten nadelig zijn, en welke maatregelen kunnen worden getroffen om die effecten op te heffen.

Met behulp van het watertoetsinstrument kan aangegeven worden met welke effecten mogelijk rekening moet worden gehouden:

- Gewijzigd overstromingsregime: door het bebouwen en/of ophogen van zones die nu overstromen, verdwijnt een deel van het bufferend vermogen. Dit leidt tot hogere debieten en waterstanden in afwaarts gelegen woonzones. Door extra bufferruimte te voorzien in het projectgebied kan dit gecompenseerd worden (§3.1 en §3.2).
- Gewijzigde afstromingshoeveelheid door de toename van verharde oppervlakten: bebouwing en aanleg van toegangswegen en parkeerterreinen zorgt voor een versnelde afvoer naar de Oudelandse Beek. Hierdoor is er een toename van de piekdebieten op de beek. Dit kan opgevangen worden door maatregelen die vertraagde afvoer toelaten. Omwille van de hoge grondwaterstand in het projectgebied zal voor de dimensionering van de inrichting niet gerekend worden op infiltratie maar deze zal ook niet worden belemmerd (§3.3).
- Gewijzigde rioleringstoestand: er moet bekeken worden of de aanleg van een groot aantal nieuwe wooneenheden geen overbelasting betekent voor het huidige rioleringsstelsel (§3.4).
- Gewijzigde infiltratie naar het grondwater en de kwaliteit van het infiltrerende hemelwater: door de versnelde afvoer is er ook minder mogelijkheid tot infiltratie naar het grondwater, wat kan leiden tot verdroging of verzilting. Het projectgebied is echter niet gelegen in infiltratiegevoelig gebied (§3.5)
- Gewijzigde grondwaterstromingspatroon: het aanleggen van ondergrondse constructies zoals kelders of parkeergarages kan een belemmering vormen voor grondwaterstromingen met vernatting of verdroging van bepaalde zones tot gevolg (§3.5).
- Gewijzigd afvoergedrag of structuur van de waterloop (§3.6).

De relevantie en omvang van deze effecten zal in de volgende secties worden besproken. Bij negatieve effecten zullen de mogelijke compensatiemaatregelen worden begroot.

3.1 VERLIES VAN KOMBERGING

De hoogste gesimuleerde waterstand ter hoogte van het projectgebied is 4.0 mTAW (zie Tabel 2-5). Bij die waterstand wordt er in de huidige situatie (d.w.z. zonder rekening te houden met de mogelijke klimaatwijziging, zie verder) ca. 11700 m³ geborgen in het projectgebied. Een gelijkaardige bergingscapaciteit kan verkregen worden door de oevers van de beek te

verlagen tot boven het normale waterpeil in de beek bij basisafvoer en tot boven het hoge grondwaterpeil (90 percentiel). Hierdoor wordt bijkomend buffervolume gecreëerd. De rest van het terrein dient te worden opgehoogd tot minimaal 4.0 mTAW, zodat het beschermd is tegen overstromingen.

Het waterpeil bij basisafvoer kan bepaald worden uit het hydraulisch model en ligt op 3.1 mTAW. Hierbij is rekening gehouden met de eventuele toekomstige opstuwning door de geplande inrichting tussen de spoorwegen 12 en 27A (conservatieve aanname, zie eerder). De 90-percentiel grondwaterstanden nabij de waterloop liggen op ongeveer 2.9 à 3.0 mTAW, verder van de waterloop verwijderd liggen ze ongeveer 0.5 m hoger (zie §2.4). De uitgravingen dienen zowel boven het beekpeil als boven de hoge grondwatertafel gelegen te zijn.

Uit enkele eenvoudige volumetrische berekeningen blijkt dat de buffer van 11700 m³ in deze configuratie een minimale oppervlakte van 1.3 à 1.7 ha moet hebben. Dit komt overeen met een bufferstrook van ca. 40 à 50 meter breed langs de beek (of ca. 20 à 25 meter aan weerszijde).

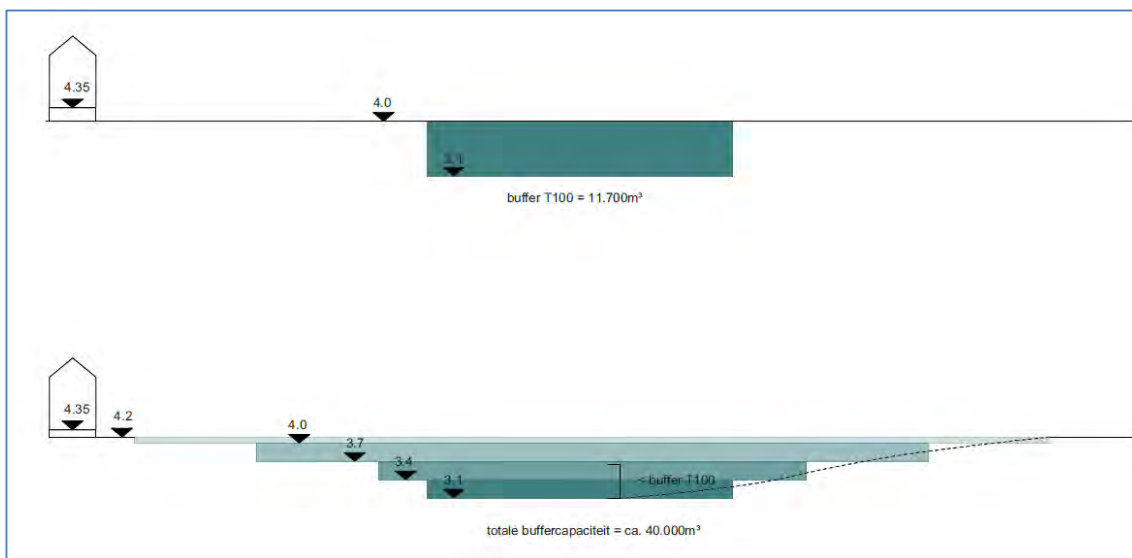
Om een nauwkeuriger inschatting te krijgen werd een gelijkaardige situatie ingebouwd in het hydraulische model. Drie scenario's werden doorgerekend waarbij het winterbed resp. 105 m, 60 m en 45 m breed was. De bestaande profielen werden daarbij verbreed van 3.2 mTAW aan de beek tot 3.3 mTAW aan de rand van het winterbed; de bestaande overstromingszones werden gedeactiveerd in het model.

Tabel 3-1: gesimuleerde waterstanden en debieten afwaarts het projectgebied t.h.v. de straat Oude Landen

Event	Huidige toestand	Buffer van 100 m breed	Buffer van 60 m breed	Buffer van 45 m breed
Juli '95	3.73 mTAW	3.57 mTAW	3.62 mTAW	3.68 mTAW
	3.90 m³/s	2.96 m³/s	3.43 m³/s	3.60 m³/s
Sept '98	3.69 mTAW	3.68 mTAW	3.69 mTAW	3.69 mTAW
	2.37 m³/s	1.98 m³/s	2.16 m³/s	2.23 m³/s
Aug '02	3.39 mTAW	3.27 mTAW	3.27 mTAW	3.29 mTAW
	2.14 m³/s	1.60 m³/s	1.60 m³/s	1.67 m³/s

Uit deze simulaties blijkt dat zowel de waterstanden als de debieten afwaarts constant blijven tot licht dalen, zelfs bij een winterbed van 45 m breed. Een dergelijke buffer zou een oppervlakte van ca. 1.55 ha innemen en overeenkomen met een te vergraven volume van 11 700 m³.

In het masterplan worden evenwel grotere bergingsvolumes voorzien dan de minimale die hier worden berekend. Dit wordt schematisch weergegeven in Figuur 3-1.



Figuur 3-1: Schematische weergave van het minimaal nodige buffervolume (boven) en het buffervolume zoals voorzien in het masterplan (onder). (bron: BUUR).

In plaats van het minimaal benodigde bergingsvolume van 11 700 m³ wordt een volume van grootteorde 40 000 m³ voorzien. Deze overcapaciteit creëert bijkomende reserve onder andere om de impact van de klimaatwijziging mee op te vangen (zie §3.2). Dit bergingsvolume wordt opgebouwd in verschillende trappen waarbij de bodem van de uitgraving steeds hoger blijft dan het (90-percentiel) grondwaterpeil. Deze bergingszone is ook weergegeven in grondplan in Figuur 3-2.



Figuur 3-2: Masterplan versie 22/04/2015. Bron: BUUR.

3.2 IMPACT VAN DE KLIMAATSWIJZIGING

De stad Antwerpen is samen met de provincie Antwerpen en de KULeuven bezig met een onderzoek naar klimaatadaptatie en heeft gevraagd de nieuwe neerslagstatistieken die hier uit volgen mee te implementeren in onderhavige studie. Er werden daartoe neerslagreeksen ter beschikking gesteld voor een hoog, laag en midden scenario.

Aangezien bij de opmaak van onderhavig rapport nog niet alle gegevens ter beschikking waren, werd voorlopig een pragmatische aanpak gevolgd om de invloed van de klimaatwijziging in te rekenen. Daarbij werden volgende aannames gemaakt:

- Er werd enkel gerekend met het hoog scenario. Dit is uiteraard een veilige aanname.
- Voorlopig werden slechts 2 events doorgerekend namelijk die met het grootste afvoervolume uit de reeks van 100 jaar en die met het grootste piekdebiet.

Deze pragmatische aanpak zal in een latere fase statistisch verder worden uitgewerkt. Deze studie zal in een aparte nota worden beschreven. De aanpak die tot nog toe werd gevolgd geeft echter al een eerste indicatie van de klimaatbestendigheid.

Uit de berekening van bovengenoemde 2 events blijkt dat het maximale waterpeil in het projectgebied toeneemt van 3.99 mTAW naar 4.07 mTAW, wat overeenstemt met een uitgraving van grootteorde 12 000 m³ en een buffercapaciteit van ongeveer 20 000 m³ (zie Tabel 3-2). Dit volume is door de voorziene overcapaciteit nog steeds gevoelig lager dan wat zal worden voorzien (grootteorde 40 000 m³).

Tabel 3-2: afmetingen van de buffer bij hogere waterpeilen.

maaiveld	Buffervolume	Oppervlakte buffer	Breedte buffer	grondverzet
4.10	21920 m ³	2.2 à 2.7 ha	64 à 79 m	12210 m ³
4.15	28280 m ³	2.7 à 3.3 ha	78 à 96 m	15080 m ³
4.20	34650 m ³	3.1 à 3.8ha	95 à 111 m	19150 m ³

Het maximaal peil van 4.07 mTAW is ook lager dan het dorpelpeil van de woningen (gelegen op 4.35 mTAW) en het voorziene maaiveldpeil naast de woningen (gelegen op 4.2 mTAW).

3.3 INVLOED VAN VERHARDE OPPERVLAKTES

Bij de ontwikkeling van het projectgebied neemt de hoeveelheid bebouwde oppervlakte toe (daken, parkings en toegangswegen). Door versnelde afvoer kan dit bij hevige regenval leiden tot piekdebieten op de beek en/of in de riolering. Tegelijkertijd wordt de natuurlijke aanvulling van het grondwater door infiltratie verstoord. Om te voldoen aan de watertoets is het dus van belang deze negatieve effecten aan te pakken.

In de Vlarem II –wetgeving wordt bepaald dat bij de afvoer van hemelwater de voorkeur moet gegeven worden aan de volgende afvoerwijzen in afnemende graad van prioriteit: opvang voor hergebruik, infiltratie op eigen terrein, buffering met vertraagd lozen in een oppervlaktewater of een kunstmatige afvoerweg voor hemelwater en tot slot lozing in de regenwaterafvoerleiding (RWA) in de straat.

Het Hemelwaterbesluit³ (2004) vertrekt van dezelfde principes, en legt verder vast aan welke minimale vereisten infiltratie- en buffervoorzieningen moeten voldoen. Voor de woningen is de aanleg van een hemelwaterput met hergebruik van water verplicht.

³ Besluit van de Vlaamse regering van 1 oktober 2004 houdende vaststelling van een gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratie-voorzieningen, buffervoorzieningen

Daarnaast bestaat in stad Antwerpen sinds 2011 de verplichting om een extensief groendak aan te leggen op elk nieuw dak (platte daken).

De ondiepe grondwaterstand in het projectgebied laat slechts beperkte infiltratie naar het grondwater toe. Als oplossing lijkt buffering met vertraagde afvoer naar de Oudelandse Beek daarom meer aangewezen. Eventuele infiltratie naar de ondergrond zal daarbij echter niet worden verhinderd. De provincie Antwerpen legt hierbij een bufferwaarde op van 250 m³/ha bij een doorvoerdebiet van 20 l/s/ha. Groendaken en waterdoorlatende verharding worden daarbij in principe voor de helft in rekening gebracht.

Onderstaande geeft de ruimteboekhouding weer op basis van het huidige masterplan.

Voorliggend masterplan levert deze voorlopige ruimteboekhouding op:
publieke ruimte (14ha): 76,7%
- groene publieke ruimte (11,4ha): 67%
- verharde (1,7ha) en halfverharde (0,8ha) publieke ruimte: 9,7%
private ruimte (4,2ha): 23,3%
- bebouwde ruimte (2ha): 11,2%
- verharde onbebouwde ruimte (1,4ha): 7,5%
- onverharde onbebouwde ruimte (0,8ha): 4,6%

Figuur 3-3: Ruimteboekhouding. Bron: BUUR.

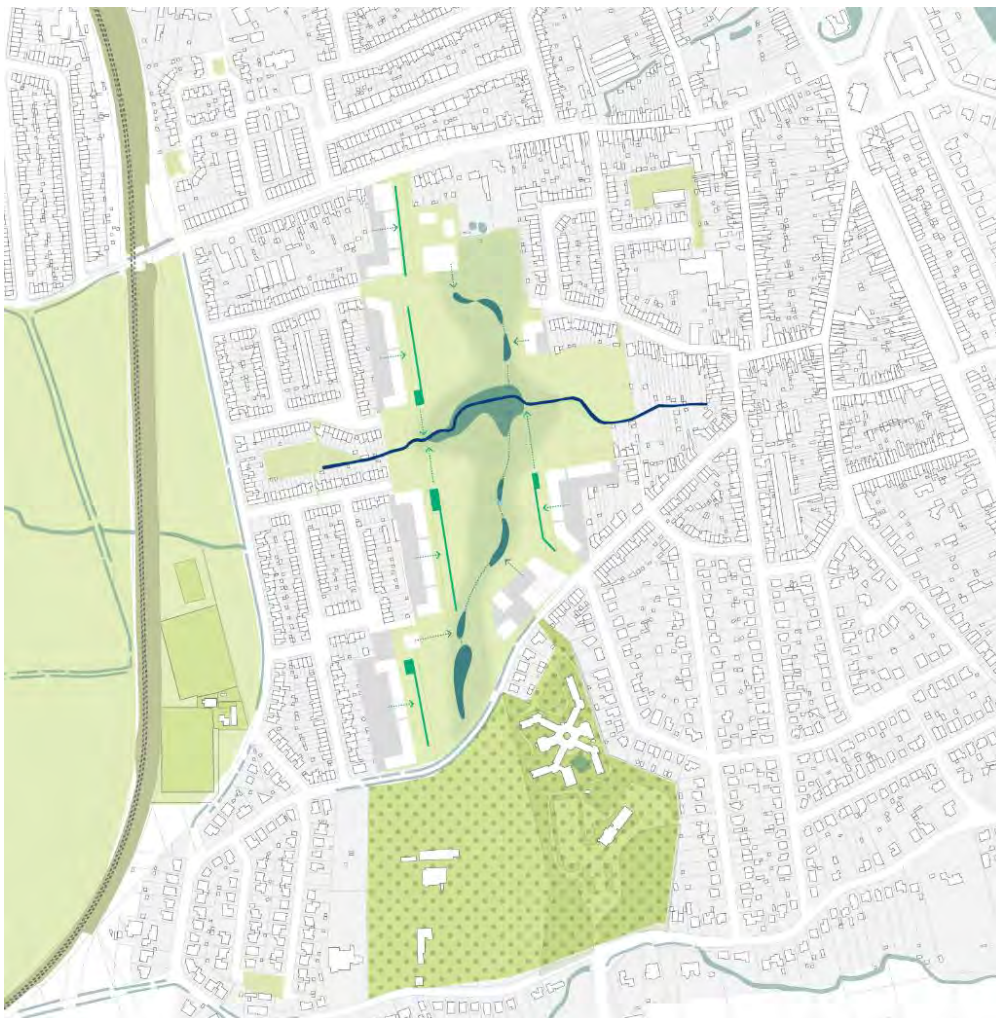
In totaal wordt 5.9 ha verharde en half verharde oppervlakte voorzien. In de conservatieve aanname dat ook de half verharde oppervlakte een afvoercoëfficiënt van 1 heeft (waarbij er dus voorlopig nog geen rekening gehouden wordt met de aanwezigheid van groendaken en waterdoorlatende verhardingen) leidt dit tot volgend buffervolume en doorvoerdebiet:

Buffervolume = 1475 m³

Doorvoerdebiet = 118 l/s

Deze buffering wordt onafhankelijk voorzien van de buffering die reeds wordt voorzien voor het verlies aan komberging (§3.1). De hoge grondwaterstand (ongeveer 3.5 mTAW op zeker afstand van de beek) is de ondergrens voor deze buffering, de bovengrens wordt bepaald door de ligging van het maaiveld. Er kan dus over een hoogte van ongeveer 0.5 m worden gebufferd wat resulteert in een benodigde oppervlakte van ongeveer 0.3 ha. Deze berging zal gerealiseerd worden via wadi's aan weerszijden van de Oudelandse beek (zie ook Figuur 3-4). Deze wadi's worden met de waterloop verbonden door middel van een knijpconstructie. In het masterplan worden er 2 doorvoeren naar de waterloop voorzien. Uit eerste berekeningen volgt dat om de doorvoer te beperken er cirkelvormige openingen nodig zijn met diameter van 0.2 m. Algemeen wordt aangeraden geen opening met diameter kleiner dan 0.3 m te voorzien omwille van het verstoppingsgevaar. Daarom is het in dit geval mogelijk beter om gebruik te maken van wervelventielen. Een definitieve keuze kan gebeuren in een latere fase.

en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater. Laatste wijziging: 10/9/2010. Zie <http://www.ruimtelijkeordening.be/Default.aspx?tabid=13849>



Figuur 3-4: Systeem van wadi's voor de buffering van neerslagwater op de verharde oppervlaktes.

Hoewel de hoge grondwaterstand de mogelijkheden tot infiltratie beperkt, kan infiltratie waar mogelijk toch voorzien worden. Op deze manier neemt enerzijds de hoeveelheid te bufferen en af te voeren water af, anderzijds is er meer infiltratie naar het grondwater (deze infiltratie werd bij de berekening van de buffervolumes niet in mindering gebracht). Hieronder worden enkel mogelijkheden opgesteld.

- Verharde oppervlakten zoals voetpaden, parkings en inritten bij voorkeur aangelegd worden in waterdoorlatende materialen en met waterdoorlatende funderingen, of afwateren naar onverharde randzones. Verkeersintensieve bestrating, zoals toegangswegen komen hiervoor niet in aanmerking.
- de buffervoorzieningen die in de vorige paragrafen aan bod kwamen, worden best waterdoorlatend aangelegd, om bijkomend infiltratie mogelijk te laten.

Met het oog op waterkwaliteit gebeurt de afvoer van verharde oppervlakte naar de buffervoorzieningen best zoveel mogelijk op een diffuse manier, via graskanten of beken.

3.4 GEWIJZIGDE RIOLERINGSTOESTAND

Bij volledige afkoppeling van verharde oppervlaktes, en afvoer van RWA-debieten (regenwater afvoer) naar de Oudelandse Beek, zal enkel DWA-debiet (droogweer afvoer) geloosd worden naar het rioleringstelsel van Ekeren. De kwantitatieve invloed van de inrichting van het projectgebied op dit rioleringstelsel is dus minimaal. De geplande riolering zal nog moeten worden afgestemd met Aquafin, o.a. rond toegangswegen die openbaar domein worden. Op dat ogenblik dient ook hydraulisch advies te worden aangevraagd.

3.5 IMPACT OP HET GRONDWATER

Het studiegebied valt in een gebied dat gevoelig tot zeer gevoelig is voor grondwaterstroming (type 1 en type 2 op de kaart 'gebieden die gevoelig zijn voor grondwaterstroming ten behoeve van de watertoets'). Het grootste gedeelte van het gebied valt hierbij in type 1 (zeer gevoelig).

Indien er in type 1 gebied een ondergrondse constructie gebouwd wordt met een diepte van meer dan 5m én een horizontale lengte van meer dan 100 m, dient er in het kader van de watertoets advies aangevraagd te worden bij de bevoegde adviesinstantie, in dit geval de Vlaamse MilieuMaatschappij (VMM). De ondergrondse garages die in het masterplan worden voorzien reiken niet tot bovengenoemde diepte. Voor deze eerder beperkte ondergrondse constructies wordt er dus van uitgegaan dat Vlareem voldoende kader schept om negatieve effecten te vermijden. Desalniettemin worden in wat volgt de huidige kennis van de grondwaterstanden en grondwaterstromingen geschetst en wordt een kwalitatieve inschatting gemaakt van de potentiële impact.

Verdere aandachtspunten m.b.t. de potentiële verstoring van de grondwaterstroming is de karakterisering van delen van het gebied als infiltratiegevoelig als ook de mogelijke aanwezigheid van zoutwaterlenzen.

3.5.1 Hydrogeologische schets

3.5.1.1 Hydrogeologische opbouw

De geologische opbouw van het gebied wordt geschetst aan de hand van de gegevens verzameld in het kader van de opbouw van het Vlaamse Grondwatermodel, centraal Kempens systeem (VMM, 2008). Tussen een Quartair dek van 1 tot 3 meter dikte en de scheidende kleifformatie van Boom (HCOV 0300) treft men 4 watervoerende formaties aan van het Kempens Aquifersysteem:

- Zand van Lillo (HCOV 0233)
- Zand van Kattendijk (HCOV 0251)
- Zand van Diest (HCOV 0252), en
- Zanden van Berchem (HCOV 0254)

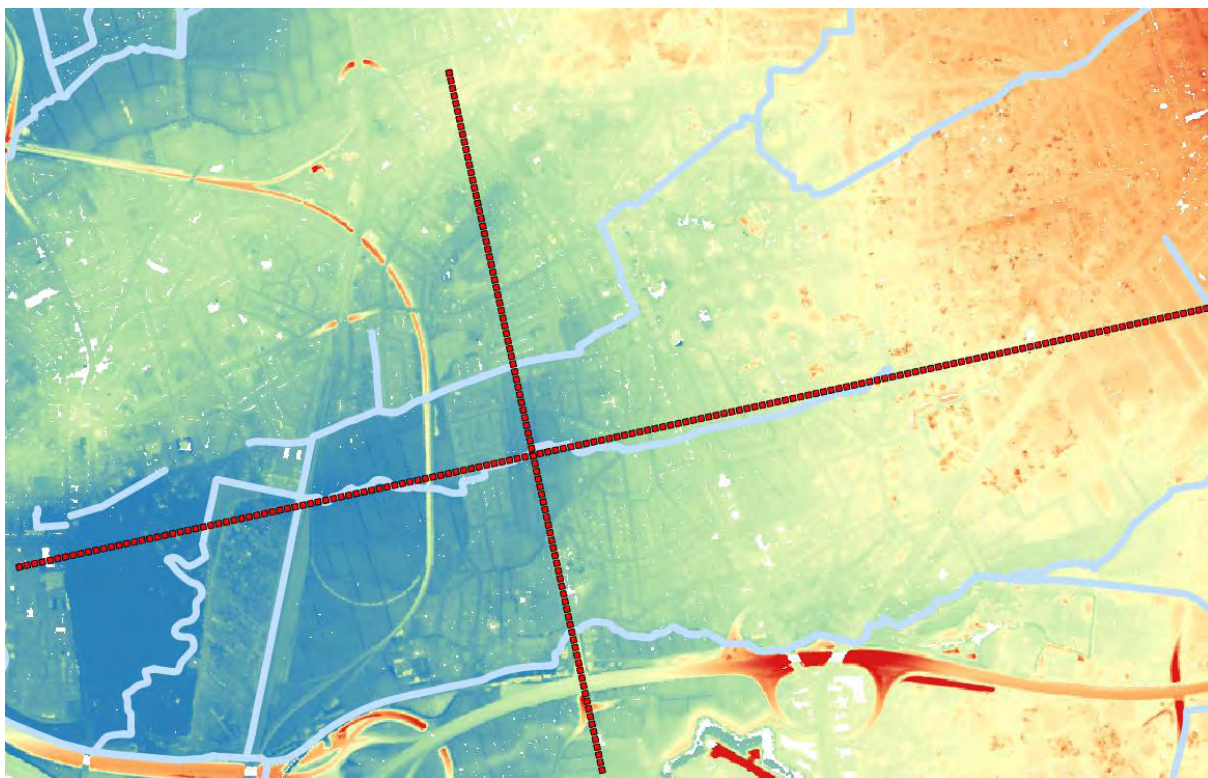
De geologische opbouw wordt geschetst aan de hand van 2 dwarsdoorsneden door het studiegebied. De locatie van de doorsneden wordt gegeven in Figuur 3-5, met de resulterende profielen in Figuur 3-6 (zuid – noord) en Figuur 3-7 (oost – west). In de profielen situeert het projectgebied zich ter hoogte van de positie gelijk aan 0.

De scheidende formatie van Boom (aangegeven door de ondergrens van de formatie van Berchem) helt af naar noordoosten. De helling van de overige watervoerende lagen is minder uitgesproken. Zowel in noord-zuid als in oost-west richting is de helling van het maaiveld kleiner dan 1 %.

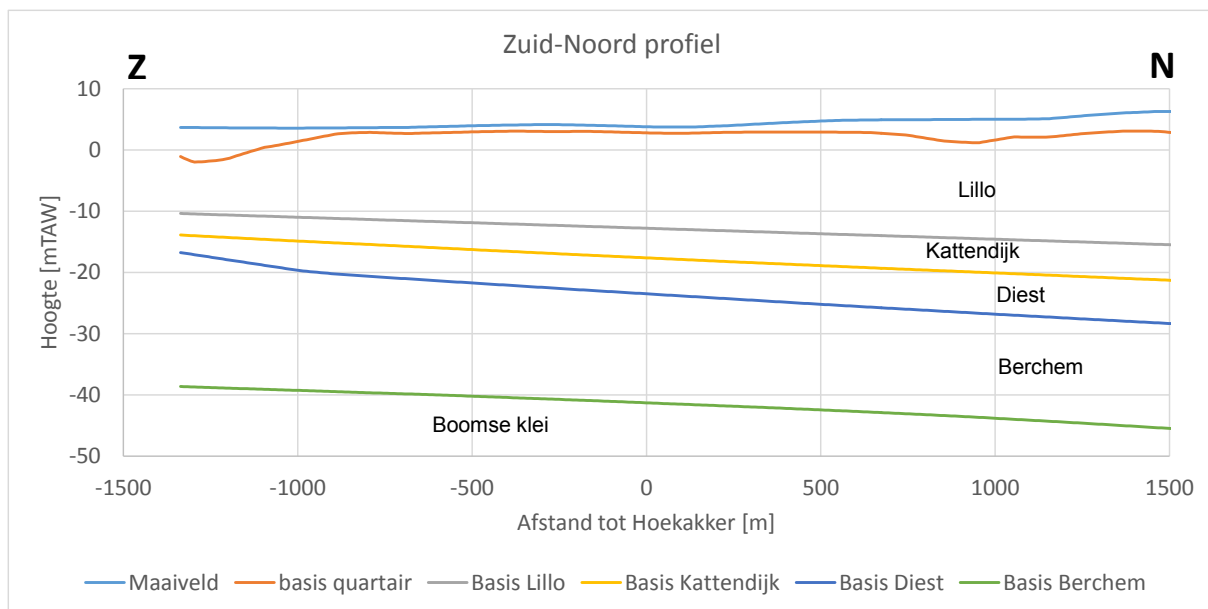
Het watervoerend pakket van het Kempens Aquifersysteem heeft onder het studiegebied een dikte van ca. 45 meter. Hierin bedraagt het aandeel van de formaties van Lillo en Berchem ca. 3/4.

Een overzicht van de watervoerende capaciteiten van de formaties wordt gegeven in Tabel 3-3. In het westen van het Centraal Kempens Systeem, ter hoogte van het studiegebied kunnen lokale kleilenzen een minder doorlatende kleiige overgang vormen tussen de zanden van Lillo en de zanden van Kattendijk. Echter, door het lokale karakter van de kleilenzen kan men de bovenvermelde zandige formatie als 1 watervoerend pakket beschouwen voor de horizontale grondwaterstroming.

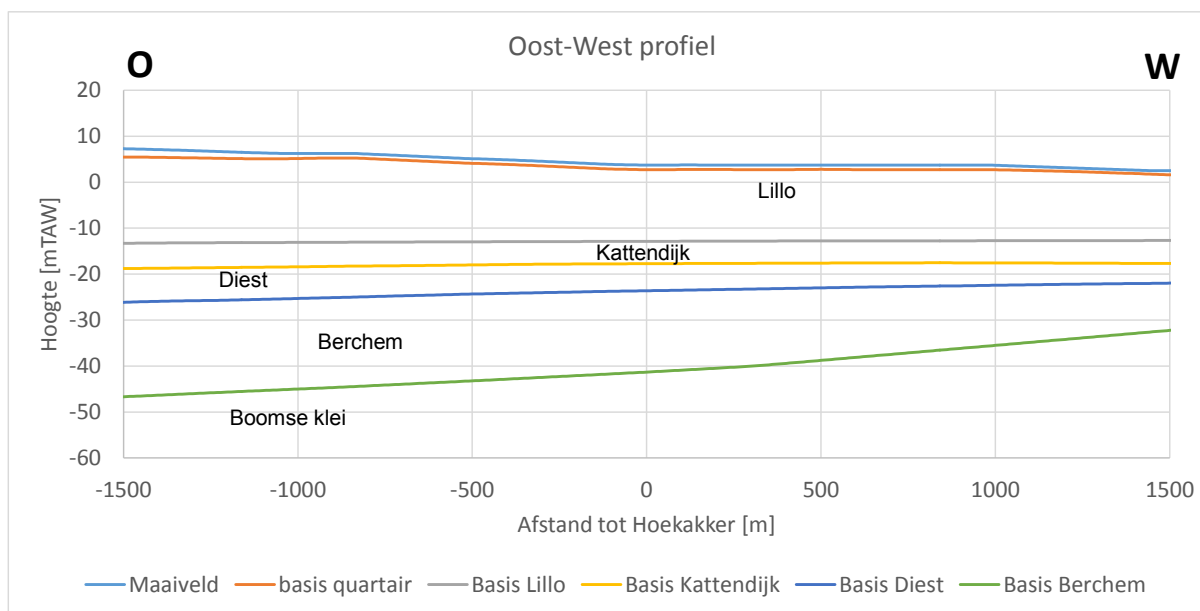
Het Quartair is ongeveer drie meter dik en bestaat uit leemachtig zand, de formatie van Lillo bestaat uit fijn zand.



Figuur 3-5: locatie transecten hydrogeologische formaties



Figuur 3-6: Zuid-Noord profiel



Figuur 3-7: Oost-West profiel

Tabel 3-3: Hydrogeologische karakteristieken van het Kempens Aquifersysteem (VMM,2008)

Sub-eenheid	Benaming	Basis-eenheid	Benaming	Lithologie	Gemiddelde Kh (m/dag)	Range Kh (m/dag)	Gemiddelde dikte (m)	Maximale Dikte (m)
0200	Kempens Aquifersysteem				11	0,02 - 46	106	422
0220	Klei-zand-complex van de Kempen				9	5 - 15	25	56
		0221	Klei van Turnhout	silthoudende kleien	0,2		7	21
		0222	Zand van Beerse	bruingrijze zanden met humeuze tot venige lagen	15		6	18
		0223	Klei van Rikevorsel	grijze tot blauwgrijze silthoudende kleien	0,2		19	45
0230	Pleistoceen en Pliocene Aquifer				14	0,5 - 46	28	130
		0231	Zanden van Brasschaat en/of Merksplas	witte tot witgrijze kwartszanden van middelmatige korrelgrootte met schelpengruis aan de basis	21	6 - 46	17	48
		0232	Zand van Mol	witte zuivere kwartszanden van middelmatige tot grove korrelgrootte met lignietlagen en kleilagen	11	0,5 - 30	21	78
		0233	Zandige top van Lillo	grijsgroene tot bruingrijze glauconiethoudende zanden met zandsteenbanken	10	5 - 18	10	42
		0234	Zand van Poederlee en/of zandige top van Kasterlee	fijne zanden, licht glauconiethoudend, zwak kleihoudend	5	0,6 - 10	17	74
0240	Pliocene kleiige laag			licht zandige en glauconiethoudende kleien	0,1	0,02 - 0,17	8	46
0250	Mioceen Aquifersysteem				9	0,03 - 35	85	364
		0251	Zand van Kattendijk en/of onderste zandlaag van Lillo	grijsgroen glauconietzand met schelpfragmenten	10	4 - 20	8	35
		0252	Zand van Diest	groengrijze tot limonietbruine glauconiethoudende grove zanden; kleinke en micarische zones; limonietversterking	12	0,2 - 35	69	181
		0253	Zand van Bolderberg	boven (continentaal): bleekgele zanden en kwartszanden onder (marien): micarische fossilhoudende glauconietzanden van fijne tot middelmatige korrelgrootte	10		33	157
		0254	Zanden van Berchem en/of Voort	donkergroene kleihoudende fossilrijke glauconietzanden	6	0,03 - 18	27	170
		0256	Zand van Eigenbilzen	donkergroene glauconietrijke zanden van fijne tot middelmatige korrelgrootte	1,7	0,2 - 3	31	114

3.5.1.2 Grondwaterstanden

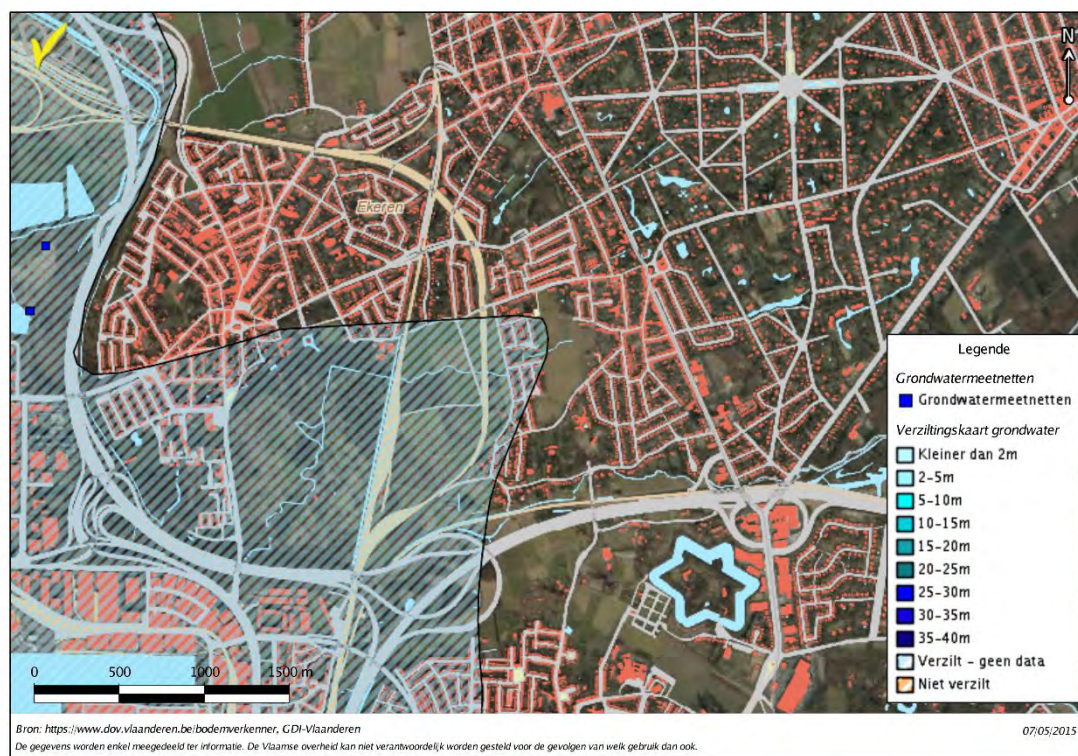
Deze werden reeds besproken in §2.4.

3.5.1.3 Zoet-zoutevenwicht

Volgens de Quartair Geologische kaart die aangeeft welke sedimenten afgezet werden tijdens het Quartair komen volgende afzettingen voor binnen het projectgebied:

- Type 1c: Holocene en/of Tardiglaciale getijdenafzettingen (c) bovenop de Pleistocene sequentie (1)
- Type 1 Geen Holocene en/of Tardiglaciale afzettingen bovenop de Pleistocene sequentie eolische afzettingen (zand en silt) van het Weichseliaan (Laat Pleistoceen)

De verziltingskaart geeft de diepte weer van het grensvlak tussen zoet en zout grondwater in het kust- en poldergebied (*De Breuck, 1986*). Het als verzilt aangeduid gebied overlapt een zone op de rechter Scheldeoever tot aan het projectgebied (Figuur 3-8). Het gebied werd tot op heden niet in detail gekarteerd en wordt daarom gearceerd aangeduid (potentieel verzilt - geen data). De kaart geeft daarom een eerste indicatie. Indien aanwezig, wordt aangenomen dat een eventuele zoutwaterlens zich op grote diepte bevindt.



Figuur 3-8: Verziltingskaart grondwater (bron: DOV Vlaanderen)

3.5.2 Potentiële impact

3.5.2.1 Grondwaterstromingsgevoeligheid

Het noordelijk deel van het projectgebied is gelegen in een zone met zeer gevoelige grondwaterstroming (type1). Het deel ten zuiden van de Gerardus Stijnenlaan ligt in een zone met matige gevoeligheid voor grondwaterstroming (type2).

De gemeten grondwaterstanden in het studiegebied duiden op een sterke gradiënt van de grondwaterstromingen dwars op de as van de vallei. De gradiënt is het gevolg van de hellende topografie en de drainerende werking van de waterlopen. De plaatsing van een ondergrondse constructie gebeurt daarom bij voorkeur in noord-zuidelijke lengterichting en langs de randen van het studiegebied. De voedingsgebieden voor deze transversale stromingen zijn echter beperkt in oppervlakte. Op korte afstand (1000 meter) net ten noorden en ten zuiden van het van het projectgebied, vormt de aanwezigheid van heuvelruggen en waterlopen een potentiële grondwaterscheiding voor lokale grondwaterstromingen.

Op regionale schaal zijn, met uitzondering van waterstandsgegevens in het havengebied geen grondwaterstanden beschikbaar via DOV. Grondwaterstandstandsgegevens in het havengebied geven waarden aan die vergelijkbaar zijn met de grondwaterstanden in het studiegebied. Aangezien er geen waarnemingen van de regionale grondwatergradiënt beschikbaar zijn, stellen we in de onderstaande inschatting van de potentiële impact de grondwatergradiënt gelijk aan de helling van het maaiveld ten oosten van het studiegebied. Volgens het dwarsprofiel in Figuur 3-7 wordt een potentiële grondwatergradiënt berekend van 0.0025 m/m.

Regionale laterale grondwaterstromingen kunnen zich voordoen in het watervoerende pakket boven de scheidende Boomse kleilaag met dikte van ca. 40 meter tussen 3 mTAW en - 40 mTAW. De bouw van ondergrondse constructies van 3 meter diepte onder een vloerpad van ca. 4.0 mTAW reduceert de dikte van de watervoerende laag met 2 m of 5 %. De reductie van de watervoerendheid met 5 % geeft aanleiding tot een lokale verhoging van de grondwatergradiënt met 5 %. Dit geeft voor een grondwatergradiënt van 0.0025 een verhoging van de grondwaterstanden over een afstand van 10 meter van $0.0025 \times 5 \% \times 10 \text{ meter} = 1.25 \text{ mm}$. Deze marginale impact is niet waarneembaar noch voelbaar binnen de lokale variatie van de grondwaterstroming. In deze berekening wordt bovendien nog geen rekening gehouden met het feit dat de ondergrondse constructies niet doorlopen over de volledige breedte van het projectgebied en met het feit dat de ondergrondse parking zich grotendeels zal bevinden in de kwartaire laag die sowieso minder doorlatend is. De werkelijke verhoging van het grondwaterpeil zal hierdoor nog veel lager liggen.

De lokale grondwaterstroming wordt geregeld door de verschillende wadi's in het park.

3.5.2.2 Infiltratiegevoeligheid

De gegevens van de bodemkaart worden door het CIW toegepast in de kartering van de "infiltratiegevoeligheid" van Vlaanderen. De infiltratiegevoeligheid is een maat voor het nut of potentieel van het terrein voor het installeren van een infiltratievoorziening alsook een indicatie van de waarde van het terrein als intrekgebied voor kwelgebieden.

De geschiktheid van de bodem voor infiltratie volgens de gegevens van de bodemkaart wijst op een "lage" geschiktheid van de bodem voor infiltratievoorzieningen. Dit is het gevolg van de relatief zware structuur van de bodem in combinatie met een relatief ondiepe grondwaterstand.

Voor de buffering van het water op de verharde oppervlaktes wordt daarom niet gerekend op infiltratie, enkel op vertraagde afvoer. Evenwel zal infiltratie niet worden verhinderd, zodat, als deze in werkelijkheid wel mogelijk is, ook zal plaatsgrijpen.

3.5.2.3 Zoet-zoutevenwicht

Volgens de verziltingskaart op dov.vlaanderen.be is de westelijke rand van het projectgebied in verzilt gebied gelegen. Een studie uitgevoerd voor het Havenbedrijf (IMDC i.s.m. Gromo, 2012) toont echter aan op basis van bijkomende metingen en modelsimulaties dat er op rechteroever ten oosten van de dokken geen verzilting voorkomt.

Om elk risico van verstoring van het zoet-zout evenwicht uit te sluiten bij eventuele bemaling tijdens de bouw van de ondergrondse voorzieningen kan een eenmalige grondwaterstaalname uitsluitel geven. In geval van reëel risico kunnen milderende maatregelen worden genomen voor het behoud van de lokale horizontale en verticale stijghoogte gradiënten onder vorm van schermwanden en retourbemaling.

3.6 WIJZIGINGEN IN DE STRUCTUUR VAN DE WATERLOOP

Tijdens overstromingen aan de J.Ickxstraat zal een hoeveelheid water door de Baljuwstraat naar het projectgebied lopen. In het nieuwe masterplan wordt deze stroming niet gehinderd door ophogingen, zodat dit niet zal leiden tot bijkomende wateroverlast.

In de bepalingen van het RUP Afbakening grootstedelijk gebied Antwerpen werd verordend dat de Oudelandse Beek als structuurbepalend element in het plangebied moet gevrijwaard worden. Inbuizing van de beek, bebouwing en/of verharding langs de beekoevers is niet toegelaten.

Bij de inrichting van het projectgebied werd in boven gaande secties voorgesteld een bufferzone aan te leggen aan weerszijde van de beek. Hierbij wordt de oever afgegraven tot boven het normale waterpeil en boven het grondwaterpeil. In dit bufferbekken zal een groenzone worden aangelegd.

In een dergelijke inrichting zal de aanleg van een bufferbekken, met bijhorende groenzone, de structuurbepalende eigenschap nog versterken. Bovendien zal de groenzone ook een buffer tegen verstoring en vervuiling vormen tussen de beek en de nieuwe bebouwing.

De beek zelf, onder de waterlijn, behoudt zijn huidige structuur.

4. CONCLUSIE

In de voorliggende studie werd onderzocht of de inrichting van het woonreservegebied Hoekakker mogelijk is zonder negatieve effecten op de waterhuishouding. Hiervoor werd onder andere overlegd met Aquafin, VMM, de gemeente Brasschaat, Rio-link, de provincie Antwerpen, het district Ekeren en het bekkensecretariaat van de Benedenschele. Waar negatieve effecten kunnen worden verwacht, werden compenserende maatregelen uitgewerkt. Voor de studie werd rekening gehouden met de recente wijzigingen in het gebied. Waar nodig werden conservatieve (veilige) aannames gemaakt. De vermelde waarden gelden dus als een bovengrens.

Uit de studie blijkt dat het woonreservegebied Hoekakker kan ingericht worden zonder negatieve gevolgen voor de omgeving. Er worden daartoe 2 waterbuffers voorzien:

- Een waterbuffer van grootteorde 40 000 m³ langsheen de Oudelandse Beek ter behoud van het huidige bergend vermogen van het projectgebied en ten behoeve van de afwaartse gebieden; De voorziene buffer heeft een overcapaciteit t.o.v. wat volgens de berekeningen strikt nodig is (zijnde grootteorde 12 000 m³). Deze overcapaciteit kan onder andere dienen als reserve ten behoeve van de klimaatadaptatie.
- Een waterbuffer, voorzien onder de vorm van wadi's, met volume van ongeveer 1 500 m³ nodig voor de compensatie van de toename aan verharding in de ontwikkeling van het projectgebied.

De nieuwe bebouwing is voorzien aan de randen van het projectgebied in de hoger gelegen zones. Het maaiveld rond de nieuwe woningen (4.2 mTAW) ligt hoger dan het maximaal waterpeil bij een terugkeerperiode van 100 jaar. De dorpel van de huizen ligt nog hoger namelijk op 4.35 mTAW.

De impact op het grondwater is verwaarloosbaar. Uit een kwalitatieve analyse blijkt dat de opstuwing als gevolg van de interactie van de ondergrondse parking met de grondwaterstroming slechts enkele millimeter bedraagt, bovendien opnieuw onder zeer veilige aannames, dus in werkelijkheid nog lager. Het gebied is niet infiltratiegevoelig en uit andere studies blijkt dat in het gebied geen verzilting van het grondwater voorkomt. Dit laatste kan worden bevestigd door eenmalige grondwaterstaalname bij eventuele bemaling.

5. REFERENTIES

Anteagroup, 2014. Raamcontract voor het uitvoeren van gebiedsgerichte ecostudies in Antwerpen. Projectgebied Hoekakker.

De Breuck, W., Van Dyck, E., Brum, Ph., De Vliegheer, B. en Pieters, E. (1986). Kwetsbaarheidkaart van het grondwater in Antwerpen. R.U.Gent i.o.v. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel.

Grontmij, 2008, Plan-MER RUP afbakening grootstedelijk gebied Antwerpen, niet-technische samenvatting, studie i.o.v. Departement Ruimtelijke Ordening, Woonbeleid en Onroerend Erfgoed, Afdeling Ruimtelijke planning,

IMDC i.s.m. Gromo, 2012, Onderzoek over de toepassing van het hemelwaterbesluit in het Antwerpse havengebied op de rechteroever, in het bijzonder de mogelijke rol van infiltratie in het tegengaan van de verzilting van het grondwater (K2205)Haven van Antwerpen, Deelrapport Post 2 – Meerwaarde van infiltratie” Studie i.o.v. Gemeentelijk havenbedrijf Antwerpen – Afdeling ruimtelijke ordening en milieu, /RA/11358/10.160/FAP

IMDC, 2007, “Watertoets woonuitbreidingsgebied Ekeren” studie i.o.v. Vooruitzicht n.v., I/RA/11297/06.073/RVL

Vlaamse Overheid, Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan Afbakening grootstedelijk gebied Antwerpen, bijlage III a toelichtingsnota, 2.12_00195_00001, 233 pagina's.

VMM, 2008. Grondwater in Vlaanderen: het Centraal Kempisch Systeem. Vlaamse MilieuMaatschappij. Aalst.

Bijlage A Aanpakken van de wateroverlast in de omgeving

In het voorgaande hoofdstuk werd onderzocht hoe de overstromingen van het projectgebied kan opgelost worden door buffering, zonder bijkomende negatieve impact op het watersysteem. De overstroming van het studiegebied past echter binnen een geheel van wateroverlast rondom Ekeren-Donk. In dit hoofdstuk wordt daarom bekeken of de overstroming van het projectgebied zou kunnen worden opgelost door de wateroverlast in de wijde omgeving aan te pakken.

Uit de modelsimulaties van de huidige toestand (zie blz. 21) kunnen volgende zaken worden afgeleid:

- Piekdebieten in de riolering van Brasschaat zorgen voor riooloverstromingen op de Kapelsesteenweg en Donksesteenweg. Het water verzamelt aan de kerk van Ekeren-Donk en stroomt dan verder via de Oude Baan naar de Oudelandse Beek. Dit leidt tot verhoogde debieten in de Oudelandse Beek.
- Piekdebieten op de Fortuinbeek zorgen voor overstroming t.h.v. de J. Ickxstraat. Het water stroomt op straatniveau verder (Baljuwstraat) naar de Oudelandse beek.
- Piekdebieten in de riolering van Ekeren veroorzaken een waterstand van 3.70 mTAW wat hoger is dan de laagste putdeksels in de sectie Salaadweg. De werking van de overstorten Herautenlei en Oude Landen leiden tot verhoogde debieten in de Oudelandse Beek.
- Dit zorgt voor hogere debieten op de Oudelandse Beek waardoor er overstromingen optreden in het projectgebied.
- Het natuurgebied de Oude Landen werd ingericht als overstromingsgebied, en komt dan ook bij elke overstroming onder water.

Bij het onderzoek naar de verschillende alternatieven, werden enkele doelstellingen voor ogen gehouden. Zo mag een oplossing geen bijkomende wateroverlast veroorzaken in gebieden die voorheen geen wateroverlast kenden. Daarnaast moet de oplossing de overstromingen van het projectgebied verminderen of voorkomen. Tenslotte moet de bestaande wateroverlast in andere bovenvermelde zones zoveel mogelijk verminderd of weggenomen worden.

Scenario 0 (huidige toestand) en Scenario 1 (het aanleggen van een buffer in het projectgebied) werden reeds besproken in de voorgaande hoofdstukken. Bijkomend worden nu volgende scenario's onderzocht:

- Scenario 2: Het aanleggen van buffers op grondgebied Brasschaat
- Scenario 3: Gravitaire verbinding van het rioleringsstelsel van Brasschaat naar het rioleringsstelsel van Ekeren.
- Scenario 4: Aanleggen van overstort #2 naar de Fortuinbeek
- Scenario 5: Gravitaire verbinding van het rioleringsstelsel van Brasschaat naar natuurgebied de Oude Landen.

A.1 Scenario 2: Het aanleggen van buffers op grondgebied Brasschaat

Wateroverlast rond Ekeren-Donk is in belangrijke mate te wijten aan piekdebieten in de riolering van Brasschaat, die onvoldoende kunnen geborgen worden in het rioolstelsel. Uit Bijlage-Tabel A-1 blijkt dat het totale volume dat uitstroomt aan de Kapelsesteenweg en aan de Donksesteenweg samen ca. 45800 m³ bedraagt voor juli '95. Dit zijn slechts indicatieve hoeveelheden: enerzijds omdat er geen hydraulische formules beschikbaar zijn voor de uitstroming langs een putdeksel, anderzijds zullen in werkelijkheid de benodigde volumes nog groter zijn, want door lagere overdruk in het rioolstelsel, neemt de effectiviteit van de overige overstorten af. Maar zelfs met die onzekerheidsmarge is duidelijk dat het de benodigde bufferruimte groter is dan de buffering in de projectzone zelf (ca. 11000 m³).

Opwaarts moet er dus meer gebufferd worden, maar hierdoor wordt wel de overlast op de meeste knelpunten opgelost: langs de Donksesteenweg, de Kapelsesteenweg, de Oude Baan en in het projectgebied. Het is echter duidelijk dat het vinden van ruimte voor dergelijke buffervolumes op korte termijn moeilijk realiseerbaar is in een dichtbebouwd gebied als Brasschaat. Daarom wordt deze oplossing hier enkel indicatief aangegeven, en niet nader uitgewerkt.

Bijlage-Tabel A-1: totaal volume door riooloverstromingen vanuit het rioleringsstelsel van Brasschaat (overstromingen aan Kapelsesteenweg + Donksesteenweg + Kasteellei)

Event:	Aug. 2002	Sept. 1998	juli 1995
Volume riooloverstromingen Brasschaat	7100 m ³	26800 m ³	45800 m ³

In dit kader dient wel opgemerkt dat door de gemeente Brasschaat in de loop van de jaren reeds heel wat belangrijke inspanningen werden geleverd om regenwater van de riolering af te koppelen en daarbij ook bijkomende buffering te voorzien. De overstromingen die zich in de huidige toestand voordoen in het projectgebied en in Ekeren-Donk zijn dan ook reeds minder frequent en minder groot dan voorheen.

A.2 Scenario 3: Afleiden van het rioleringsstelsel van Brasschaat naar het rioleringsstelsel van Ekeren.

Dit scenario omvat het aanleggen van een verbinding tussen de rioolstelsels van Brasschaat en van Ekeren, zodat overtollig water kan afgevoerd worden naar Ekeren waar er minder problemen zijn. In de voorgaande studie werd deze oplossing reeds vermeld als het installeren van een pomp t.h.v. de Kapelsesteenweg. Bij nader onderzoek blijkt het echter mogelijk beide stelsels gravitair op elkaar aan te sluiten. Dit kan door de twee stelsels te verbinden onder de Kapelsesteenweg door t.h.v. de Oude Baan. De leiding van de Oudebaan behoort tot de sectie Salaadweg. Door deze verbinding is de bouw van een pompstation niet nodig.

Uit de eerste modelresultaten blijkt dat:

- De leiding onder de Oude Baan onvoldoende gedimensioneerd is om de hoeveelheid water te slikken. Daarom werd die in enkele deelscenario's verbreed
- De leiding tussen de streng Kapelsesteenweg en de overige strengen van Brasschaat (in de Bisschoppenhoflei) met een diameter van 40 cm onvoldoende gedimensioneerd is om de overdruk die zich in de rest van het systeem opbouwt, te kunnen afleiden via de streng Kapelsesteenweg. Hierdoor zijn de riooloverstromingen aan de Donksesteenweg, moeilijker op te lossen dan die aan de Kapelsesteenweg.
- Het wegwerken van deze knelpunten door bredere leidingen en interne overstorten verplaatst de druk naar de sectie Salaadweg. Via het overstort van Herautenlei blijft ook de Oudelandse Beek hoge debieten verwerken.

Onderstaande alternatieve scenario's werden onderzocht:

- Scenario 3a: met bestaande leidingen
- Scenario 3b: idem 3a + vergroten leiding Oude Baan (van 0.126 m² naar 1 m²).
- Scenario 3c: idem 3b + vergroten van doorvoer vanuit rioolstelsel van Brasschaat

A.2.1 Scenario 3a

Bij gebruik van de bestaande leidingen, valt het volgende op:

- Er gaat tot 0.2 m³/s via de verbinding tussen beide rioolstelsels. Dit debiet is groter dan de pompen die de brandweer gebruikt bij interventies ter plaatse (2x2000 l/min of 0.066 m³/s)
- Het overstromingsdebiet vanuit de Kapelsesteenweg zakt met ca. 25 %,
- Het overstromingsdebiet vanuit de Donksesteenweg wijzigt niet, door de beperkte doorvoercapaciteit van de streng Kapelsesteenweg. De oplossing trekt dus niet tot aan de Donksesteenweg.
- Hierdoor daalt het debiet over de Oudebaan slechts met ca. 15 %.

- Door het extra debiet richting rioleringsstelsel van Ekeren nemen daar de overstortdebieten en overstromingsdebieten licht toe. Belangrijkste wijziging vindt plaats op de (achterwaartse) overstort aan de Herautenlei. De impact op de twee andere overstorten is relatief gesproken kleiner.
- Ter hoogte van de Oudebaan daalt het maximale waterpeil met enkele centimeters, aan het projectgebied daalt de maximale waterstand met 1 centimeter voor 1998, maar er is een lichte stijging voor 2002.
- Er is geen invloed op de overstromingen in de J.Ickxstraat
- Er is geen effect op de waterstanden aan het projectgebied

Deze oplossing biedt dus weinig verbetering t.o.v. de huidige situatie.

A.2.2 Scenario 3b

De doorvoerdiameter van de leidingen in de Oude Baan werden vergroot van 0.126 m² naar 1 m², de overlooptdrempeel werd verlaagd van 4.48 mTAW naar 3.00 mTAW. Uit de resultaten blijkt:

- Er gaat tot 0.76 m³/s via de verbinding tussen beide rioolstelsels, of vier keer meer dan in scenario 3a.
- Het overstromingsdebiet vanuit de Kapelsesteenweg valt volledig weg,
- Het overstromingsdebiet vanuit de Donksesteenweg wijzigt niet, door de beperkte doorvoercapaciteit van de streng Kapelsesteenweg. De oplossing trekt dus niet tot aan de Donksesteenweg.
- Hierdoor daalt het debiet over de Oudebaan slechts met ca. 50 à 70 %.
- Door het extra debiet richting rioleringsstelsel van Ekeren nemen daar de overstortdebieten en overstromingsdebieten licht toe. Belangrijkste wijziging vindt plaats op de (achterwaartse) overstort aan de Herautenlei. De impact op de twee andere overstorten is relatief gesproken kleiner.
- Er is geen invloed op de overstromingen in de J.Ickxstraat
- Er is een kleine verslechtering aan het projectgebied, omdat het water via de riolering en de overstort aan de Herautenlei evengoed naar het projectgebied gaat, bovendien wordt er nu meer water afgeleid naar de Oudelandse Beek, waar het in de huidige toestand enkel om riooloverstromingen gaat.

Deze oplossing is een verslechtering voor het projectgebied, terwijl het op andere plaatsen weinig verbetering biedt.

A.2.3 Scenario 3c

Om de aanvoer vanuit de rest van het rioolstelsel van Brasschaat te verbeteren werd scenario 3b verder uitgebreid:

- De leiding in de Bisschoppenhoflei vormt de verbinding tussen de streng van de Kapelsesteenweg en de rest van het rioleringsstelsel. Deze leiding werd behouden in bestaande toestand (diameter 40 cm). Daarnaast werd er in de Bisschoppenhoflei ook een intern overstort gebouwd (drempelpeil 6.3 mTAW).
- Ook de leiding van de Oude Baan werd verder vergroot (van 0.126 m² naar 3 m²) + bouwen intern overstort in de Bisschoppenhoflei (drempelpeil 6.3 mTAW) + verlagen overstort Herautenlei met 40cm + met buffer 3ha (vertraagde afvoer via knijp).
- Door deze maatregelen zou de sectie Salaadweg teveel onder druk komen, en riooloverstromingen veroorzaken in de wijk Oude Landen aan de G. Stijnenlaan. Daarom werd de overstortdrempel aan de Herautenlei verlaagd met van 3.66 naar 3.26 mTAW.
- Hierdoor wordt dan weer meer debiet richting Oudelandse Beek gestuurd en stijgt de maximale waterstand aan het projectgebied met bijna 30 cm. Daarom werd aan het overstort een bijkomende buffer voorzien van 3 ha. Een knijp op 3.2 mTAW zorgt voor vertraagde afvoer naar de Oudelandse Beek.

Uit de resultaten blijkt:

- Er gaat tot 5.9 m³/s via de verbinding tussen beide rioolstelsels, of vier keer meer dan in scenario 3b. Voor juli 1995 gaat er tot 25 m³/s door de leiding, het lijkt weinig waarschijnlijk dat dit in werkelijkheid kan gehaald worden.
- Het overstromingsdebiet vanuit de Kapelsesteenweg valt volledig weg,
- Het overstromingsdebiet vanuit de Donksesteenweg valt bijna volledig weg, behalve voor juli 1995. De bijkomende aanvoercapaciteit is dus voldoende gedimensioneerd.
- Hierdoor valt het debiet over de Oude Baan volledig weg, behalve voor juli 1995.
- Door het extra debiet richting rioleringsstelsel van Ekeren stijgt de druk in de sectie Salaadweg gevaarlijk hoog, zelfs met de aanpassingen aan de overstort van de Herautenlei.
- Door het bufferbekken aan het overstort blijft de huidige waterstand in het projectgebied behouden. Dit is dus geen oplossing voor het projectgebied.

Conclusie: Scenario 3 kan de problemen in de Oude Baan terugdringen. Dit gaat echter ten koste van het onder druk komen van de riolering van Ekeren. Hoe verder scenario 3 wordt uitgewerkt hoe meer de wateroverlast zich zal verplaatsen van Brasschaat naar Ekeren.

Bovendien biedt scenario 3 geen oplossing voor overstromingen van het projectgebied. Het water dat voorheen via de Oude Baan naar de Oudelandse Beek stroomde, komt nu via de riolering en de overstort aan de Herautenlei toch nog in de Oudelandse beek terecht.

A.3 Scenario 4: Aanleggen van overstort #2 naar de Fortuinbeek

Het overstort #2 staat wel vermeld op de ontwerpplannen uit 1993, maar werd vermoedelijk nooit gebouwd. Aquafin heeft aangegeven dat dit overstort bij een eventuele heraanleg van de Kapelsesteenweg zou kunnen ingericht worden. Daarbij gaan ze uit van een drempelhoogte op 4.9 mTAW en drempellengte van 2 meter.

Uit de modelresultaten blijkt dat:

- Er tot 0.8 m³/s afgeleid wordt naar de Donkse Beek. Dit extra debiet verergert de overstromingen t.h.v. de J.Ickxstraat. Het maximale peil stijgt hier met 10 centimeter.
- De overstromingen vanuit de Kapelsesteenweg sterk verminderen. Voor 2002 vallen ze nagenoeg volledig weg.
- De beperkte doorvoercapaciteit van de streng Kapelsesteenweg maakt dat het overstort geen effect heeft op de andere strengen. De overstroming vanuit de Donksesteenweg verandert dus weinig.
- De situatie aan de Oude Baan en het projectgebied verbetert sterk, maar er blijft wel wateroverlast bestaan. In het projectgebied daalt het peil tot 5 cm.

Conclusie: voor augustus 2002 een verbetering voor de situatie aan de Oude Baan en het projectgebied, maar dit gaat ten koste van de woonwijk J.Ickxstraat. Voor september 1998 is er een lichte verbetering aan de Oude Baan en een status quo elders. Voor het projectgebied biedt dit scenario geen voldoende oplossing.

A.4 Scenario 5: afleiden van het rioleringsstelsel van Brasschaat naar natuurgebied de Oude Landen.

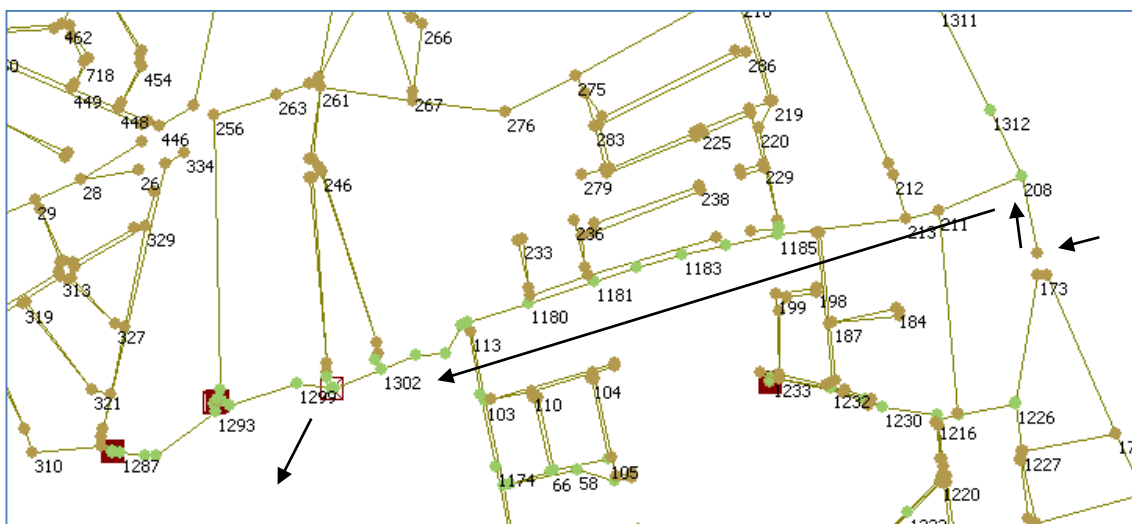
Het natuurgebied van de Oude Landen tussen spoorwegen 12 en 27A wordt aangelegd als natte natuurgebied. Het zal in de toekomst ook dienst doen als buffergebied voor afvoer van Laarse Beek en Oudelandse Beek. In dit scenario wordt onderzocht of het mogelijk is het overtollige water van de rioleringsstelsel van Brasschaat naar dit gebied af te leiden. Door de grote beschikbare oppervlakte kunnen hier aanzienlijke hoeveelheden water geborgen worden.

Er moet een afstand van ca. 1.1 km worden afgelegd. De moeilijkheid bestaat erin een geschikt traject te vinden voor het afleiden van het water. Trajecten die de Prinshoeveweg volgen lijken het meest geschikt. Binnen dit scenario worden twee mogelijkheden onderzocht:

- Scenario 5a: via het rioleringsstelsel van Ekeren, met name leidingen onder de Prinshoeveweg die behoren tot het systeem Oude Landen. Voorbij spoorweg 27A komt het water via een overstort in het natuurgebied Oude Landen terecht.
- Scenario 5b: via een overstort naar de Donkse Beek die voorbij spoorweg 27A overloopt in het natuurgebied Oude Landen.

A.4.1 Scenario 5a - Via rioleringsstelsel van Ekeren

In dit scenario wordt, net zoals in scenario 3, een verbinding voorzien tussen de stelsels van Brasschaat en Ekeren aan de Kapelsesteenweg. In scenario 3 werd aangetoond dat het niet mogelijk is af te leiden via de leidingen in de Oude Baan zonder de sectie van Salaadweg onder druk te zetten. Daarom wordt in scenario 5A het water afgeleid via de leidingen van de Prinshoeveweg. Deze behoren tot de sectie Oude Landen. De laagste mangaten van dit stelsel bevinden zich langs de Prinshoeveweg tussen spoorwegen 12 en 27A. Door op die plaats een overstort te voorzien, kan de druk in de sectie Oude Landen beperkt worden.



Bijlage-Figuur A-1: traject door het leidingstelsel van sectie Oude Landen.

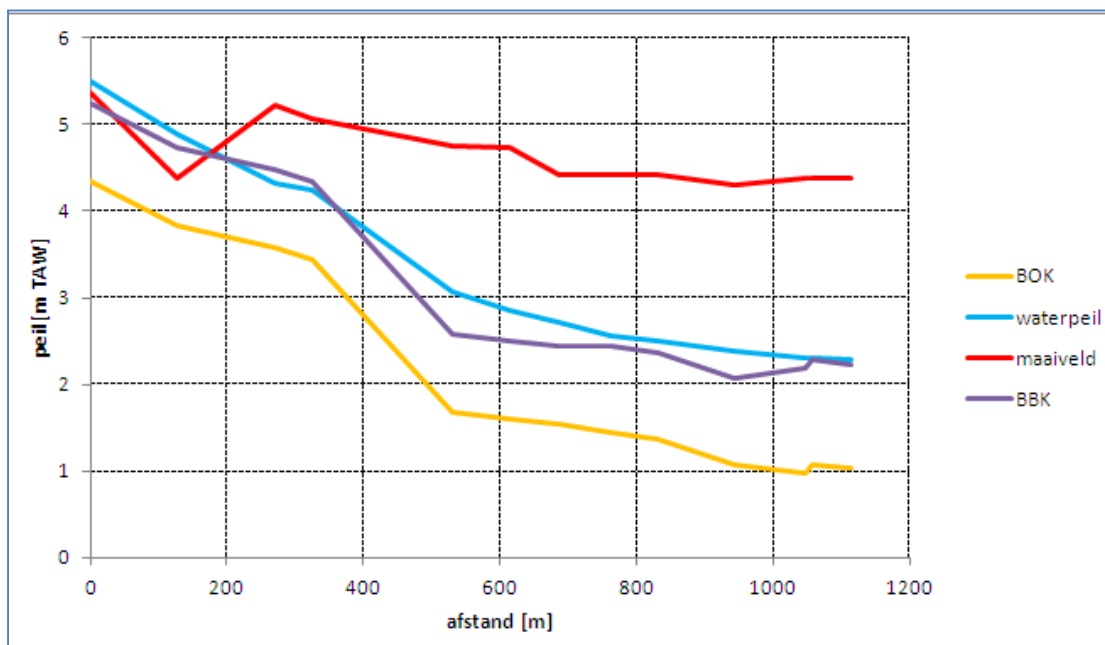
Net zoals in Scenario 3 moet voldoende verbinding tussen sectie Kapelsesteenweg en de rest van het stelsel van Brasschaat voorzien worden. Alle maatregelen die besproken werden in scenario 3c, zullen in scenario 5a dus ook moeten worden voorzien.

Daarnaast moeten de bestaande leidingen in de Prinshoeveweg worden vergroot. Over de hele afstand varieert de huidige diameter van 40 tot 120 cm (Bijlage-Tabel A-2). Om een debiet van 3 m³/s te garanderen moet dit minstens 90cm worden. Er moet daarvoor ongeveer 530 meter leiding worden vervangen.

Voorals in de eerste sectie, aan de kruising met de Kapelsesteenweg, zal een dergelijke inbuizing boven het maaiveld uitkomen, 10 à 20 cm. Ook het berekende waterpeil komt boven het straatniveau uit, en zal dus riooloverstromingen veroorzaken. Hier zullen plaatselijk oplossingen moeten worden gezocht, hetzij door het straatniveau te verhogen, hetzij door met bredere, maar lagere kokers te werken, hetzij door meerdere, maar kleinere inbuizingen te gebruiken, hetzij door de inbuizing iets dieper aan te leggen. Voor dat laatste moet wel voldoende verval gegarandeerd blijven.

Bijlage-Tabel A-2: afmetingen van de bestaande leidingen langs de Prinshoeveweg

Leiding	Huidige diameter [m]	Lengte [m]	Up [mTAW]	Down [m TAW]
207.1	0.4	127	4.34	3.83
208.1	0.5	143	3.83	3.57
211.1	0.5	54	3.57	3.45
213.1	0.6	205	3.45	3.20
1185.1	0.9	85	1.68	1.60
1184.1	0.9	73	1.60	1.54
1183.1	0.9	75	1.54	1.45
1182.1	1.0	71	1.45	1.37
1181.1	1.0	111	1.37	1.07
1180.1	1.0	103	1.07	0.98
1179.1	1.2	11	0.98	1.03
1304.1	1.2	56	1.08	1.03



Bijlage-Figuur A-2: ontworpen toestand voor nieuwe leidingen (BOK: onderkant leiding/BBK: bovenkant leiding), met huidige maaiveld en ontworpen waterhoogte.

Uit de resultaten blijkt het volgende:

- Het niveau in sectie Salaadweg stijgt licht door de verhoogde toevoer vanuit de sectie Oude Landen, maar dit blijft beperkt. Het debiet aan de overstort van de Herautenlei stijgt.
- Aan de J. Ickxstraat daalt het waterpeil voor alle events, tot 14 cm voor juli 1995,
- In het natuurgebied Oude Landen blijft het waterpeil ongeveer gelijk voor augustus 2002 en september 1998. Voor juli 1995 stijgt het waterpeil 17 cm.
- De waterstanden t.h.v. het projectgebied zakken met 11 cm voor augustus 2002, hierdoor treden geen overstromingen meer op in het projectgebied, voor september 1998 is er een beperkte verbetering. Voor juli 1995 is er een beperkte verslechtering door de verhoging van het peil in natuurgebied de Oude Landen en het verhoogde debiet vanuit de overstort van de Oude Landen.

Conclusie: Scenario 5a neemt de overstromingen aan de Oude Baan weg voor augustus 2002 en september 1998, wel nog overstromingen voor juli '95. Ook aan het projectgebied is er een verbetering, maar onvoldoende om buffering in het projectgebied achterwege te kunnen laten.

A.4.2 Scenario 5b - Via openleggen van Fortuinbeek

Het overstort #2, dat reeds onderzocht werd in scenario 4, wordt nu meer afwaarts op de Donkse Beek aangesloten, ter hoogte van de kruising Prinshoeveweg en Baljuwstraat. Afwaarts van het overstort wordt de Donkse Beek opengelegd tot aan het natuurgebied Oude Landen tussen de twee spoorwegen. Daar wordt een mogelijkheid voorzien om te overstromen naar het natuurgebied.

Net zoals in scenario 3c en 5a moet het stelsel van Brasschaat worden aangepast zodat voldoende grote debieten naar het overstort kunnen worden aangevoerd. Dit wil zeggen: de aanleg van een intern overstort aan de Bisschoppenhoflei. Deze aanpassing werd reeds besproken in scenario 3c.

Het overstort in de Kapelsesteenweg zal via een ondergrondse leiding worden aangesloten op de Donkse Beek. Voor dit traject in de Prinshoeveweg, tussen Kapelsesteenweg en Baljuwstraat, gelden dezelfde bemerkingen als in scenario 5a, namelijk dat er technische oplossingen zullen gezocht moeten worden om een voldoende gedimensioneerde leiding onder de grond te krijgen. De bedding van de beek ligt bovendien iets hoger dan de riolering op die plaats.

Voor dit scenario is het belangrijk dat de Donkse Beek voldoende grote debieten kan verwerken, tot 3 m³/s extra debiet. Zo niet zal opstuwung de wateroverlast opwaarts aan de J.Ickxstraat vergroten. Anderzijds zal bij voldoende afvoer, deze overlast juist verminderen.

De huidige overwelving (hoogte: 0.86 m, breedte: 2.80 m) kan deze debieten niet aan. Analytische hydraulische berekeningen leren dat ook opnieuw dimensioneren van de overwelving te weinig afvoer kan garanderen. Bovendien zou het door de grote overspanningen technische niet eenvoudig zijn een dergelijke overwelving te realiseren. Daarom werd voor dit scenario verkozen de Donkse Beek opnieuw open te leggen. Om de breedte van de beek te beperken (minder dan 4 à 5 meter), moet de beek wel worden uitgevoerd in betonelementen. Een natuurlijke inrichting zal in dit geval echter niet mogelijk zijn, omdat dit onvoldoende debiet kan garanderen.

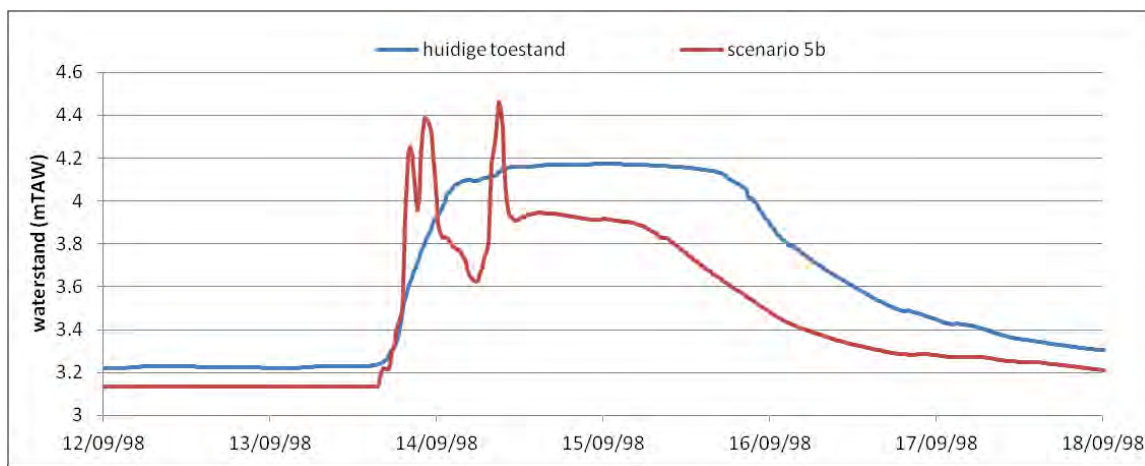


*Bijlage-Figuur A-3: Prinshoeveweg tussen Baljuwstraat en spoorweg 27A.
De Donkse Beek loopt ingekapseld onder de baan.*

Uit de modelresultaten blijkt:

- Omdat gekozen werd voor een redelijk hoge overstortdrempel (4 m 80 zoals voorgesteld door Aquafin) lost dit scenario de wateroverlast rond de Kapelsesteenweg en Donksesteenweg niet volledig op, maar vermindert het wel sterk. Verder verlagen van de drempel zou deze wateroverlast volledig kunnen wegnemen.

- Het waterpeil in sectie Salaadweg neemt af, evenals het debiet aan het overstort van de Herautenlei.
- Door het wegnemen van de overwelling, zal de opstuwing aan de J.Ickxstraat sterk afnemen, wat de wateroverlast ten goed komt.
- Ter hoogte van de spoorweg 27A verlaagt de gemiddelde waterstand tijdens september 1998 met 23 centimeter. Tijdens de piektoevoeren vanuit de riolering stijgt de waterstand echter ver boven dit peil tot 4.46 mTAW. Dit is enkele centimeters hoger dan de oevers op die plaats, waardoor het omliggende gebied kan overstromen, nl. de sportvelden naast de straat Oude Landen. Door het lokaal verhogen van de oevers kan dit wel gemakkelijk worden opgelost.



Bijlage-Figuur A-4: waterstand op de Donkse Beek ter hoogte van de spoorweg 27A.

De algemene verbetering van de situatie is te wijten aan de Donkse Beek die het extra debiet niet alleen snel naar natuurgebied de Oude Landen brengt, maar ook verder afwaarts richting Schijn. Ook vanuit het natuurgebied de Oude Landen zal nu een hoger debiet stromen. Verder afwaarts zal dus meer wateroverlast ontstaan. Een deel hiervan zou kunnen worden opgevangen in het natuurreservaat Oude Landen ten westen van spoorweg 12.

Conclusie: Het openleggen van de Donkse Beek en het aanleggen van overstort #2, kan de wateroverlast op de meeste plaatsen opwaarts verbeteren, maar door de hogere waterstand dreigen over stromingen van de sportvelden Oude Landen. Hierbij zullen wel een groot aantal inrichtingswerken nodig zijn, waarbij verschillende technische moeilijkheden moeten worden overwonnen. Voor het projectgebied betekent dit een aanzienlijke verbetering: enkel voor het zwaarste event zal nog bijkomende buffering nodig zijn, maar deze zal aanzienlijk kleiner uitvallen dan nu het geval is.

A.5 Samenvatting

Uit voorgaande blijkt dat:

- de riooloverstromingen aan de Kapelsesteenweg met beperkte middelen (3a/3b/4) kunnen opgelost worden. Maar door overstroming vanuit de Donksesteenweg zal dit niet voldoende zijn om de wateroverlast in de Oude Baan op te lossen. Pas bij voldoende verbinding van de streng Kapelsesteenweg met de rest van het rioolstelsel van Brasschaat zullen alle riooloverstromingen in Brasschaat verminderen.
- De afleiding naar het rioleringsstelsel van Ekeren (3a/3b/3c) geen oplossing biedt voor het projectgebied, omdat er evenveel water wordt afgeleid naar de Oudelandse Beek. Wanneer zeer veel water wordt afgeleid (3c) komt bovendien het rioleringsstelsel van Ekeren onder druk. Dit verplaatst dus de wateroverlast van Brasschaat naar Ekeren.
- Het aanleggen van overstort #2 zoals voorgesteld door Aquafin, de wateroverlast rond de J.Ickxstraat verergert.
- Het afvoeren van water naar natuurgebied de Oude Landen (5a/5b) de wateroverlast op de meeste punten vermindert. Via de riolering (5a) kan echter onvoldoende water worden afgevoerd om alle wateroverlast aan het projectgebied op te lossen. Het openleggen van de Donkse Beek biedt wel voldoende afvoer, maar hierdoor verergert de wateroverlast afwaarts van het natuurgebied De Oude Landen.
- Er twee scenario's zijn die de wateroverlast op verschillende plaatsen kunnen aanpakken, nl. scenario 2 en scenario 5b. Van scenario 2 is echter moeilijk in te schatten hoeveel ingrepen nodig zijn om dit te verwezenlijken. Bovendien zal waarschijnlijk een project van lange adem zijn. Voor scenario 5b zijn een groot aantal ingrepen nodig, waarbij bovendien verschillende technische problemen moeten opgelost worden.



Bijlage-Figuur A-5: overzicht belangrijkste knelpunten

*Bijlage-Tabel A-3: overzicht van effecten en aantal ingrepen voor de voorgestelde scenario's.
Donkerrode vakken wijzen op ernstige wateroverlast, lichtrode vakken op beperkte wateroverlast. + en - tekens wijzen op resp. een verbetering of een verslechtering t.o.v. de huidige situatie (scenario 0), zonder een symbool is er geen verandering.*

Scenario	0	1	2	3a	3b	3c	4	5a	5b
Projectgebied		++	++				+	+	++
Kapelsesteenweg			++	+	++	++	++	++	+
Donksesteenweg			++			+		++	++
J. Ickxstraat			+			+	-	+	++
Sectie Salaadweg				-	-	--	+		++
Afwaarts Oude Landen			-				-		--
Aantal ingrepen	n/a	1	?	1	2	3	1	4	5

Bijlage B Interpretatie VMM-gegevens waterkwaliteit

De Vlaamse Milieu Maatschappij verricht op zeer regelmatige basis metingen van de fysico-chemische en biologische waterkwaliteit. Op alle meetpunten van het fysisch-chemisch meetnet wordt een basispakket van parameters onderzocht: watertemperatuur, concentratie aan opgeloste zuurstof, zuurtegraad (pH), chemisch zuurstofverbruik (CZV), ammoniakale stikstof, nitriet en nitraat, totaal orthofosfaat, totaal fosfor, chloride en geleidingsvermogen.

Een belangrijke parameter voor de bespreking van de waterkwaliteit is de opgeloste zuurstof. De aanwezigheid van een voldoende hoge concentratie aan opgeloste zuurstof is van zeer groot belang voor het leven in het water en speelt een grote rol in zelfzuiverende processen van de waterloop.

De Italiaanse onderzoeker Prati ontwikkelde voor verscheidene parameters een transformatieformule om een gemeten waarde om te rekenen naar een onderling vergelijkbare kwaliteitsindex. De VMM gebruikt voor de beoordeling van de waterkwaliteit de Prati-index voor zuurstofverzadiging (PIO). De verkregen resultaten krijgen een volgende beoordeling:

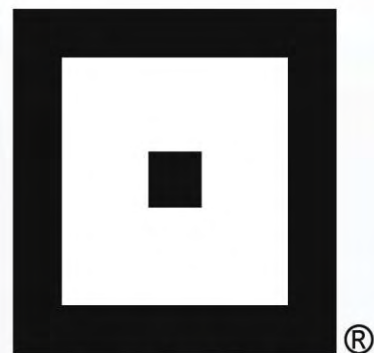
Bijlage-Tabel B-1: Beoordeling op basis van de Prati-index voor zuurstofverzadiging (PIO).

PIO	Kleur	Beoordeling
0 - 1	blauw	niet verontreinigd
>1 – 2	groen	aanvaardbaar
>2 – 4	geel	matig verontreinigd
>4 – 8	oranje	verontreinigd
>8	rood	zeer verontreinigd

Bij de beoordeling van de biologische waterkwaliteit wordt gebruik gemaakt van de Belgische Biotische Index (BBI), steunend op de aan- of afwezigheid van macro-invertebraten in het water. Als macro-invertebraten beschouwt men met het blote oog waarneembare ongewervelden als insecten, weekdieren, kreeftachtigen, wormen, e.d. De indexwaarde schommelt tussen 0 (zeer slechte kwaliteit) en 10 (zeer goede kwaliteit).

Bijlage-Tabel B-2: Beoordeling op basis van de Biotische Index (BBI).

BBI	Kleur	Beoordeling
9 - 10	blauw	niet verontreinigd ; zeer goede kwaliteit
7 - 8	donkergroen	weinig verontreinigd ; goede kwaliteit
5 - 6	lichtgroen	verontreinigd ; matige kwaliteit
3 - 4	oranje	zwaar verontreinigd ; slechte kwaliteit
1 - 2	rood	zeer zwaar verontreinigd ; zeer slechte kwaliteit
0	zwart	uiterst slechte kwaliteit, organismen zijn nauwelijks aanwezig of geheel afwezig

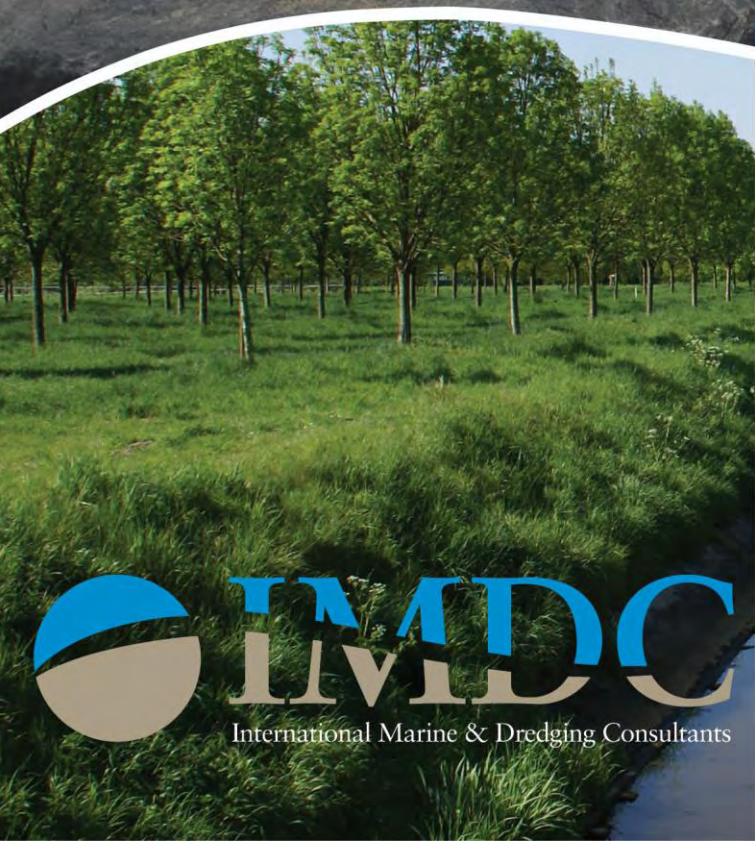


VOORUITZICHT

RAPPORT



Vooruitzicht



Hoekakker - klimaatadaptatie

27 augustus 2015 - versie 2.0

Colofon

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Coveliersstraat 15, 2600 Antwerp, Belgium

: + 32 3 270 92 95

: + 32 3 235 67 11

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Titel	Watertoets Woonreservegebied Ekeren
Project	Hoekakker - klimaatadaptatie
Opdrachtgever	Vooruitzicht
Bestek nummer	
Documentref	I/RA/11436/15.189/RVL
Documentnaam	K:\PROJECTS\11\11436 - Watertoets Jacobsveldweg en Schawijk\07-Uit\deel Hoekakker\10-Rapport\Klimaatwijziging\RA15189_Hoekakker_klimaatadaptatie_v2.0.doc X

Revisies / Goedkeuring

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	21/08/2015	Concept	RVL	TFR	RVL
2.0	27/08/2015	Verwerking telefonische opmerkingen Vooruitzicht van 26/08/2015.	RVL	TFR	RVL

Verdeellijst

x	Digitaal	Gert Voets, Vooruitzicht
---	----------	--------------------------

Inhoudstafel

1. INLEIDING	1
2. SAMENVATTING VAN HET VOORGAANDE ONDERZOEK	2
3. OPZET BEREKENINGEN KLIMAATADAPTATIE.....	6
3.1 AANPASSEN VAN HET MODEL.	6
3.2 SELECTIE VAN EVENTS.....	7
3.3 FREQUENTIE ANALYSE OP DE RESULTATEN.....	8
4. CONCLUSIE	11
5. REFERENTIES	12

Lijst van tabellen

TABEL 3-1: AANTAL DOORGEREKENDE EVENTS	8
TABEL 3-2: RESULTATEN FREQUENTIEANALYSES VOOR KNOOP OULA29, MAXIMALE WATERPEILEN (IN MTAW).....	9

Lijst van figuren

FIGUUR 2-1: LOCATIE PROJECTGEBIED MET VOORNAAMSTE BEKEN.....	2
FIGUUR 2-2: SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET MINIMAAL NODIGE BUFFERVOLUME (BOVEN) EN HET BUFFERVOLUME ZOALS VOORZIEN IN HET MASTERPLAN (ONDER). (BRON: BUUR).	4
FIGUUR 2-3: BERGINGSZONE, GRONDPLAN. BRON: BUUR.....	5
FIGUUR 3-1: AANPASSING DWARSSECTIES CONFORM HET MASTERPLAN (VOORBEELD SECTIE OULA26).....	6
FIGUUR 3-2: WEERGAVE IN PLANZICHT VAN DE AANPASSINGEN AAN DE SECTIES.	7
FIGUUR 3-3: RESULTATEN FREQUENTIEANALYSES VOOR KNOOP OULA29, MAXIMALE WATERPEILEN.	9

1. INLEIDING

Vooruitzicht nv. wenst een open woongebied te ontwikkelen in de wijk Hoekakker in Ekeren en doet beroep op IMDC om zich te laten bijstaan bij de watergerelateerde zaken in het projectgebied. De resultaten van het onderzoek werden uitvoerig beschreven in (IMDC, 2015).

De stad Antwerpen is samen met de provincie Antwerpen en de KULeuven bezig met een onderzoek naar klimaatadaptatie, waarbij aangepaste neerslagstatistieken werden opgemaakt. Hieruit resulteren neerslagreeksen en evaporatiereeksen die specifiek voor Antwerpen en omgeving de impact weergeven van mogelijke klimaatsscenario's. De stad heeft daarbij de vraag gesteld om deze nieuwe neerslagstatistieken ook te implementeren voor het project Hoekakker.

De opzet en resultaten van deze implementatie worden kort besproken in dit rapport.

Hoofdstuk 2 beschrijft kort de projectzone en de analyse die reeds eerder werd uitgevoerd. Voor meer details wordt verwezen naar IMDC, 2015. In hoofdstuk 3 worden de opzet en resultaten van de berekeningen m.b.t. de klimaatadaptatie besproken. Het rapport eindigt met een conclusie in hoofdstuk 4.

2. SAMENVATTING VAN HET VOORGAANDE ONDERZOEK

Het projectgebied van 17.9 ha is gelegen te Ekeren-Donk, tussen de G. Stijnenlaan, de Prinshoeveweg, de wijk Oude Landen en de wijk Hoekakker (zie Figuur 2-1).



Figuur 2-1: locatie projectgebied met voornaamste beken

Figuur 2-1 toont ook de belangrijkste beken in de omgeving van het projectgebied: de Oudelandse Beek, de Donkse Beek en de Laarse Beek. Dit zijn alle drie waterlopen van 2^{de} categorie en worden dus beheerd door de dienst Waterbeleid van de provincie Antwerpen.

Opwaarts van de Antwerpsesteenweg - Kapelsesteenweg worden de Donkse Beek en de Oudelandse Beek waterlopen van 3^{de} categorie en vallen ze onder het beheer van de gemeente Brasschaat. De Donkse Beek wordt hier ook Fortuinbeek genoemd; de Oudelandse Beek wordt hier Reintjesbeek genoemd. De Donkse Beek en Laarse Beek monden uit in de Schijnovervelving.

Het grondwaterpeil wordt gemeten door de stad Antwerpen. De grondwaterstanden in het gebied liggen gemiddeld een halve meter onder maaiveld tijdens de wintermaanden en ruim 1 meter onder maaiveld tijdens de zomermaanden. Ter hoogte van de Oudelandse beek en de gracht van de Sint-Lucaskliniek worden ca. 50 cm lagere waterstanden waargenomen dan aan de rand van het gebied.

In en om het gebied komen twee rioleringsnetwerken voor: het rioleringsnetwerk van Ekeren, waarvan het rioolwater wordt afgevoerd naar de RWZI Antwerpen-Noord, en het rioleringsnetwerk van Brasschaat waarvan het rioolwater wordt afgevoerd naar de RWZI Brasschaat.

De mogelijke impact van het project Hoekakker werd onderzocht met een hydrodynamisch model (InfoWorks RS). Dit model werd opgebouwd in het kader van een studie voor de provincie Antwerpen en werd voor het project Hoekakkers up to date gebracht en verder verfijnd. Gezien het grote belang van de rioleringsstelsel op de waterhuishouding werden ze (conceptueel) mee opgenomen in het hydrodynamisch model. Voor de modellering werden drie historische neerslagevents gebruikt, zijnde augustus 2002, september 1998 (een langdurige neerslaggebeurtenis die in heel de omgeving voor heel wat wateroverlast zorgde en gekenmerkt wordt door een groot afstroomvolume) en juli 1995 (die gekenmerkt wordt door uitzonderlijke hoge neerslagintensiteiten en bijgevolg ook groter piekafvoeren en een overbelasting vooral van het rioleringsstelsel).¹

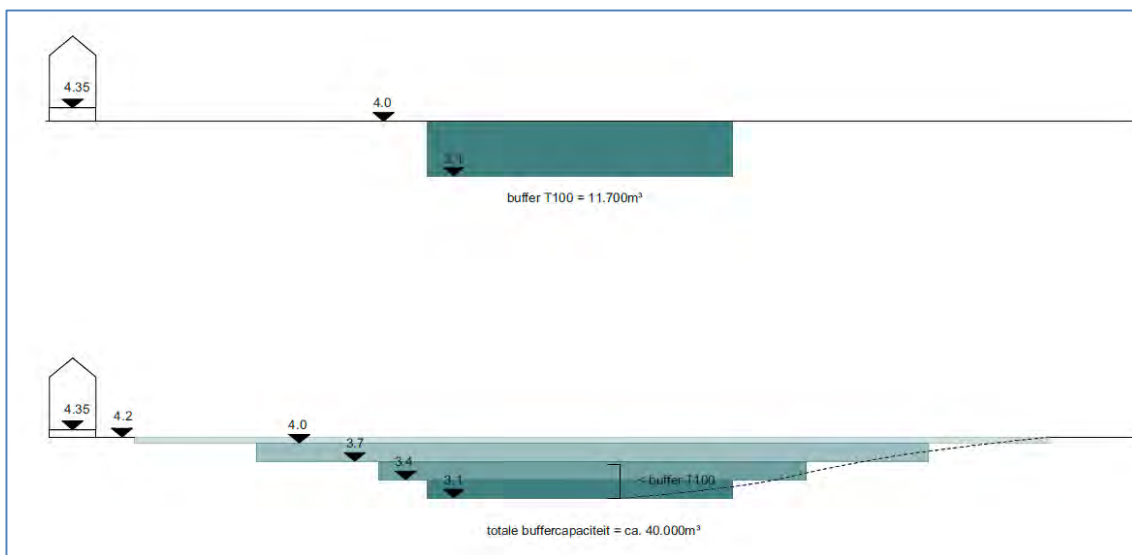
Aan de hand van de berekeningen met dit hydraulisch model werden mitigerende maatregelen voorgesteld om het verlies aan komberging en de toegenomen verharde oppervlakte te compenseren.

De hoogste gesimuleerde waterstand ter hoogte van het projectgebied is 4.0 mTAW. Bij die waterstand wordt er in de huidige situatie (d.w.z. zonder rekening te houden met de mogelijke klimaatwijziging, zie verder) ca. 11700 m³ geborgen in het projectgebied. Deze berging wordt ook in de toekomst verzekerd door uitgravingen in het gebied die evenwel boven het normale beekpeil als boven de hoge grondwatertafel gelegen te zijn.

Uit de simulaties bleek dat zowel de waterstanden als de debieten afwaarts constant blijven tot licht dalen, zelfs bij een winterbed van 45 m breed. Een dergelijke buffer zou een oppervlakte van ca. 1.55 ha innemen en overeenkomen met een te vergraven volume van 11 700 m³, zijnde het kombergingsvolume in de huidige toestand.

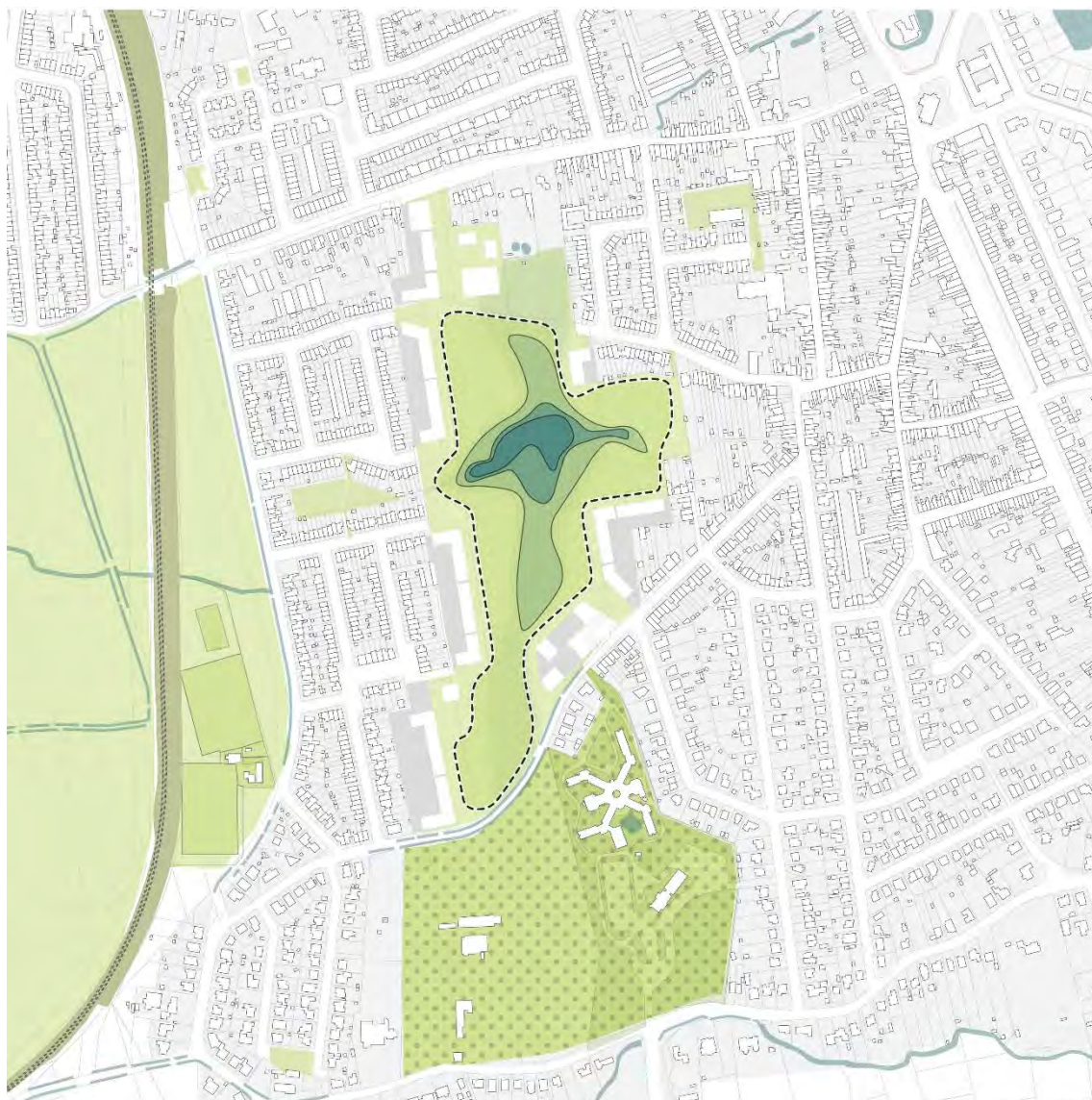
In het masterplan worden evenwel grotere bergingsvolumes voorzien dan de minimale die hier worden berekend. Dit wordt schematisch weergegeven in Figuur 2-2.

¹ Opmerking: De weergave van de rioleringsstelsels door middel van onderling verbonden bakken zorgt ervoor de piekdebieten minder worden afgetopt dan in werkelijkheid het geval is. Vooral voor de events van augustus 2002 en juli 1995 komen hierdoor zeer scherpe pieken voor. Het gebruik van een bakkenmodel zorgt dus voor een conservatieve aanname voor wat de impact van de riolering betreft.



Figuur 2-2: Schematische weergave van het minimaal nodige buffervolume (boven) en het buffervolume zoals voorzien in het masterplan (onder). (bron: BUUR).

In plaats van het minimaal benodigde bergingsvolume van 11 700 m³ wordt een volume van grootteorde 40 000 m³ voorzien. Deze overcapaciteit creëert bijkomende reserve onder andere om de impact van de klimaatwijziging mee op te vangen. Dit bergingsvolume wordt opgebouwd in verschillende trappen waarbij de bodem van de uitgraving steeds hoger blijft dan het (90-percentiel) grondwaterpeil. Deze bergingszone is ook weergegeven in grondplan in Figuur 2-3.



Figuur 2-3: Bergingszone, grondplan. Bron: BUUR.

Daarnaast wordt een waterbuffer voorzien onder de vorm van wadi's, met volume van ongeveer 1 500 m³ nodig voor de compensatie van de toename aan verharding in de ontwikkeling van het projectgebied.

De nieuwe bebouwing is voorzien aan de randen van het projectgebied in de hoger gelegen zones. Het maaiveld rond de nieuwe woningen komt daarbij op 4.2 mTAW en de dorpel van de huizen ligt op 4.35 mTAW.

Meer gedetailleerde informatie over de waterhuishouding en de analyse ervan kan worden gevonden in IMDC, 2015.

3. OPZET BEREKENINGEN KLIMAATADAPATIE

De nieuwe neerslagreeksen en evaporatiereksen werden ter beschikking gesteld door de KULeuven. Het gaat om volgende scenario's:

- Laag klimaatscenario (ICC)
- Midden klimaatscenario (mCC)
- Hoog klimaatscenario winter (hCCw)
- Hoog klimaatscenario zomer (hCCz)

Daarnaast is er ook het huidige klimaat dat wordt aangeduid met noCC.

De reeksen zijn ruim 104 jaar lang en lopen van 01/01/1900 tot 31/03/2004.

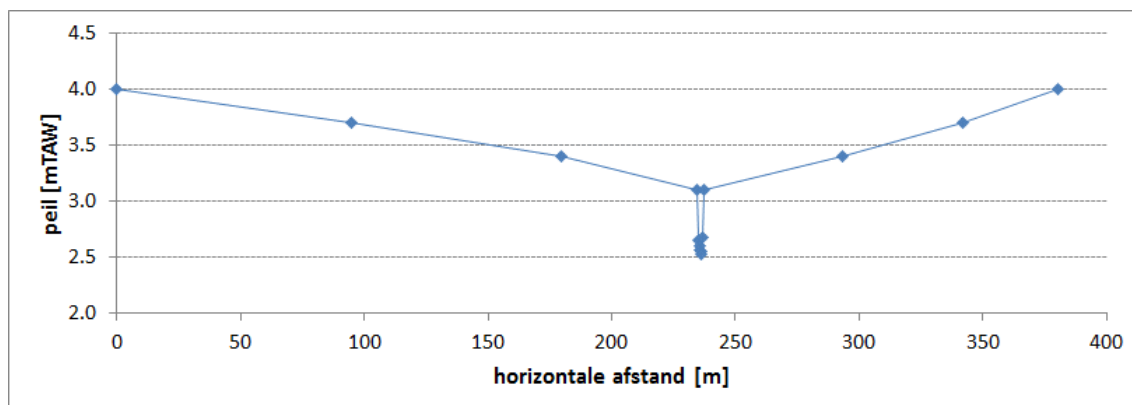
Volgende stappen werden ondernomen:

- Aanpassen van het model voor de toekomstige situatie rekening houdend met de buffer van grootteorde 40 000 m³ voorzien in het masterplan.
- Invoeren van deze nieuwe klimaatreeksen en selectie van events.
- Doorrekenen van de events.
- Frequentie analyse op de resultaten.

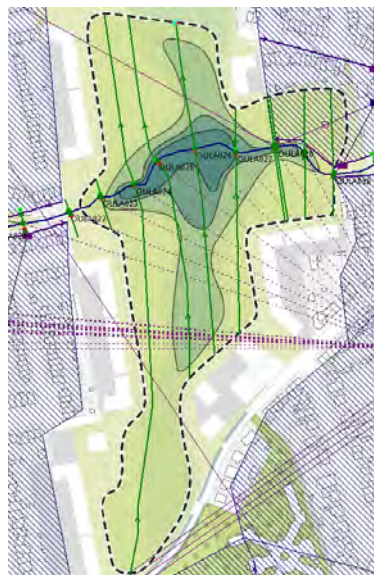
Een aantal van deze stappen worden in onderstaande paragrafen verder besproken.

3.1 AANPASSEN VAN HET MODEL.

De secties van de Oudelandsebeek doorheen het projectgebied, zijnde secties OULA30 tot OULA22 werden aangepast zodat ze de buffer weergeven zoals voorzien in het masterplan met een totaal volume van grootteorde 40 000 m³. De aanpassingen worden geïllustreerd aan de hand van Figuur 3-1 en Figuur 3-2.



Figuur 3-1: Aanpassing dwarssecties conform het masterplan (voorbeeld sectie OULA26).



Figuur 3-2: Weergave in planzicht van de aanpassingen aan de secties.

Op deze manier werden 2 scenario's bekomen die in wat volgt, om het onderscheid te maken met de klimaatscenario's, fysische scenario's zullen worden genoemd:

- S0: de huidige situatie
- S3: inrichting van de projectzone Hoekakkers volgens het masterplan

3.2 SELECTIE VAN EVENTS

Voor elk van de 5 klimaatscenario's (de 4 toekomstige en het huidige klimaat) werden de aangepaste reeksen ingevoerd in het hydrodynamisch model. Vervolgens werd de volledige periode van meer dan 100 jaar hydrologisch doorgerekend enerzijds voor een randvoorwaarde van het model geldig voor landelijke, niet-verharde gebieden (PDM) en anderzijds voor een randvoorwaarde voor stedelijke, verharde gebieden (URBAN). Het gaat respectievelijk om modelknopen ELSH57! (PDM) en URB_Fortuin (URBAN). Beiden kunnen ze als representatief worden beschouwd voor alle overige randvoorwaarden, aangezien alle overige PDM-knopen en URBAN-knopen dezelfde parameterwaarden hebben, op de afwaterende oppervlakte na.

Op de 5 x 2 debietreeksen van meer dan 100 jaar lang die op deze manier werden bekomen, werd vervolgens een POT-selectie doorgevoerd (POT = Peak Over Threshold). Voor de afvoerreeksen van de niet-verharde gebieden werd daarbij zowel een selectie gemaakt op basis van piekdebiet als op basis van afvoervolume, voor de afvoerreeksen van de verharde gebieden enkel op basis van piekdebieten. Events worden daarbij als onafhankelijk beschouwd als de verhouding van het minimum debiet tussen de events en het maximale piekdebiet minimaal 0.45 bedraagt voor niet-verharde gebieden en 0.37 voor verharde gebieden én als de onderlinge tussentijd minimaal 36 uur bedraagt. De drempelwaarden werden daarbij per reeks telkens zodanig gekozen dat voldoende events beschikbaar zijn voor een verdere analyse.

Per klimaatscenario werden alle overlappende events uit de 3 POT-selecties (piekdebiet en volume van een niet-verhard gebied en piekdebiet van een verhard gebied) samengevoegd, wat resulteerde in de uiteindelijke selectie van door te rekenen events. Het aantal kan licht verschillend zijn per klimaatscenario, maar was steeds groter dan 100. Het overzicht wordt weergegeven in Tabel 3-1.

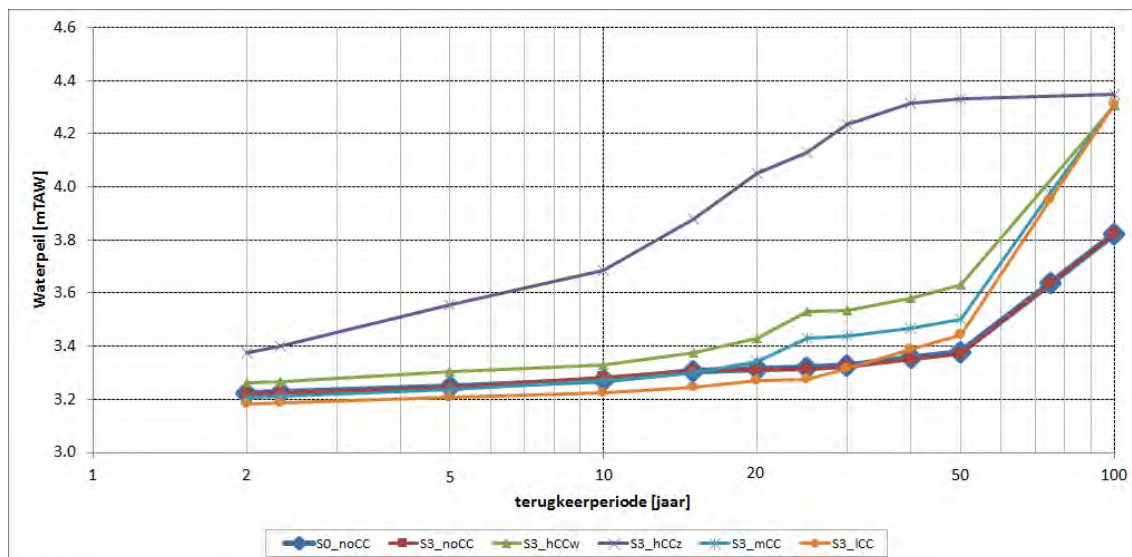
Tabel 3-1: Aantal doorgerekende events

Fysisch scenario	Klimaatscenario	# events
S0	noCC	121
S3	noCC	121
S3	ICC	118
S3	mCC	116
S3	hCCw	110
S3	hCCz	114
totaal		579

De huidige toestand (S0) wordt enkel doorgerekend voor het huidige klimaat, de geplande toestand (S3) wordt doorgerekend voor het huidige klimaat en de 4 mogelijke toekomstige klimaatscenario's. Uiteindelijk gaat het over 579 berekeningen. Deze events werden vervolgens doorgerekend. Simulaties die crashten werden herstart met een kleinere tijdstap en/of lichte aanpassingen aan het model.

3.3 FREQUENTIE ANALYSE OP DE RESULTATEN.

Als resultaat van de 579 simulaties krijgen we per klimaatscenario en in elke modelknoop meer dan 100 waarden voor het maximale waterpeil en het maximale debiet, waarop een empirische frequentie analyse kan worden uitgevoerd. In onderstaande worden de resultaten van de frequentie analyses besproken voor de waterpeilen in knoop OULA29, gelegen aan de opwaartse rand van de projectzone. Er werd voor elk klimaatscenario (en voor S0 voor het huidige klimaat) een aparte analyse uitgevoerd. De resultaten worden grafisch weergegeven in Figuur 3-3. De overeenkomstige peilen staan in Tabel 3-2. De peilen worden weergegeven in functie van de empirische terugkeerperiode.



Figuur 3-3: Resultaten frequentieanalyses voor knoop OULA29, maximale waterpeilen.

Tabel 3-2: Resultaten frequentieanalyses voor knoop OULA29, maximale waterpeilen (in mTAW).

	terugkeerperiode [jaar]					
scenario	2	5	10	25	50	100
S0_noCC	3.22	3.25	3.27	3.32	3.38	3.82
S3_noCC	3.22	3.25	3.28	3.31	3.37	3.82
S3_ICC	3.18	3.21	3.22	3.27	3.44	4.31
S3_mCC	3.21	3.24	3.27	3.43	3.50	4.31
S3_hCCw	3.26	3.31	3.33	3.53	3.63	4.30
S3_hCCz	3.38	3.56	3.68	4.13	4.33	4.35

Uit een analyse van deze resultaten volgt:

- De geplande toestand (S3) en de huidige toestand geven nagenoeg dezelfde maximale waterpeilen in het projectgebied (voor het huidige klimaat, noCC). De waterpeilen wordt hier nagenoeg volledig bepaald door opstuwings van afwaarts en deze worden slechts weinig beïnvloed door de inrichting van het gebied zelf.
- Voor elk van de klimaatscenario's, behalve voor hoge scenario zomer (hCCz), lijkt het event dat het hoogste waterpeil veroorzaakt in het projectgebied een outlier binnen de reeks van 100 jaar. Dit event krijgt in de resultaten een maximale empirische terugkeerperiode van 100 jaar. Het is echter waarschijnlijk dat de werkelijke terugkeerperiode van dit event hoger ligt. Opvallend is ook dat het waterpeil horende bij het grootste event voor alle klimaatscenario's (behalve het huidige klimaat) ongeveer even groot is.

- Het lage klimaatscenario (ICC) geeft t.o.v. het huidige klimaat lagere waterpeilen bij kleine en middelgrote terugkeerperiodes en grotere waterpeilen bij grotere terugkeerperiodes (vanaf 50 jaar). Een gelijkaardige conclusie kan worden getrokken voor het midden scenario, alleen ligt de overgang hier bij een terugkeerperiode van ongeveer 10 jaar. De hoge scenario's, zowel winter en zeker zomer, geven voor alle terugkeerperiodes (van 2 tot 100 jaar) hogere waterpeilen.
- Rekening houdend met de hoogteligging van de dorpels (4.3 mTAW) en het omliggende terrein (4.2 mTAW), kan worden geconcludeerd dat er geen water in de nieuwe huizen zal komen tot een terugkeerperiode van 100 jaar zelfs in de meest extreme klimaatscenario's. Bij een terugkeerperiode van 100 jaar kan er wel water in de tuinen en op de weg staan en in geval van de worst case veronderstelling hCCz vanaf een terugkeerperiode van 50 jaar.
- Bij bovenstaande dient echter te worden vermeld dat in het model een aantal conservatieve aannames werden gemaakt (afvoercoëfficiënt riolering 1.0, geen aftopping in de riolering door water op straat in de opwaartse gebieden, ...). De hier berekende resultaten gelden dus als absolute bovengrens en zullen zich in de praktijk waarschijnlijk nooit voordoen.

4. CONCLUSIE

Als algemene conclusie kan dus worden gesteld dat de maximale waterpeilen in het projectgebied onder de dorpels van de nieuwe huizen zal blijven zelfs bij een terugkeerperiode van 100 jaar en rekening houdende met de meest extreme klimaatwijziging. Water op de straat is zeer uitzonderlijk wel mogelijk.

5. REFERENTIES

IMDC, 2015. Watertoets woonreservegebied Ekeren. I/RA/11415/12.138/BPA, versie 3.0.
Studie uitgevoerd in opdracht van Vooruitzicht.

Conclusies studie Klimaatsadaptatie door Griet Lambrechts, projectleider klimaatadaptatie van stad Antwerpen

Klimaatadaptatie in Antwerpen.

De stad Antwerpen sloot zich in 2014 aan bij de Europees initiatief '*Mayors Adapt*'. Daarmee verbond het stadsbestuur zich tot het opmaken van een stedelijke klimaatadaptatiestrategie en tot het nemen van de nodige maatregelen om zich voor te bereiden op de effecten van de klimaatverandering in alle belangrijke ontwikkelingsprojecten. De krijtlijnen van de adaptatiestrategie zijn ondertussen opgenomen in het geactualiseerd Antwerps Klimaatplan 2015-2020.

Waarom moeten we ons verwachten ?

In het kader van de opmaak van deze stedelijke adaptatiestrategie werden een reeks studies gelanceerd om de impact van de klimaatverandering en de gevolgen van de klimaatverandering voor de stad beter te kunnen inschatten. Algemeen is geweten dat steden veel kwetsbaarder zijn dan landelijk gebied, omwille van o.a. het weinig groen, de hoge bouwdichtheid, de vele infrastructuur en de hoge bevolkingsdichtheid. De eerste resultaten van de studies tonen aan dat de uitdagingen die de stad Antwerpen te wachten staan zeer verscheiden zijn. Zo verwachten we een forse toename van aantal 'hittedolfdagen' per jaar in de stad. Dit omwille van een combinatie temperatuurstijging en het zogenaamd lokaal temperatuur klimaat of 'stedelijk hitte-eilandeffect'. De studies over de lokale klimaat verwachtingen wijzen ook uit dat het gemiddeld in Antwerpen per jaar minder zal regenen, zeker in de zomermaanden. Maar dat als het regent, het heviger zal regenen. De intensiteit van de stortregens en zeker de zomeronweders zal in de toekomst nog stijgen. Daardoor komt het rioolstelsel sterk onder druk te staan, en kunnen er meer plaatselijke overstromingen in wijken en straten ontstaan. Dit kan ook een impact hebben op lokale waterlopen, die tijdelijk meer of meer geregeld buiten hun oevers kunnen treden. Hoewel de gemiddelde afname van neerslag in het jaar, ook stelselmatig zal leiden tot lagere waterpeilen in rivieren, kanalen, meren,... en een verdroging van de grondwatertafel. Tenslotte is ook al langer gekend dat de zeespiegelstijging en stormopzet vanuit zee kan leiden tot Schelde-overstromingen. Maar hiervoor zijn we dankzij de uitrol van het Sigma-plan steeds beter voor gewapend.

Lokale klimaatmodellen

De KU Leuven, departement Hydraulica o.l.v. Prof. Patrick Willems, maakte recentelijk een set van lokale klimaatmodellen op in opdracht van de stad Antwerpen. Deze gaan uit van de allerlaatste internationaal aanvaarde klimaatscenario's van het IPCC rapport. De set omvat zowel lage als hoge scenario's van mondiale CO₂-uitstoot. De lage scenario's gaan uit van grotere inspanningen om de CO₂-uitstoot te reduceren, dan deze onlangs onderhandeld in Parijs. De midden en hoge scenario's gaan uit van respectievelijk wereldwijde CO₂-mitigatie en een 'business-as-usual' scenario, waarbij de huidige tendens van CO₂-uitstoot wordt aangehouden. De klimaatmodellen werden opgemaakt voor het huidig klimaat, en voor de prognoses in 2030, 2050 en 2100.

Klimaatimpactstudie op het project in Hoekakker

Omwille van de watergevoelige context en de schaal en belangrijkheid van de ontwikkeling, werd het

project Hoekakker gekozen als één van de eerste toepassingsprojecten van deze lokale klimaatscenario's. Het doel van de stad en de ontwikkelaar is om een zo 'klimaat-robuust' mogelijk ontwerp uit te werken en het ambitieniveau, waar mogelijk, hoger te stellen dan de gangbare praktijk en regelgeving inzake waterloopbeheer en riooluitbouw. Het project maximaliseert daarom de hemelwaterbuffering op eigen terrein. Een gespecialiseerd studie bureau in opdracht van de ontwikkelaar testte het huidige ontwerp aan de hand van de verschillende klimaatscenario's. Zo werd er gekeken wat de overstromingsgevoeligheid is bij buien die statisch gezien om de 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar voorkomen. Vervolgens werd er gekeken wat er gebeurt bij deze buien in een laag, midden en hoog klimaatscenario in het jaar 2100. Er werd meteen van 2100 uitgegaan, gezien we bij een ontwikkeling 'toekomst-robuste' infrastructuur en inrichting willen voorzien. Bij het laag klimaatscenario zullen de intensiteit van deze 'statistische buien' nauwelijks verschillen met deze vandaag de dag. In midden, en zeker het hoge klimaatscenario, stijgt de intensiteit van deze buien aanzienlijk. Dit betekent dat er bij een 100-jaarlijkse bui vandaag minder regen per minuut valt dan wordt voorspeld bij een bui met dezelfde statische terugkeerperiode in 2100. Gezien het gebied rond Hoekakker vandaag te kampen heeft met een combinatie van overstromingsdruk zowel vanuit de lokale waterlopen (Laarse Beek, Donkse Beek,...) als vanuit riolen, werd voor het hoog klimaatscenario zowel een hoog 'winterscenario' als een hoog 'zomerscenario' getest. In de winter komt langdurige regenval namelijk meer voor, waardoor de waterlopen makkelijker uit hun oevers treden. De zomer onweders, daarentegen, geven korte krachtige buien die een groter probleem vormen voor riolen.

Bouwen aan een klimaat-robust Hoekakker.

Voor alle klimaatscenario's en soorten buien werd het tijdelijk maximaal waterpeil in de nieuwe wijk en omgeving onderzocht. Blijkt dat uit het worst-case scenario, zijnde de 100-jaarlijkse bui in een 'hoog zomer klimaatscenario', het hemelwater in het project dat nu op tafel ligt, volledig wordt opgevangen in de centrale waterberging. Het waterpeil zou maximaal tot onder de dorpels van de nieuwe woningen reiken. Dit betekent dat het ontwerp en de infrastructuur die wordt voorzien al erg bestand is tegen de klimaatverandering, meer dan men vandaag de dag via regelgeving verwacht bij ontwikkelingen. Echter, men kan zich nooit volledig wapenen tegen overstromingsgevaar. Ten eerste zijn klimaatmodellen maar simulaties met de nodige wetenschappelijke onzekerheden. Ten tweede, is het steeds mogelijk dat de stad in de nabije of verre toekomst te kampen krijgt met nog intensere buien, zoals 200 of zelfs 1000 jaarlijkse buien. Deze komen statisch gemiddeld zelden voor, maar kunnen ook morgen de stad treffen. Hiervan hebben we onlangs nog voorbeelden gezien in Zuid-Frankrijk. Een stadsproject moet daarom **flexibel en adaptief** worden opgebouwd. Men moet buiten de veiligheidsniveaus ook kijken wat er gebeurt indien het water toch hoger reikt dan verwacht. De meest kwetsbare zones zijn dan ondergrondse berging en parkings, waarbij 'slimme of tijdelijke maatregelen' kunnen worden genomen zoals het inplannen van technische installaties op hoger niveau of het beveiligen van kelders en ondergrondse parking via dorpels of schoten. Verder kan een ontwerp, en zeker een landschapsonwerp, flexibel bedacht zijn om aangepast te worden in de tijd. Belangrijk is vooral dat men nu geen harde en dure infrastructuur aanlegt die latere aanpassingen onmogelijk of exuberant duur maken. Daarom is een bovengrondse en groene waterberging te verkiezen boven ondergrondse reservoirs of buffers. Wadi's en overstromingsgebieden, zoals het geval bij Hoekakker, kunnen bijvoorbeeld naderhand worden verdiept. Bovendien hebben deze een goede invloed op alle effecten van de klimaatverandering. Groen en water biedt verkoeling tegen de hittestress in de zomermaanden. Overstromingsgebieden bevorderen de waterinfiltratie en vullen op

natuurlijke manier de grondwatertafel aan in droge periodes. Tenslotte bieden waterrijke milieus de ideale condities voor het versterken van de lokale biodiversiteit in de stad, die tevens omwille van de klimaatverandering onder druk komt te staan.

Nota

Datum: 03/05/16
Aan: Vooruitzicht
Auteur: JWA
Nazicht: RVL
Documentref: I/NO/11436/16.180/JWA

Betreft : Titel

Inhoudstafel

1. WERKWIJZE	2
2. BEREKENING GEMIDDELDE HOOGSTE GRONDWATERSTAND	3
3. KARTERING GRONDWATERSTANDEN	5
4. BESCHIKBAAR BUFFERVOLUME	6

1. WERKWIJZE

De startbeslissing voor het gebied stelt dat er geen afname mag zijn van het buffervolume en dat deze afname, bij ontwikkeling, dient te worden gecompenseerd. Eerder werd met een oppervlaktewatermodel uitgerekend dat hiervoor een waterbuffer moet worden voorzien langsheen de Oudelandse beek van minimaal 12 000 m³ (zie ook rapport I/RA/11415/12.138/BPA). Later werd besloten om een overcapaciteit te voorzien en het buffervolume op te trekken tot 40 000 m³. Deze overcapaciteit wordt onder andere gebruikt als reserve ten behoeve van de klimaatadaptatie.

Om dit volume te realiseren onder het maximaal waterpeil van 4 mTAW, dienen afgravingen te worden uitgevoerd.

Vergraving tot onder de grondwatertafel kan aanleiding geven tot verstoring van de grondwaterstromingen en verhoogde drainage van het omliggende grondwater. Daarom wordt deze bij voorkeur uitgevoerd boven de winterse grondwatertafel.

Om zich een beeld te vormen van de grondwaterstandsevolutie in het gebied worden sedert 2012 door de stad Antwerpen de grondwaterstanden opgevolgd in 9 peilbuizen. In een eerste periode werden maandelijks metingen uitgevoerd (door de stad Antwerpen), sinds juni 2015 worden 2-wekelijkse metingen uitgevoerd (gezamenlijke metingen door de stad en IMDC).

De tijdreeks van de gemeten grondwaterstanden bestrijkt een periode van grootteorde 2 jaar. Aangezien grondwaterstanden worden beïnvloed door de sterk wijzigende meteorologische condities, wordt voorgesteld deze meetreeksen in een ruimer tijds kader te plaatsen om op die manier de nauwkeurigheid van de resultaten nog te vergroten.

Om de gemeten grondwaterstanden in een ruimer tijds kader te plaatsen wordt in sectie 0 een tijdreeks van grondwaterstanden berekend over een langere periode. Er wordt eerst een relatie gezocht tussen de meteorologische condities en de grondwatermetingen, vervolgens wordt aan de hand van deze responsrelatie een tijdsreeks van grondwaterstanden berekend van de voorbije 10 jaar. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de Menyanthes software. De gemiddelde grondwaterstandsfluctuatie wordt doorgaans berekend over een periode van 8 jaar. Gemiddelde hoogste (GHG) en laagste grondwaterstand (GLG) worden berekend door ieder jaar het gemiddelde te nemen van de 3 hoogste/laagste grondwaterstanden en deze uit te middelen over een periode van minimaal 8 jaar. Voor deze tijdreeks wordt de GHG berekend in de meetpunten.

Vervolgens wordt in sectie 0 een gebiedsdekkende kartering van de grondwaterstanden uitgevoerd door ruimtelijke interpolatie. Ten slotte wordt in sectie 4 het nuttige buffervolume berekend.

2. BEREKENING GEMIDDELTE HOOGSTE GRONDWATERSTAND

Een analyse van de grondwatermeetreeksen in relatie met de sturende invloeden wordt uitgevoerd met behulp van de Menyanthes software¹. De klimatologische gegevens neerslag en evapotranspiratie worden ingegeven als sturende variabele.

Als neerslagtijdreeks voor de afijking van de gemeten grondwaterstanden als de simulatie van de langdurige tijdreeks worden de geregistreerde waarden van het neerslagstation te Kapellen (VMM meetstation P_ALMC_KP01) gebruikt (www.waterinfo.be). Voor dit meetstation zijn waarden beschikbaar vanaf 20/04/2010. Voor de simulatie van de langdurige tijdreeks worden de waarden van voor 2010 aangevuld met de gegevens van het VMM meetstation te Herentals (VMM meetstation P10_011).

De evaporatietijdreeks wordt berekend uit de geregistreerde meteorologische condities van het meetstation te Herentals (www.waterinfo.be).

De resultaten van de kalibratie van de meetreeksen en simulatie van de langdurige tijdreeks van de grondwaterstanden worden weergegeven onder de vorm van tijdreeksen in Bijlage A, en de resulterende grondwaterdynamiek in Tabel 2-1.

Met uitzondering van de meetreeksen van peilbuizen HK04 (geen volledige jaarcyclus bemeten) en PB144 (te beperkt aantal metingen) wordt een voldoende relatie tussen meteorologische condities en grondwaterstandswaarnemingen gevonden.

De dynamiek van de tijdreeks van gemeten grondwaterstanden wordt vergeleken met de tijdreeks van de tienjarige simulatie op basis van de gemiddelde laagste (GLG), de jaargemiddelde (GJG) en gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG):

- Berekenende gemiddelden van de meetreeksen worden weergegeven in kolommen 2-3-4
- Berekenende gemiddelden waarden van de simulaties in kolommen 6-7-8.
- Het verschil tussen beiden wordt weergegeven in kolommen 9-10-11

De verschillen tussen de gemiddelde waarden van beiden reeksen bedragen maximaal 16 cm voor GLG, 5 cm voor GJG en 7 cm voor de GHG. Gemiddeld over de beschouwde peilbuizen bedraagt het verschil voor achtereenvolgens GLG, GJG en GHG 3, 1 en 3 cm.

Men kan hieruit concluderen dat de hogere grondwaterstanden tijdens de meetperiode het gevolg zijn van een winter met gemiddelde klimatologische omstandigheden.

Relatief t.o.v. de maaiveldhoogte ligt de grondwaterstand GHG minstens 50 cm onder maaiveld (kolom 5) met een gemiddelde van 76 cm onder maaiveld.

¹ Menyanthes, uitgegeven door KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein, Nederland) (cfr. <http://www.kwrwater.nl/Menyanthes>).

Tabel 2-1: Gemeten en berekende grondwaterdynamiek

PB	Maaiveld [mTAW]	Waarnemingen meetcampagne				Simulatie Menyanthes 01/04/2006 - 01/04/2016			Verskil meting- simulatie [m]		
Kolom >	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
NAME	SURF LEV	GLG [mTAW]	GJG [mTAW]	GHG [mTAW]	Grondwaterdiepte GHG [m-mv]	GLG [mTAW]	GJG [mTAW]	GHG [mTAW]	GLG [m]	GJG [m]	GHG [m]
HK01_1	4.56	3.11	3.38	3.63	0.9	3.20	3.39	3.57	-0.09	-0.01	0.06
HK02_1	4.04	2.99	3.29	3.53	0.5	3.06	3.31	3.51	-0.07	-0.02	0.02
HK03_1	4.06	2.73	2.85	2.95	1.1	2.73	2.84	2.94	0.00	0.01	0.01
HK05_1	3.74	2.39	2.89	3.27	0.5	2.55	2.93	3.23	-0.16	-0.04	0.04
HK06_1	4.06	2.43	2.71	2.93	1.1	2.49	2.72	2.92	-0.06	-0.01	0.01
PB141_1	3.68	2.74	2.99	3.20	0.5	2.74	2.94	3.13	0.00	0.05	0.07
PB142_1	3.55	2.54	2.75	2.92	0.6	2.48	2.71	2.90	0.06	0.04	0.02
PB143_1	4.16	2.76	3.08	3.35	0.8	2.69	3.04	3.35	0.07	0.04	0.00
PB144_1	4.08	2.87	3.42	4.08							
Gemiddeld					0.76				-0.03	0.01	0.03

3. KARTERING GRONDWATERSTANDEN

Om de puntmetingen van de grondwaterstanden gebiedsdekkend te karteren op basis van de beschikbare peilbuislocaties wordt gebruik gemaakt van lineaire interpolatie van hulp iso-contourlijnen. Deze worden getekend aan de hand van de puntmetingen en het hoogtemodel. In onderstaande Figuur 3-1: worden de hulplijnen weergegeven met bijhorende waarde van de GHG.

Het resultaat van de lineaire interpolatie van de hulplijnen wordt weergegeven in Bijlage B onder de vorm van de stijghoogtekaart (Figuur Bijlage B-1: Grondwaterstand GHG [mTAW]) en de diepte onder maaiveld (Figuur Bijlage B-2: Grondwaterdieptekaart GHG [m-mv]).

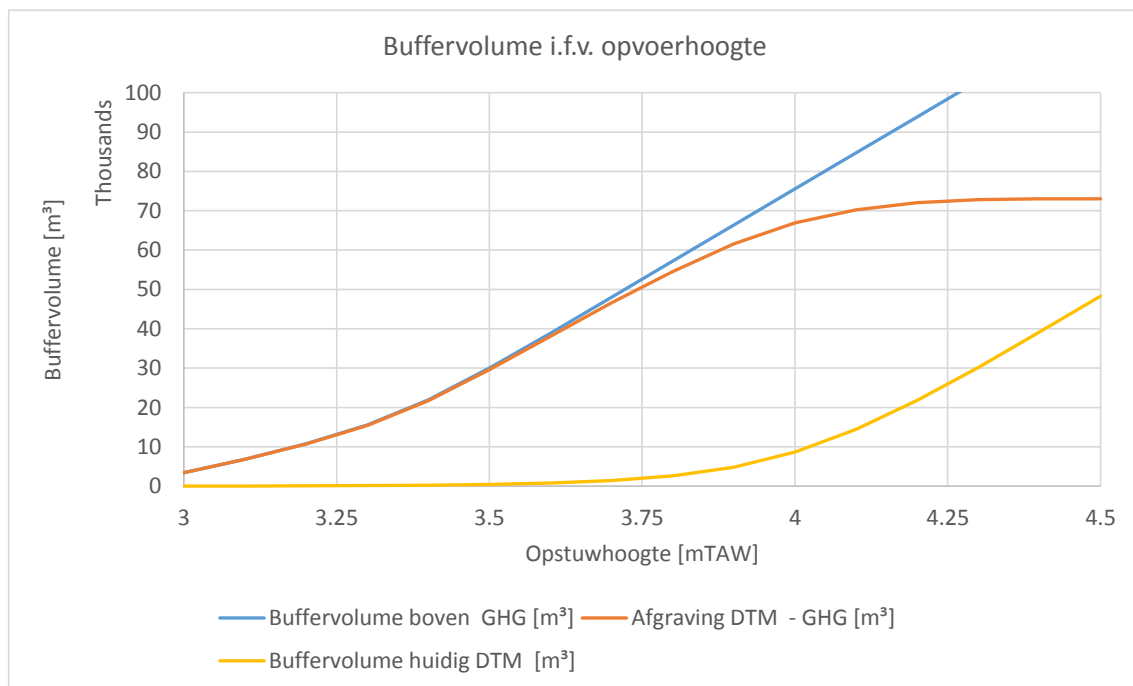


Figuur 3-1: Hulplijnen GHG voor interpolatie

4. BESCHIKBAAR BUFFERVOLUME

Het maximaal beschikbaar buffervolume wordt berekend als de komberging boven het grondwaterpeil GHG. De berekening wordt uitgevoerd voor het beschikbare groengebied met oppervlakte van 9.2 ha en wordt voorgesteld in Figuur 4-1. Hierin wordt de komberging van het huidige maaiveld (gele lijn), de komberging boven GHG (blauwe lijn) en het verschil tussen beide vlakken (oranje lijn) weergegeven. Het verschil tussen beiden vlakken komt overeen met het (maximaal) te ontgraven volume tot het grondwater.

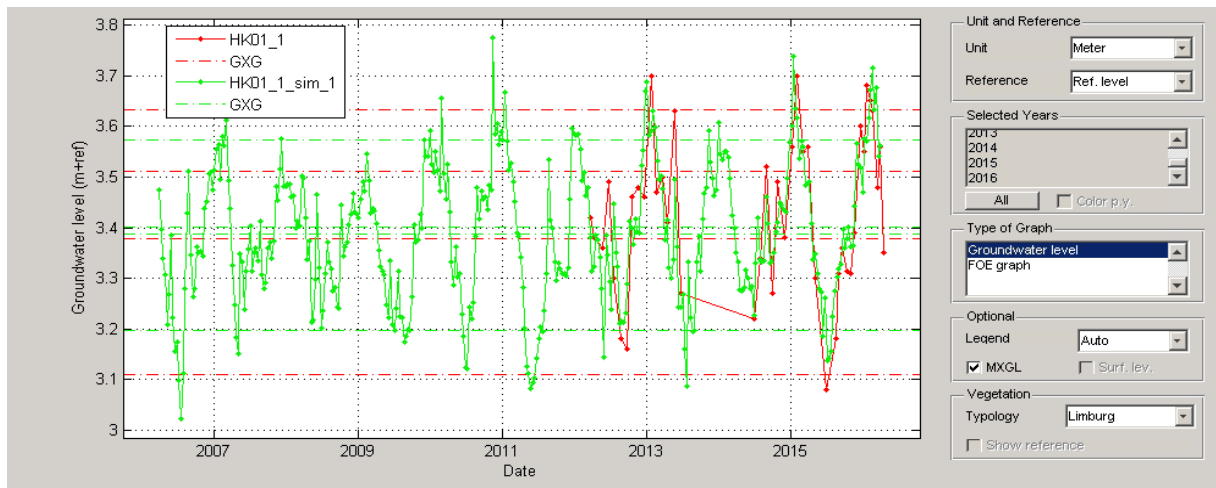
Binnen de contour van het groengebied bedraagt de buffercapaciteit tot de opstuwhoogte van 4.0 mTAW 10.000 m³. Na uitgraving tot het grondwaterniveau wordt de capaciteit verhoogd tot 75.000 m³ of een verhoging van 65.000 m³. De extra buffercapaciteit wordt volledig uitgegraven. Voor het groengebied met oppervlakte van ca. 9.2 ha komt de extra buffercapaciteit van 65.000 m³ overeen met een gemiddelde ontgravingsdiepte van 70 cm, overeenkomstig de tijdens de meetcampagne gemeten gemiddelde grondwaterdiepte.



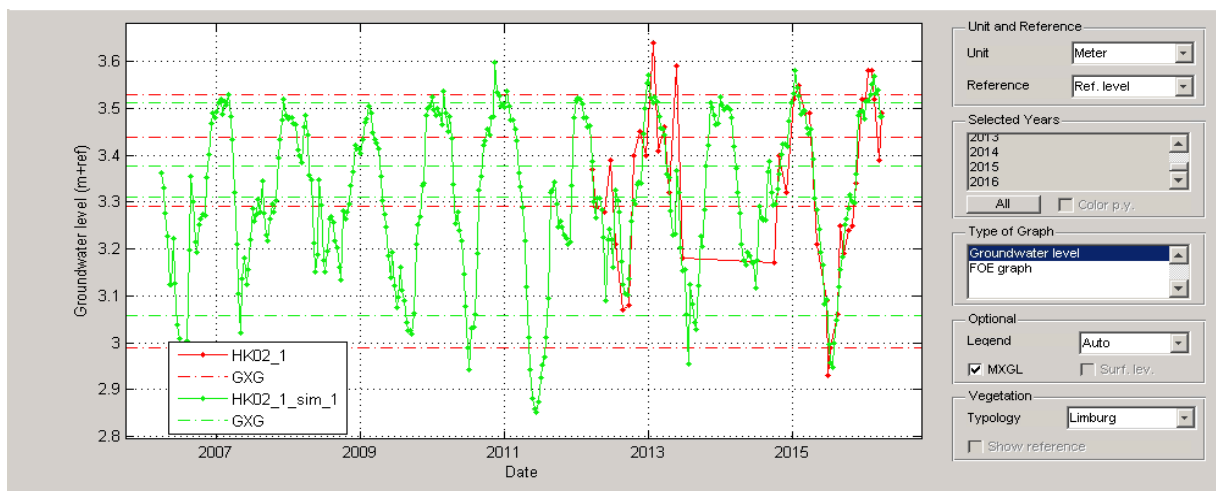
Figuur 4-1: Relatie buffervolume i.f.v. opstuwhoogte

Als conclusie kan worden gesteld dat het volume dat beschikbaar is boven het grondwaterpeil horende bij GHG groter is dan het nodige volume. De inrichting van de waterbuffer ter berging van oppervlaktewater kan dus gebeuren zonder negatieve effecten op het grondwater. Verdere optimalisatie is bovendien mogelijk, aangezien blijkt dat niet het volledige volume moet worden afgegraven.

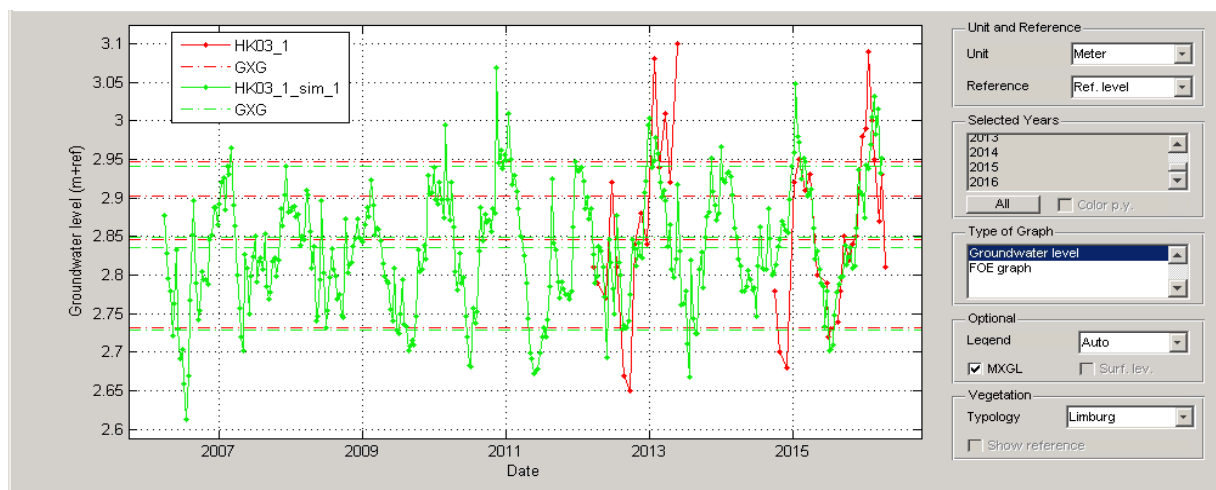
Bijlage A Tijdreeksen gemeten grondwaterstanden & simulatie 206- 2016



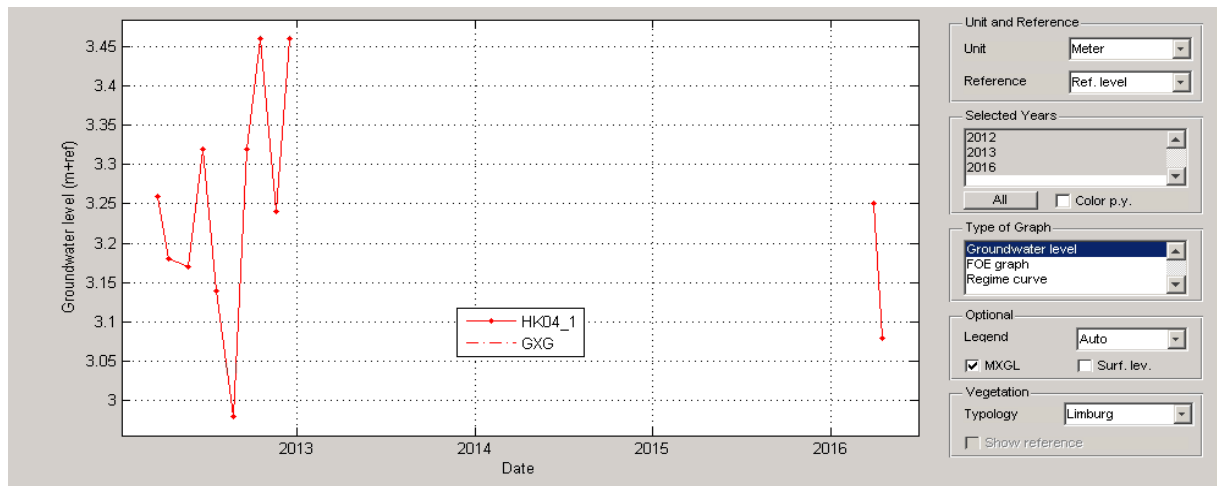
Figuur Bijlage A-1: Peilpunt HK01, gemeten (rood) en gesimuleerde grondwaterstand 4/2006 4/2016 (groen)



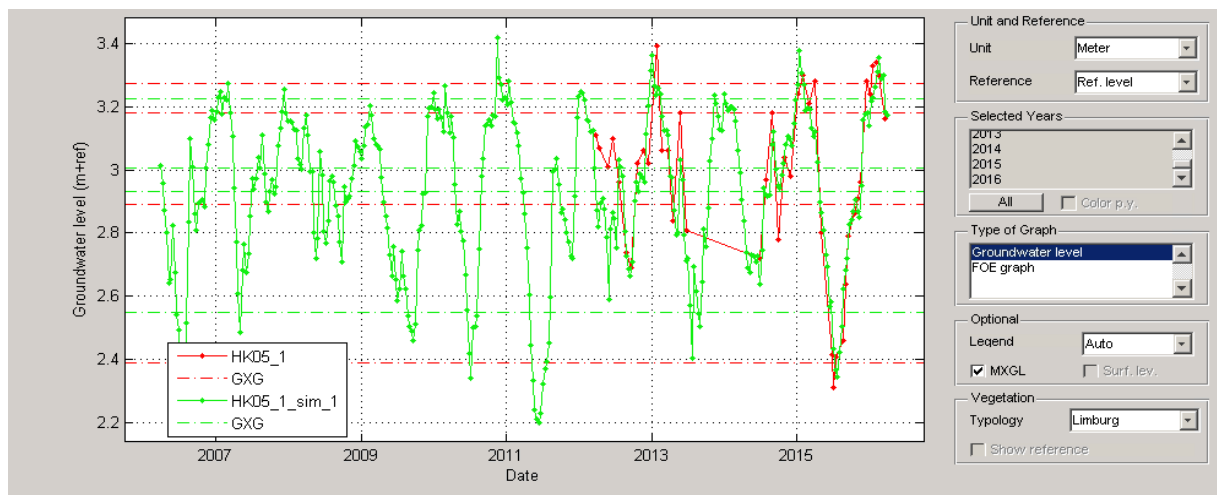
Figuur Bijlage A-2: Peilpunt HK02, gemeten (rood) en gesimuleerde grondwaterstand 4/2006 4/2016 (groen)



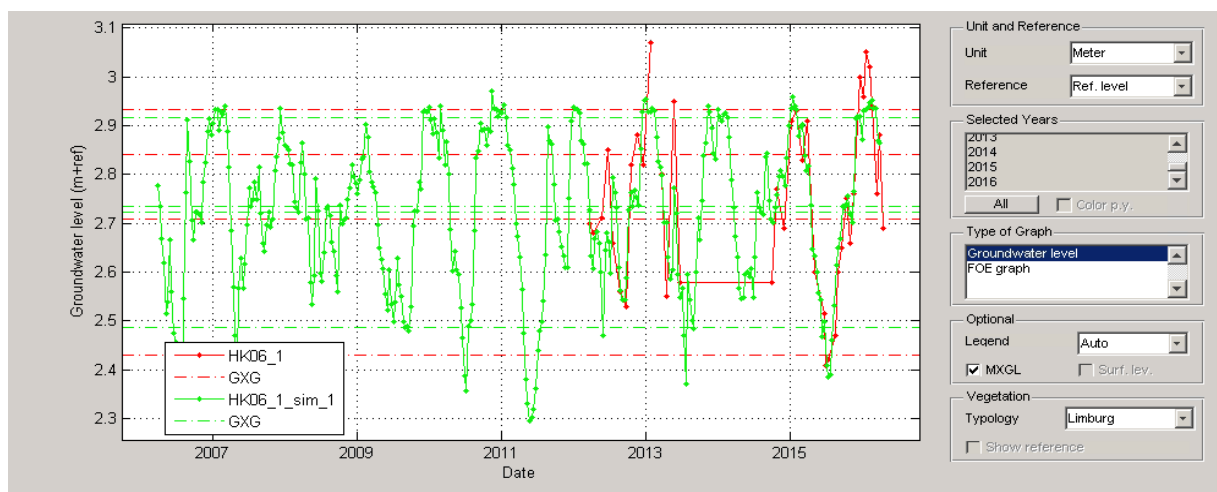
Figuur Bijlage A-3: Peilpunt HK03, gemeten (rood) en gesimuleerde grondwaterstand 4/2006 4/2016 (groen)



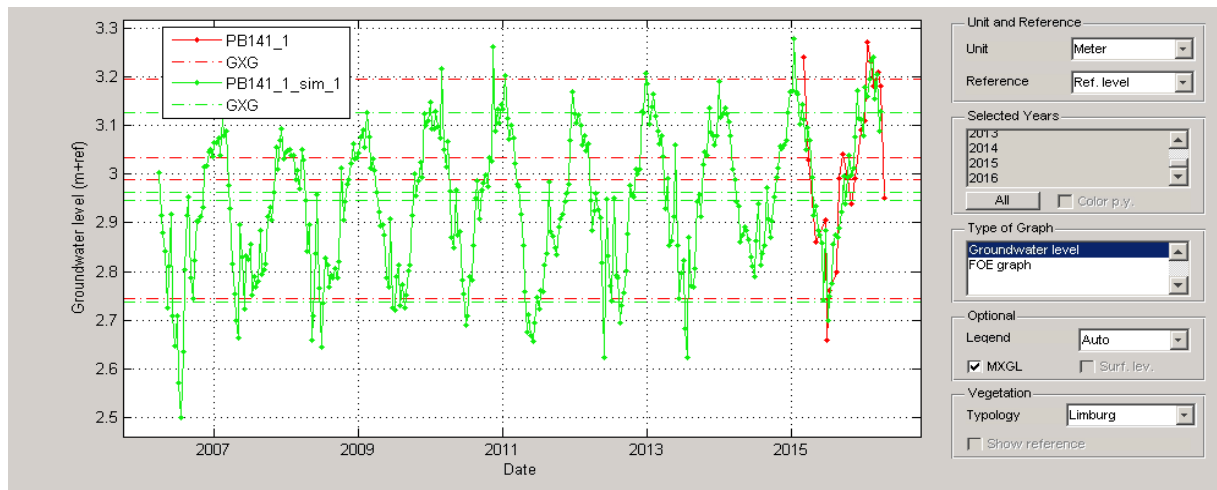
Figuur Bijlage A-4: Peilpunt HK04, gemeten (rood) en gesimuleerde grondwaterstand 4/2006 4/2016 (groen)



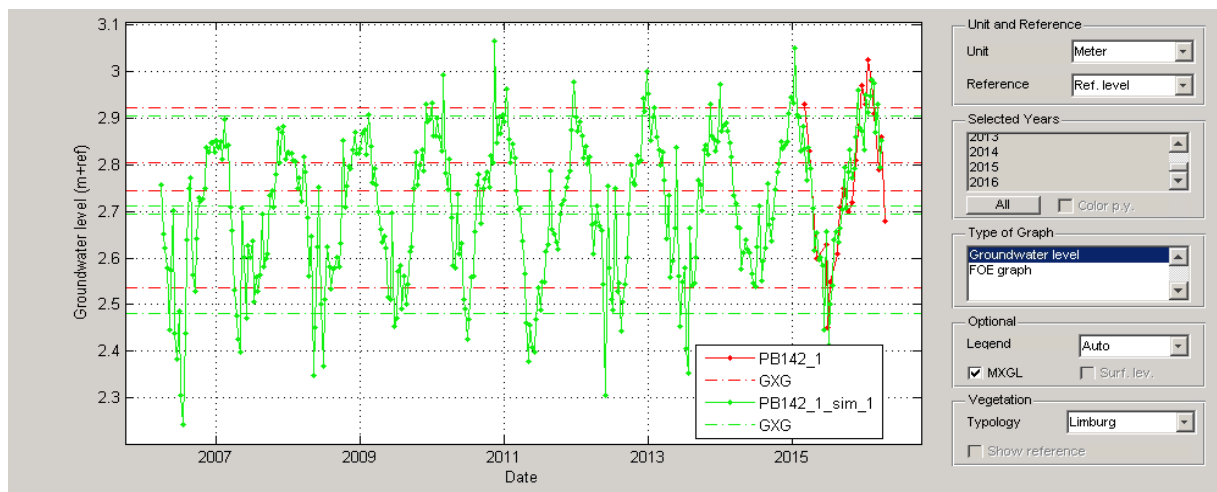
Figuur Bijlage A-5: Peilpunt HK05, gemeten (rood) en gesimuleerde grondwaterstand 4/2006 4/2016 (groen)



Figuur Bijlage A-6: Peilpunt HK06, gemeten (rood) en gesimuleerde grondwaterstand 4/2006 4/2016 (groen)



Figuur Bijlage A-7: Peilpunt PB141, gemeten (rood) en gesimuleerde grondwaterstand 4/2006 4/2016 (groen)

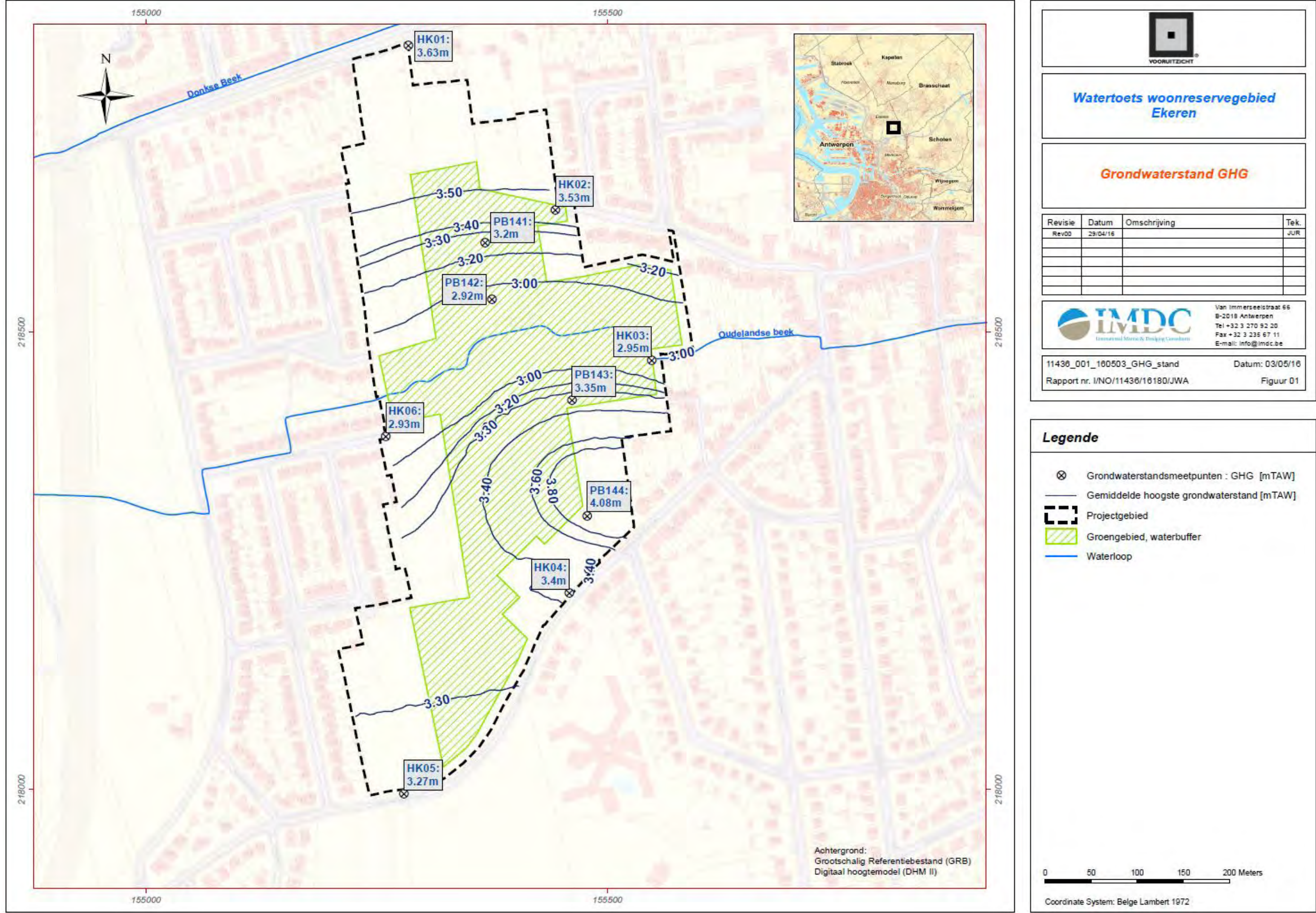


Figuur Bijlage A-8: Peilpunt PB142, gemeten (rood) en gesimuleerde grondwaterstand 4/2006 4/2016 (groen)

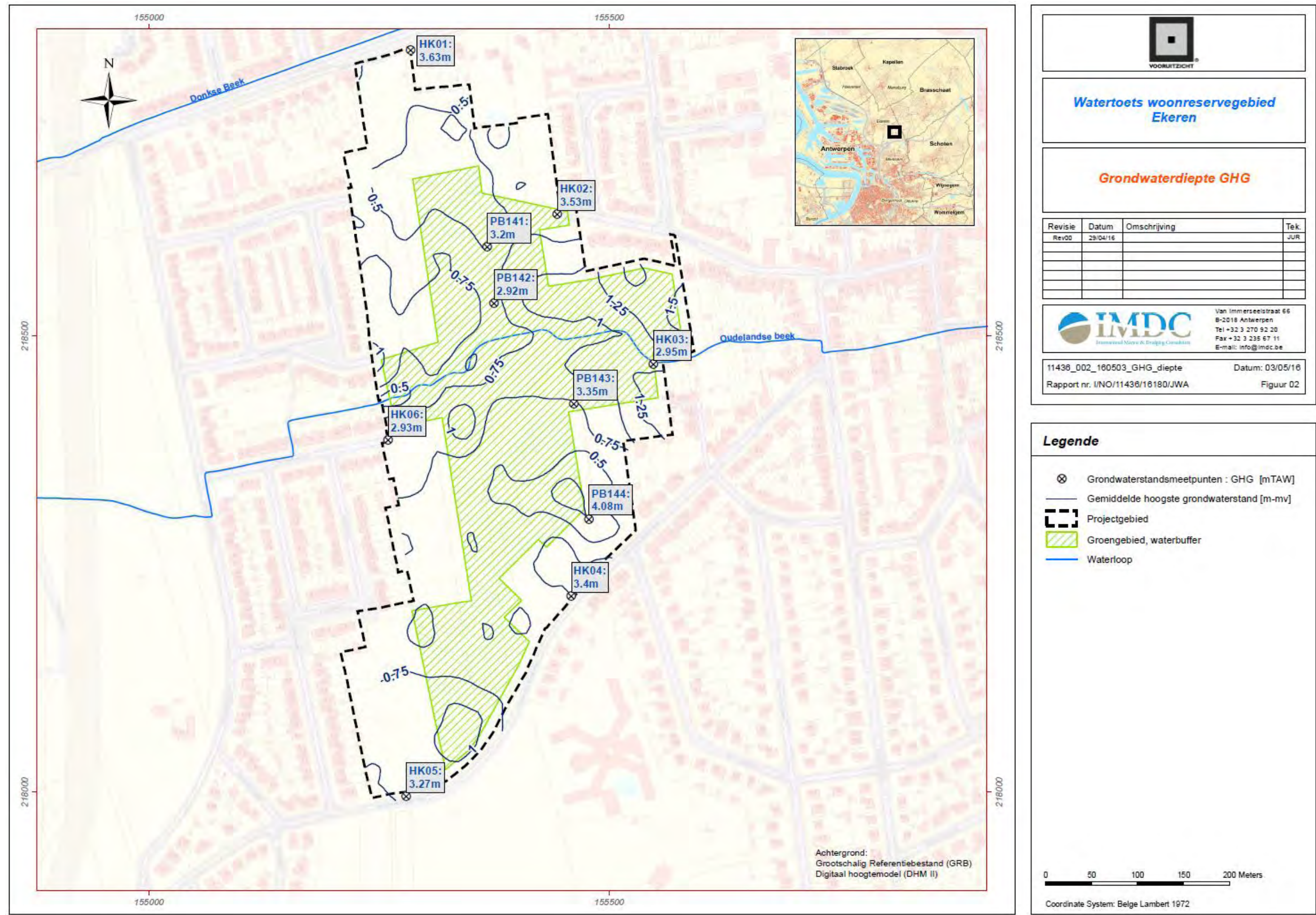


Figuur Bijlage A-9: Peilpunt PB143, gemeten (rood) en gesimuleerde grondwaterstand 4/2006 4/2016 (groen)

Bijlage B Resultaten Kartering grondwaterstanden



Figuur Bijlage B-1: Grondwaterstand GHG [mTAW]



Figuur Bijlage B-2: Grondwaterdieptekaart GHG [m-mv]