



RESOURCE
ANALYSIS

IMDC



Alkyon
Hydraulic Consultancy & Research

INTERNATIONAAL MILIEUEFFECTRAPPORT OVER STRUCTURELE MAATREGELEN VOOR HET DUURZAAM BEHOUD EN DE UITBREIDING VAN HET ZWIN ALS NATUURLIJK INTERGETIJDENGEBIED

BESLUIT-MER/PLAN-MER NEDERLAND

GEACTUALISEERDE VERSIE TEN BEHOEVE VAN HET RIJKSINPASSINGSPLAN

TECHNISCH DEELRAPPORT WATER

Opdrachtgever: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Nederland) en namens deze het Uitvoerend Secretariaat van de Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie (VNSC) onder projectbegeleiding van het Ministerie van Mobiliteit en Openbare Werken, Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust, afdeling Kust (Vlaanderen) en Provincie Zeeland (Nederland)

Documentnummer: 5158-503-046-11

Versie: 11

Datum: 30/01/2013

DOCUMENTINFORMATIE

Titel	Internationaal milieueffectrapport over structurele maatregelen voor het duurzaam behoud en de uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied
Subtitel	Technisch deelrapport Water
Titel kort	Internationaal MER Zwin – TD Water
Opdrachtgever	Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Nederland) en namens deze het Uitvoerend Secretariaat van de Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie (VNSC) onder projectbegeleiding van het Ministerie van Mobiliteit en Openbare Werken, Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust, afdeling Kust (Vlaanderen) en Provincie Zeeland (Nederland)
Documentnummer	5158-503-046-11

DOCUMENTGESCHIEDENIS (BOVENSTE RIJ IS HUIDIGE VERSIE)

Versie	Datum	Opmerkingen
11	30/01/2013	Definitief MER Nederland (derde actualisatie)_revisie_02
10	28/08/2012	Definitief MER Nederland (tweede actualisatie)_revisie_01
09	15/06/2010	Definitief MER Nederland (eerste actualisatie)
08	23/04/2010	Ontwerpversie Definitief MER Nederland
07	8/10/2008	Aangepaste eindversie dienst Mer
06	16/07/2008	Eindversie ingediend bij dienst Mer

DOCUMENTVERANTWOORDELIJKHEID

Auteur(s)	Koen Couderé, Chantal Martens, Koen Trouw, Ine Darras	Datum 30/01/2013	Handtekening
Document screener(s)	Katelijne Verhaegen	Datum 30/01/2013	Handtekening

BESTANDSINFORMATIE

Bestandsnaam	5158-503-046-11 MER NL Zwin deelrapport Water
Aanmaakdatum	06/11/2012
Laatste bewaring	30/01/2013
Afdrukdatum	30/01/2013

VOORWOORD

Structuur van het internationaal project-MER voor het Zwin en plaats van dit technisch deelrapport erin.

Voorliggend technisch deelrapport onderzoekt de impact van de verschillende alternatieven voor het duurzaam behoud en de uitbreiding van het Zwin op de discipline Water. Het maakt onderdeel uit van het internationaal MER over structurele maatregelen voor het duurzaam behoud en de uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied, dat verder bestaat uit een hoofdrapport met bijlagen en uit technische deelrapporten voor de andere disciplines.

Deze versie van het MER (augustus 2012) is een aanvulling op het reeds in december 2008 door Vlaanderen goedgekeurde MER. De actualisatie betreft een aanpassing aan de huidige Nederlandse wet- en regelgeving, aan de specifieke vereisten van de Nederlandse m.e.r.-procedure en aan de van toepassing zijnde vereisten voortkomend uit de Rijkscoördinatieregeling. Daarnaast zijn in de voorliggende versie van het MER nieuwe gegevens verwerkt van het geohydrologisch onderzoek en verziltingsonderzoek van de Universiteit van Gent (2009).

In het kader van het verfijnen en uitwerken van het inrichtingsplan is er een vervolg geohydrologisch onderzoek uitgevoerd (2011) en heeft tevens de Dienst Landelijk Gebied (DLG, NL) compenserende maatregelen voor het Nederlands grondgebied opgesteld op basis van de waterhuishoudkundige effecten (2012). Aangezien deze onderzoeken betrekking hebben op het inrichtingsplan worden de resultaten hiervan in het hoofdrapport besproken in hoofdstuk 12.

Op 13 januari 2009 heeft de Vlaamse Regering haar goedkeuring verleend aan de realisatie van de uitbreiding van het Zwin met 120 hectare netto estuariene natuur, zonder westelijke geulverlegging en zonder spuiwerking, door de landinwaartse verplaatsing van de zeeuerende Internationale dijk in de Willem-Leopoldpolder. Een deel van de Willem-Leopoldpolder zal daarmee worden ingericht als een getijdenonderhevig natuurgebied van zilte kreken en schorren. Dit voorkeursalternatief komt overeen met het alternatief 1A (met inbegrip van de milderende maatregelen geformuleerd in het MER).

Naar aanleiding van de besluitvorming in Vlaanderen, en op basis van het advies van de wettelijke adviseurs, hebben de Gedeputeerde Staten van de Provincie Zeeland op 21 april 2009 ingestemd met alternatief 1A als voorkeursalternatief. Het formele besluitvormingstraject in Nederland dient nog wel te worden doorlopen.

Het **hoofdrapport** bevat de volledige informatie die een MER moet bevatten, zij het voor wat betreft de disciplinespecifieke beschrijvingen in een samengevatte vorm. De effectbeoordeling van het uitgewerkte inrichtingsplan op basis van het voorkeursalternatief is voor alle disciplines opgenomen in hoofdstuk 12 van het hoofdrapport.

Uitgebreide informatie over met name de volgende onderwerpen is te vinden in het hoofdrapport:

- Algemene inlichtingen over de initiatiefnemer, het college van deskundigen en het juridisch kader van het MER
- Administratieve, juridische en beleidsmatige situering van het project
- Probleemstelling, nut en noodzaak van het project
- In beschouwing genomen alternatieven en varianten

- De bestaande toestand in het studiegebied, over de verschillende disciplines heen
- De aannames met betrekking tot gestuurde en autonome ontwikkeling
- De milieueffecten, over de verschillende disciplines heen
- Een vergelijking van de alternatieven en varianten op basis van hun milieu-impact voor de verschillende disciplines.

Elk van de technische deelrapporten is als volgt opgebouwd¹:

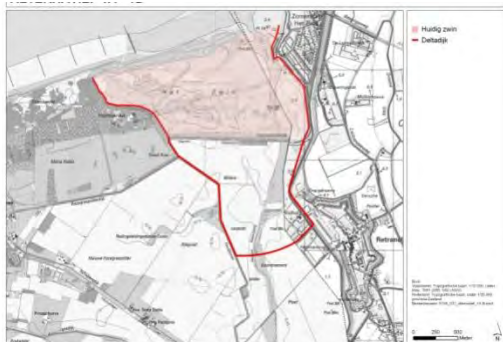
1. Hoofdstuk 1 beschrijft de afbakening van het studiegebied. De afbakening van het project- en studiegebied voor de discipline wordt hierin omschreven. Ook wordt aangegeven wat thematisch wel en wat niet tot de discipline behoort. Tenslotte worden disciplinespecifieke aannames en beperkingen samengevat.
2. Hoofdstuk 2 gaat in op het beoordelingskader. De bestudeerde oorzaak-effectrelaties en bijhorende beoordelingscriteria en toetsingskader worden opgesomd en toegelicht. Ook wordt kort aangegeven welke effecten zich theoretisch wel kunnen voordoen maar in het kader van de project-MER niet verder onderzocht worden, omdat ze weinig significant gevonden worden. Ook wordt een overzicht gegeven van de randvoorwaarden (uitsluitingscriteria) die gelden voor de discipline.
3. In Hoofdstuk 3 wordt aangegeven hoe de verschillende impacts bestudeerd zullen worden. Voor elk criterium wordt de onderzoeksmethode toegelicht.
4. In hoofdstuk 4 wordt de referentiesituatie beschreven, aan de hand van een beschrijving van de bestaande toestand en van de te verwachten autonome en beleidsgestuurde ontwikkelingen
5. In Hoofdstuk 5 worden de impacts van de alternatieven en varianten bepaald en beschreven. Per criterium worden de verschillende alternatieven en hun varianten met elkaar vergeleken.
6. In hoofdstuk 6 worden de bevindingen samengevat per alternatief en worden ook de varianten met elkaar vergeleken.
7. In Hoofdstuk 7 wordt aangegeven welke mitigerende maatregelen worden voorgesteld om de impacts van de ingrepen te verkleinen.
8. Hoofdstuk 8 beschrijft waar er nog leemten zijn in de kennis.
9. Tenslotte wordt in Hoofdstuk 9 een voorstel gedaan voor de monitoring van de effecten.

Doordat dit MER oorspronkelijk in 2008 was afgerond en goedgekeurd werd door de Vlaamse bevoegde overheid (Dienst Mer, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie), is het daarin gebruikte referentiejaar 2010 voor het beschrijven van de effecten van het uitgewerkte voorkeursalternatief niet meer correct. De huidige planning van het grensoverschrijdend project voor de uitbreiding van het Zwin is dat het project start in 2013 en afgerond zal zijn in 2015, waardoor het te hanteren referentiejaar wijzigt van 2010 naar 2015. Omdat de keuze voor het voorkeursalternatief reeds gemaakt is zal dit gewijzigd referentiejaar enkel bij de effectbeoordeling van het inrichtingsplan in hoofdstuk 12 van dit hoofdrapport worden toegepast.

¹ Kleine afwijkingen van deze algemene rapportstructuur kunnen voorkomen bij de technische deelrapporten. Elk van de rapporten bevat echter deze informatie.

Overzicht van de bestudeerde alternatieven en -varianten.

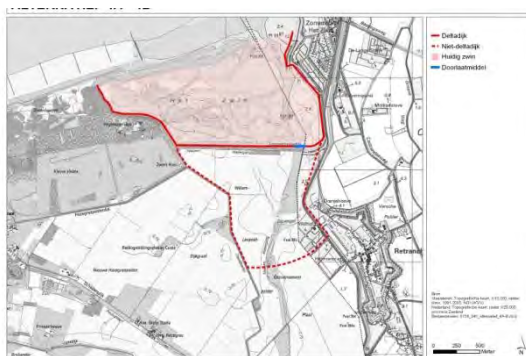
Volledigheidshalve wordt hieronder het overzicht van de verschillende bestudeerde alternatieven en -variant uit het hoofdrapport overgenomen.



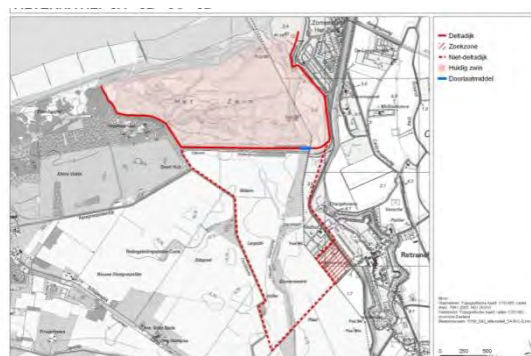
Alternatief 1A = uitbreiding door ca. 120 ha ontpoldering
Alternatief 1B = 1A + spuibekken 20 ha



Alternatief 2A = uitbreiding door ca. 180 ha ontpoldering
Alternatief 2B = 2A + spuibekken 20 ha
Alternatief 2C = 2A + zoekzone 8 ha
Alternatief 2D = 2A + spuibekken 20 ha + zoekzone 8 ha



Alternatief 4A = uitbreiding met ca. 120 ha gereduceerd
getijgebied (doorlaatmiddel)
Alternatief 4B = 4A + spuibekken 20 ha



Alternatief 5A = uitbreiding met ca. 180 ha gereduceerd
getijgebied (doorlaatmiddel)
Alternatief 5B = 5A + spuibekken 20 ha
Alternatief 5C = 5A + zoekzone 8 ha
Alternatief 5D = 5A + spuibekken 20 ha + zoekzone 8 ha

De volledige westelijke verlegging van de geul wordt als variant (bouwsteen) bestudeerd.



Basisalternatieven hebben steeds een beperkte
geulverlegging in de monding



Variant volledige westelijke geulverlegging

INHOUD

0.	Niet-Technische samenvatting	12
0.1	Wat wordt bestudeerd in de discipline Water?	12
0.2	De referentiesituatie	12
0.3	De effecten van het Zwinproject	13
0.4	Milderende en compenserende maatregelen	17
0.5	Besluit.....	18
1.	Afbakening van het studiebereik.....	20
1.1	Geografische afbakening: plan- en studiegebied.....	20
1.2	Inhoudelijke afbakening	20
1.3	Aannames en beperkingen.....	21
2.	Beoordelingskader.....	24
2.1	Bestudeerde oorzaak-effectrelaties	24
2.2	Beoordelingscriteria.....	25
2.3	Beoordelingskader	27
2.4	Effecten die geen deel uitmaken van het beoordelingskader	29
2.4.1	Overstromingsduur en waterhoogte	29
2.4.2	Waterstand.....	29
2.4.3	Debiet en stroomsnelheid door de monding	29
2.5	Randvoorwaarden	29
3.	Onderzoeksmethode.....	30
3.1	Methode voor het begroten van de primaire (gewenste) effecten	30
3.1.1	Bathymetrie	30
3.1.2	Randvoorwaarden	30
3.1.3	Inbrengen van geulen in het systeem.....	31
3.1.4	Modelomgeving.....	31
3.2	Methode voor de studie van de secundaire effecten	32
3.2.1	Invloed op de afwatering en het peil(beheer) van de polders.....	32
3.2.2	Verziltting van het grondwater.....	33
3.2.3	Invloed van de kwaliteit van het spuiwater op de waterkwaliteit in het Zwin	33
4.	Beschrijving van de referentiesituatie	34
4.1	Huidige toestand	34
4.1.1	Grondwater	34
4.1.2	Oppervlaktewater	39

4.2	Te verwachten ontwikkelingen.....	55
4.2.1	Autonome ontwikkelingen.....	55
4.2.2	Gestuurde ontwikkelingen.....	58
4.3	Referentiesituatie	60
5.	Beschrijving van de effecten.....	62
5.1	Effecten die geen deel uitmaken van het beoordelingskader	62
5.1.1	Overstromingsduur en waterstand	62
5.1.2	Debiet en stroomsnelheid door de monding	66
5.2	Wijziging in komberging.....	66
5.2.1	Alternatief 1A/1B	67
5.2.2	Alternatief 2C/2D	67
5.2.3	Alternatief 4A/4B	68
5.2.4	Alternatief 5C/5D	68
5.2.5	Synthese wijziging in komberging	68
5.3	Invloed op verzanding en aanslibbing van het Zwin	70
5.3.1	Aanpak en redeneerlijn.....	70
5.3.2	Import van sediment naar het Zwin	71
5.3.3	De ontwikkeling van het Zwin via twee processen	72
5.3.4	De uitbreiding van het Zwin en de stabiliteit van de monding.....	72
5.3.5	Het morfologische effect van doorlaatconstructies.....	73
5.3.6	Het morfologische effect van spuien	74
5.3.7	Het effect van een westelijke geulverlegging.....	75
5.3.8	De sedimentatie in het (uitgebreide) Zwin	76
5.3.9	Ontwikkeling van de arealen.....	78
5.3.10	De verwachte ontwikkeling in beeld	80
5.3.11	Vergelijking van de alternatieven –besluit	83
5.4	Invloed op de waterkwaliteit in het Zwin.....	87
5.5	Invloed op de verzilting van oppervlaktewater en grondwater.....	88
5.5.1	Beoordeling van de alternatieven.....	88
5.5.2	Resultaten grondwaterstudie	90
5.6	Invloed op de afwatering van de polders.....	107
5.7	Invloed op zeestroming	112
5.8	Evaluatie van de effecten	114
6.	Mitigerende maatregelen	118
6.1	Bevorderen van de positieve impact op de komberging	118
6.2	Invloed op verzanding en aanslibbing van het Zwin	118
6.3	Invloed op waterkwaliteit in het Zwin.....	119

6.4	Mitigeren van de verzilting van oppervlaktewater en grondwater	119
6.5	Bevorderen van de positieve invloed op de afwatering van de polders	121
6.6	Gevolgen voor de evaluatie van de alternatieven	122
7.	Leemten in kennis	123
8.	Monitoring en evaluatie	124
	Verklarende Woordenlijst	125
	Afkortingenlijst	126
	Referentielijst	127
Bijlage A	Analyseresultaten grondwaterkwaliteit meetpunt Cadzand	A-1
Bijlage B	Factsheet waterlichaam Cadzand	B-1
Bijlage C	Resultaten VMM meetpunten	C-1
Bijlage D	Meetgegevens chemische kwaliteit oppervlaktewater (Nederland)	D-1

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1-1: Maximaal studiegebied voor de discipline Water.....	22
Figuur 1-2: Feitelijk studiegebied voor de discipline Water.....	23
Figuur 3-1: Springtij te Cadzand, 27 maart 2005.....	30
Figuur 3-2: Blokfunctie spuidebiet met 55.56 m ³ /s gedurende 1 uur.....	31
Figuur 3-3: Voorbeeld van DHM van het toekomstige geulensstelsel (alternatief 3a).	31
Figuur 3-4: Bakkenmodel (<i>Bron: IMDC, 2006</i>)	32
Figuur 4-1: Verspreiding van het verzilt grondwater in Vlaanderen volgens de Grondwaterkwetsbaarheidskaart	36
Figuur 4-2: Verspreiding van het verzilt grondwater volgens de verziltingskaart van De Breuck (1974)	37
Figuur 4-3: Locatie van de grondwaterwinningen in het studiegebied (Vlaamse deel)	38
Figuur 4-4: Locatie van de grondwaterwinningen nabij het studiegebied (rode cirkel) op Nederlands grondgebied (Geoloket Provincie Zeeland, 2012).....	39
Figuur 4-5: Waterlichaam Cadzand	41
Figuur 4-6: Evolutie van de Prati-Index gedurende de periode 1990 – 2005.....	45
Figuur 4-7: Ligging van de VMM-meetpunten in het studiegebied	46
Figuur 4-8: Ligging van de overstorten ten opzichte van de sterk verontreinigde meetpunten.....	47
Figuur 4-9: Evolutie van de Belgisch Biotische Index gedurende de periode 1990 - 2006	48
Figuur 4-10: Structuurkenmerken van de waterlopen in het studiegebied.....	49
Figuur 4-11: Ligging van de meetpunten en resultaten van Triadebeoordeling.....	51
Figuur 4-12: Ligging meetpunten biologische en chemische kwaliteit oppervlaktewater	54
Figuur 4-13: Trend in de neerslaghoeveelheden in Ukkel voor respectievelijk zomer- en winterhalfjaren.....	56
Figuur 4-14: Waargenomen stijging van het zeeniveau aan de Belgische kust Bron: www.milieurapport.be	57
Figuur 5-1: Overstromingsduur in het huidige Zwin bij de maatregelen onder het oorspronkelijke “intern scenario”, bij springtij.....	64
Figuur 5-2: Maximale waterstand in het huidige Zwin bij de maatregelen onder het oorspronkelijke “intern scenario”, bij springtij.....	64

Figuur 5-3: Vergelijking van de maximaal bereikte waterhoogtes in het Zwin, voor alternatieven 1, 2, 4 en 5.....	65
Figuur 5-4: Vergelijking van de overstromingsduur in het Zwin, voor alternatieven 1, 2, 4 en 5.....	65
Figuur 5-5: Evolutie van het getijprisma in de jaren na aanleg, voor alternatief 1A	67
Figuur 5-6: Overzicht van de waarden van het getijprisma in 2010 en 2040, voor de verschillende alternatieven, in vergelijking met de bestaande toestand.	69
Figuur 5-7: Hoogwater bij springtij (Cadzand). Het grootste deel van het Zwin ligt boven 2m TAW.....	71
Figuur 5-8: Situering van de westwaarts verlegde Zwingel.....	76
Figuur 5-9: Ontwikkeling van het watervolume van de verschillende scenario's.	78
Figuur 5-10: Ontwikkeling van het areaal geulen bij de verschillende scenario's.	79
Figuur 5-11: Ontwikkeling van het areaal slikken en schorren bij de verschillende scenario's.....	80
Figuur 5-12: Schets van ontwikkeling van scenario 1A/1B in dwarsdoorsnede	82
Figuur 5-13: Schets van ontwikkeling van scenario 1A/1B in kaart.....	83
Figuur 5-14: Modelschema grondwaterstudie	91
Figuur 5-15: Positie van de zes boringen.....	91
Figuur 5-16: Huidige zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) in de freatische laag.....	92
Figuur 5-17: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na 10 jaar in de freatische laag	92
Figuur 5-18: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na 30 jaar in de freatische laag	93
Figuur 5-19: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 120 ha na 10 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW)	94
Figuur 5-20: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 120 ha na 30 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW)	94
Figuur 5-21: Toename in zoutwaterpercentage na 10 jaar t.g.v. uitbreiding met 120 ha	95
Figuur 5-22: Toename in zoutwaterpercentage na 30 jaar t.g.v. uitbreiding met 120 ha	95
Figuur 5-23: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 180 ha na 10 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW)	95

Figuur 5-24: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 180 ha na 30 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW)	96
Figuur 5-25: Toename in zoutwaterpercentage na 10 jaar t.g.v. uitbreiding met 180 ha	96
Figuur 5-26: Toename in zoutwaterpercentage na 30 jaar t.g.v. uitbreiding met 180 ha	96
Figuur 5-27: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 120 ha na 10 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW), inclusief milderende maatregelen	98
Figuur 5-28: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 120 ha na 30 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW), inclusief milderende maatregelen	98
Figuur 5-29: Toename in zoutwaterpercentage na 10 jaar t.g.v. uitbreiding met 120 ha en met mildering d.m.v. diepe drainage	99
Figuur 5-30: Toename in zoutwaterpercentage na 30 jaar t.g.v. uitbreiding met 120 ha en met mildering d.m.v. diepe drainage	99
Figuur 5-31: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 180 ha na 10 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW), inclusief milderende maatregelen	100
Figuur 5-32: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 180 ha na 10 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW), inclusief milderende maatregelen	100
Figuur 5-33: Toename in zoutwaterpercentage na 10 jaar t.g.v. uitbreiding met 180 ha en met mildering d.m.v. diepe drainage	101
Figuur 5-34: Toename in zoutwaterpercentage na 30 jaar t.g.v. uitbreiding met 180 ha en met mildering d.m.v. diepe drainage	101
Figuur 5-35: Huidige risicozone voor verziltingseffecten op landbouwgewassen volgens hydrologische modelberekeningen. In totaal bestaat er in 2009 voor 114 ha landbouwgrond een risico op opbrengstverliezen door de eventuele aanwezigheid van zout in het wortelmilieu max. 50% (7700 mg/l Cl ⁻) tot 70% (10780 mg/l Cl ⁻)	102
Figuur 5-36: Risicozone voor verziltingseffecten volgens hydrologische modelberekeningen op landbouwgewassen, na 50 jaar met uitbreiding van het Zwin (120 ha) en zonder mitigerende maatregelen. In totaal bestaat er 192 ha landbouwgrond een risico op opbrengstverliezen door de eventuele aanwezigheid van zout in het wortelmilieu max. 50% (7700 mg/l Cl ⁻) tot 70% (10780 mg/l Cl ⁻)	105
Figuur 5-37: Relatie tussen de relevante componenten van het watersysteem dat betrokken is bij het project	108
Figuur 5-38: Verloop over het jaar van de gemiddeld aangevoerde volumes naar de spui, vanuit de Zwinpolder en het afwateringsgebied van het gemaal van Cadzand (voor een pomp van 5 m ³ /s)	109
Figuur 5-39: Waterpeil in de Zwinpolder in functie van de terugkeerperiode	110

Figuur 5-40: Waterpeil in de Zwinpolder voor de neerslaggebeurtenis van dec' 93 – jan' 94.	110
Figuur 5-41: Overstromingen in de Zwinpolder voor de neerslaggebeurtenis van december '93 – februari '94 in de veronderstelling dat er geen locale knelpunten zijn in de polder zelf (blauw = huidige toestand; groen = pompgemaal 2 m ³ /s ;rood = pompgemaal 5 m ³ /s).	111
Figuur 5-42: Lokalisatie van de eerste verbodzone uit 1972 (vierhoek) en de tweede verbodzone uit 1989 (vijfhoek).....	113
Figuur 5-43: Residuele stroming gedurende de eerste 6 maanden van 1999 (enkel getij)	113
Figuur 5-44: Residueel watertransport gedurende de eerste 6 maanden van 1999 (enkel getij)	114

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 0-1: Criteria voor de discipline "Oppervlaktewater"	12
Tabel 2-1: Oorzaak-effectmatrix voor de discipline "Water".....	24
Tabel 2-2: Criteria voor de discipline "Oppervlaktewater"	25
Tabel 2-3: Beoordelingskader voor de discipline "Oppervlaktewater"	27
Tabel 4-1: 7 uitwateringspunten van het Oostelijk deel van de Zwinpolder op het Leopoldkanaal (van noord naar zuid).....	39
Tabel 4-2: Hydromorfologische ingrepen met toetsting op omkeerbaarheid	42
Tabel 4-3: Zoutgehaltes op basis van chloridegehaltes (2007).....	50
Tabel 4-4: Resultaten van de Triadebeoordeling	52
Tabel 4-5: Biologische kwaliteit – toetsing aan GET (Goede Ecologische Toestand)	53
Tabel 4-6: Chemische kwaliteit – toetsing aan MTR-norm (Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau)	55
Tabel 4-7: Beoordeling van de referentiesituatie in 2010 en 2030 in vergelijking met de huidige situatie	61
Tabel 5-1: Overzicht van de waarden van het getijprisma in 2010 en 2040, voor de verschillende alternatieven	69
Tabel 5-2: Arealen in m ² van de geulen en de slikken en schorren per scenario voor een aantal jaren.	79
Tabel 5-3: Overzicht van permanente effecten voor de discipline Water en ernst van de effecten (excl. mitigerende maatregelen)	117
Tabel 6-1: Overzicht van permanente effecten voor de discipline Water en ernst van de effecten (incl. mitigerende maatregelen)	122

0. NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING

0.1 Wat wordt bestudeerd in de discipline Water?

In het kader van de discipline Water worden twee soorten effecten bestudeerd:

1. **Effecten die rechtstreeks te maken hebben met de doelstellingen van het Zwinproject**, namelijk het behouden van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied. Deze (gewilde) effecten zijn de volgende:
 - (a) Het vergroten van de komberging, door interne (afgraven) en externe (uitbreiden) maatregelen;
 - (b) Het optimaliseren van de afvoer van zand en slib, door vergroten van de spuiwerking en eventueel verbreden/verleggen van de afvoergeul.
2. **Effecten die niet gewild zijn maar die onlosmakelijke verbonden zijn aan de gewenste effecten**: invloed op de waterhuishouding en –kwaliteit van de polders (grondwater en oppervlakte water), invloed op de waterkwaliteit in het Zwin

In onderstaande tabel wordt aangegeven hoe deze effecten in het kader van het M.E.R. worden uitgedrukt.

Tabel 0-1: Criteria voor de discipline "Oppervlaktewater"

Effect	Criterium
Effecten binnen het Zwin	
Invloed op de komberging	Toe- of afname van getijprisma bij gemiddeld springtij aan de monding van het Zwin
Tegengaan van verzanding en aanslibbing	Mate waarin verzanding en aanslibbing van het Zwin (mondig, geulen, slikken en schorren) gereduceerd worden
Invloed op waterkwaliteit in het Zwin	Mate van beïnvloeding van de waterkwaliteit in het Zwin door overgepompt polderwater
Effecten buiten het Zwin	
Invloed op verzilting van oppervlaktewater en grondwater	Mate waarin verzilting van oppervlaktewater en grondwater in de omliggende polders is te verwachten
Invloed op de afwatering en peilbeheer van het poldersysteem	Mate waarin de afwatering en peilbeheer zonder bijkomende ingrepen verbeteren of verslechteren.

Het studiegebied waarbinnen deze effecten worden bestudeerd, ligt grotendeels in Vlaanderen. In Vlaanderen wordt het studiegebied in westelijke en zuidelijk richting afgebakend door het Leopoldskanaal en de Damse Vaart; in Nederland vormt het afwateringskanaal van Cadzand de meest oostelijk grens.

0.2 De referentiesituatie

Om de effecten van de verschillende alternatieven beter te kunnen vergelijken, worden ze uitgedrukt ten opzichte van de referentiesituatie; dit is de situatie in een bepaald referentiejaar als het project niet wordt uitgevoerd. Als referentiejaar voor het Zwinproject wordt 2010 gekozen, met een doorkijk naar de situatie in 2030. Gezien de uitvoering van de

uitbreiding van het Zwin uitgesteld is, is het indertijd gehanteerde referentiejaar 2010 niet meer correct. De huidige planning is dat het project start in 2013 en afgerond zal zijn in 2015, waardoor het te hanteren referentiejaar wijzigt van 2010 naar 2015. Omdat de keuze voor het voorkeursalternatief reeds gemaakt is zal dit enkel bij de effectbeoordeling van het inrichtingsplan in hoofdstuk 12 van het hoofdrapport worden meegenomen.

Ook als het hier bestudeerde Zwinproject niet wordt uitgevoerd, zal ingegrepen worden om de verzanding van het Zwin tegen te gaan. Als gevolg hiervan zal de referentiesituatie in 2010, voor wat betreft de beschikbare komberging, niet significant negatiever en mogelijk zelfs beter zijn dan de huidige situatie. Voor de situatie in 2030 is dit onzeker, en is een verdere netto afname van de komberging een waarschijnlijker scenario.

In het referentiejaar 2010 zal zich een lichte verbetering hebben voorgedaan van de afwateringsmogelijkheden van de Zwinpolder, maar de toestand zal nog steeds als problematisch kunnen beschouwd worden. De waterkwaliteit zal in delen van het studiegebied aanzienlijk verbeterd zijn, maar zal plaatselijk nog sterk te wensen overlaten.

In 2030 zullen verdere maatregelen te verbetering van de waterhuishouding zijn uitgevoerd, maar de verwachting is dat deze nauwelijks zullen opwegen tegen de negatieve gevolgen van meer winterneerslag en een hoger zeepeil. Voor wat de waterkwaliteit betreft, kan verwacht worden dat in 2030 het oppervlaktewater gekenmerkt wordt door een goede ecologische toestand of een goed ecologisch potentieel.

Met betrekking tot grondwater zijn geen significante evoluties te verwachten voor de referentiejaar 2010 en 2030. De grondwaterwinning ten behoeve van de drinkwatervoorziening van de stad Knokke-Heist zal wel geleidelijk afgebouwd worden. In het jaar 2030 wordt, als gevolg van de verwachte toename in de winterneerslag, een lichte toename van de hoeveelheden beschikbaar zoet grondwater verwacht. Het oppervlaktewater zal hoe dan ook verder verziltten.

0.3 De effecten van het Zwinproject

Effect op de komberging

De komberging is, eenvoudig gedefinieerd, het maximale volume water dat boven het maaiveld kan geborgen worden. Als indicator voor de toename in komberging wordt in deze studie het getijprisma bij gemiddeld springtij aan de monding van het Zwin gebruikt. Het getijprisma is de hoeveelheid water die tijdens de vloed door een bepaalde dwarsdoorsnede stroomt. Het getijprisma is een belangrijk beoordelingscriterium binnen de discipline Water, omdat wijziging in het getijprisma rechtstreeks gecorreleerd is aan het duurzaam behoud van het gebied als intergetijdengebied.

De toename van het getijprisma is (uiteraard) des te groter naarmate de uitbreiding van de oppervlakte aanzienlijk is. De mate waarin het prisma toeneemt in relatie tot de oppervlakte-uitbreiding, blijkt bovendien groter te zijn bij een grotere toename van de oppervlakte. Wat de afname van het getijprisma na de ingreep betreft, kan gesteld worden dat alle alternatieven uiteindelijk terug zullen evolueren naar eenzelfde eindsituatie. Bij alternatieven met een groter getijprisma (2C en 5C) gaat de sedimentatie (en dus de afname van het getijprisma) initieel sneller, maar door de hogere uitgangswaarde zal het resterende getijprisma op gelijk welk moment toch hoger zijn bij de alternatieven met een kleinere ruimtelijke uitbreiding (en dus getijprisma). Met andere woorden, hoe groter de ruimtelijke uitbreiding, hoe langer het zal duren vooraleer de effecten van de initiële ingreep teniet zijn gedaan.

Op basis van deze gegevens worden volgende scores toegekend aan de verschillende projectalternatieven voor de situatie in het jaar 2010 (dus vlak na de ingreep):

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	+	+	+++	+++	+	+	++	++

De verschillen tussen de alternatieven met en zonder spuikom bedragen slechts zo'n 5%, wat niet onderscheidend is. De verschillen tussen 1A en 4A worden als niet betekenisvol beschouwd. Alternatieven 2C en 5C scoren beide wel significant beter dan de alternatieven met een kleine ruimtelijke uitbreiding. Alternatief 2 (met maximale uitbreiding en volledige ontpoldering) scoort voor het criterium "komberging" significant beter dan alternatief 5C (met maximale uitbreiding en gecontroleerd getijregime).

Het verschil tussen de alternatieven met en zonder zoekzone in Nederland wordt niet significant beschouwd.

Bovenstaande beoordeling geldt voor het Zwin als geheel, waarbij het onderscheid tussen Vlaams en Nederlands grondgebied niet aan de orde is.

Effect op het tegengaan van verzanding en aanslibbing van het Zwin

De eindbeoordeling van het criterium "verzanding en aanslibbing van het Zwin" is sterk gerelateerd aan de beoordeling voor het criterium "komberging". Toch spelen bij het tegengaan van aanslibbing en verzanding andere aspecten een rol. Met name moet hier gewezen worden op het effect van het afsluiten van de Willem-Leopoldpolder tijdens stormvloed in alternatief 4 en 5 en van het spuien in de alternatieven 1B, 2B, 2D, 4B, 5B en 5D.

De alternatieven waarbij de Willem-Leopoldpolder wordt afgesloten van stormtijden, worden gekenmerkt door minder berging van sediment in het uitbreidingsgedeelte. Anderzijds zullen in het bestaande deel van het Zwin hogere waterstanden voorkomen met meer sedimentatie op de hogere gedeelten en verder ophogen van de hoge schorren als gevolg. Deze effecten zullen nog verder toenemen bij stijgende zeespiegel, aangezien de doorlaten dan vaker zullen moeten gesloten worden om de veiligheid van het achterland te garanderen. Om deze redenen worden de alternatieven 4 resp. 5 minder gunstig beoordeeld dan de alternatieven 1 resp. 2.

Spuien blijkt een gunstig effect te hebben op de schuifspanningen in de hoofdgeul en draagt dus bij tot het behoud van het systeem, door de geulen langer open te houden. Het effect is echter relatief beperkt in vergelijking met het effect van de areaalvergroting van het Zwin. Bovendien betekent de constructie van de spuikom een (weliswaar beperkte) vermindering van het getijprisma en is er niet altijd voldoende water beschikbaar om te spuien. Eén en ander doet ons er toe besluiten geen verschillende score toe te kennen aan de alternatieven met en zonder spui-inrichting.

Deze beschouwingen leiden tot onderstaande scoretoekenning:

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	++	++	+++	+++	+	+	++/+++	++/+++

Het verschil tussen de alternatieven met en zonder Zoekzone in Nederland wordt niet significant beschouwd. Bovenstaande beoordeling geldt voor het Zwin als geheel, waarbij het onderscheid tussen Vlaams en Nederlands grondgebied niet aan de orde is.

Effecten op de waterkwaliteit in het Zwin

Bij spuien wordt gebiedsvreemd water in het Zwin ingebracht. Gezien het feit dat het spuien plaatsvindt bij laag tij, zal weinig menging plaatsvinden van het in het Zwin aanwezige water met het spuiwater. Interactie met de rest van het Zwin is minimaal; het spuidebiet kan in alle gevallen gemakkelijk geacommodeerd worden door de hoofdgeul, die aangepast is aan de grotere debieten die via het getij worden aan- en afgevoerd.

Voor wat het effect betreft, kan nog een onderscheid gemaakt worden tussen het zoutgehalte en de andere kwaliteitsparameters:

- Het zoutgehalte van het spuiwater zal lager liggen dan het zoutgehalte van de zee, maar toch ook niet geheel zoet zijn. Immers, het water in de poldergrachten, dat de bron vormt voor het spuiwater, is in de huidige toestand al redelijk verzilt. Het effect zal allicht niet significant zijn.
- De kwaliteit van het polderwater laat op dit moment nog sterk te wensen over. Dit betekent dat zeker de eerste jaren na de aanleg nog redelijk vervuild polderwater zal gebruikt worden om te spuien. Bovendien moet ook rekening gehouden worden met het feit dat het sediment in de waterlopen van slechte kwaliteit is. Vervuilde sedimentdeeltjes kunnen zich, naar het einde van de spuicyclus toe, afzetten nabij de monding en in lager gelegen delen van de geulen. Als gevolg van het spel van eb en vloed kan een deel van deze vervuiling gedurende lange tijd binnen de grenzen van het Zwin op en neer bewegen en zich op termijn verspreiden –zij het nog steeds binnen de grenzen van de hoofdgeul. Wij gaan er vanuit dat dit effect (in potentie) beperkt negatief is en vergelijkbaar qua omvang voor alle spuivarianten. Voor de varianten zonder spui-inrichting is er uiteraard geen invloed.

Dit leidt tot de volgende beoordeling:

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	0	-	0	-	0	-	0	-

Bovenstaande beoordeling geldt zowel voor het Vlaams als het Nederlands grondgebied. Gezien het kleine verschil in oppervlakte wordt het onderscheid tussen alternatieven met en zonder Zoekzone in Nederland niet significant geacht.

Verziltig van oppervlaktewater en grondwater

Door uitbreiding van het Zwin met delen van de Willem-Leopoldpolder dringt het getij, en daarmee het zoute zeewater, dieper het land in. Door de lage ligging van de polder en zijn afstand van de zee blijft het zeewater er redelijk lang staan. Tijdens deze periode kan zout water infiltreren naar het grondwater. Het gevolg is het ontstaan van een verzilte en zeer ondiepe grondwaterlaag onder het ontpolderde gebied, zoals nu reeds het geval is voor het bestaande Zwin.

We bevinden ons dus in een situatie waarin zich vlak onder of aan het maaiveld een permanent zoute grondwaterlaag bevindt. Deze laag bevindt zich op een hoger peil dan de grondwatertafel in de omringende polders. Onder invloed van dit peilverschil zal zich onvermijdelijk een beweging voordoen van verzilt grondwater vanuit het uitgebreide Zwin in de richting van de omliggende landbouwgebieden. Het gevolg hiervan is dat het peil van de overgang tussen zout en zoet grondwater hoger zal komen te liggen, wat gevolgen kan

hebben voor de rechtstreekse watervoorziening aan de vegetatie en voor het gebruik van het grondwater voor andere doeleinden.

Dat dit fenomeen zich zal voordoen is zeker; over de mate waarin het significant zal zijn, was het minder eenvoudig om een harde uitspraak te doen zonder toepassing van een grondwatermodel. Niettemin werd er in dit MER vanuit gegaan dat de effecten van de uitbreiding van het Zwin op de omringende landbouwgronden potentieel matig tot sterk negatief zullen zijn, afhankelijk van de omvang van de uitbreiding. Het verschil tussen de alternatieven met 120 en 180 ha uitbreiding wordt daarbij als significantief gezien; het verschil tussen de varianten met of zonder zoekzone in Nederland niet. Het verschil in oppervlakte dat het gevolg is van de inname door een spuijom wordt evenmin als significantief gezien. De invloed zal zich beperken tot het omringende landbouwgebied; de zoetwaterbel onder de duinen en daarmee de drinkwaterwinning in Knokke Heist wordt niet bedreigd.

Op basis van het bovenstaande werden voor het criterium “verzilting van grond- en oppervlaktewater” de volgende scores toegekend aan de verschillende projectalternatieven:

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	--	--	---	---	--	--	---	---

Bovenstaande scores gelden in principe zowel voor het Vlaamse als voor het Nederlandse deel van het studiegebied. In Nederland zal de impact ruimtelijk weliswaar erg beperkt zijn.

Bovenstaande effecten werden ondertussen bevestigd en gekwantificeerd door de grondwaterstudie uitgevoerd door de Universiteit Gent (2009).

Invloed op de afwatering van de polders

Het Zwinproject voorziet ook de mogelijkheid de afwatering van de polders in Nederland en Vlaanderen te benutten voor het creëren van een spuidebiet om de aanzanding in het Zwin tegen te gaan. Het beschikbare water zou afkomstig zijn uit Nederland (Afwateringsgebied van het gemaal van Cadzand) en Vlaanderen (Oostelijke Zwinpolder).

In het kader van dit MER werd onderzocht wat de gevolgen zijn van deze aanpassingen aan het afwateringssysteem op de peilen in de polders.

Voor wat de minimale zomerpeilen betreft, is het effect van de voorziene pompinstallatie nihil. De aanslagpeilen van de pompen worden immers zo afgesteld dat de pompen slechts in werking treden als het peil in het oppervlaktewater hoger ligt dan het minimale zomerpeil. Bij watertekort in de zomer zullen de pompen dus niet in werking treden (en zal er ook niet gespuid kunnen worden).

Bij hogere peilen treden de pompen in werking; dit kan zowel het geval zijn bij hoge waterstanden in winter en voorjaar (die een meer continu karakter hebben) als bij tijdelijke pieken in de zomerwaterstanden als gevolg van stortbuien of lange periodes met veel regen.

Voor Nederland kan zonder meer gesteld worden dat de situatie in de winter zeker niet zal verslechteren. De afwateringssituatie is er nu al goed en de afwateringscapaciteit van 16 m³/s blijft behouden. Bovendien zal deze capaciteit nu permanent ingezet worden, waar in de huidige situatie in Cadzand bij laag water gravitair wordt geloosd (met een gemiddelde reële lozingscapaciteit van minder dan 14m³/s als gevolg).

De impact van het pompstation op het voorkomen van wateroverlast in de Zwinpolder is positief, en uiteraard des te meer naarmate de pompcapaciteit hoger is.

Als basis voor dit MER werd gekozen voor een gemaal met (aan Vlaamse zijde) een capaciteit van 2 m³/s, in combinatie met de hierboven beschreven ingrepen op de waterlopen.

De invloed van deze ingreep is matig positief op de afwatering van de polder. Als gevolg hiervan is ook een betere werking van het rioleringsstelsel te verwachten, gezien de kans dat oppervlaktewater via overstorten overstroomt in de riolering sterk is afgenomen.

Deze beoordeling geldt voor alle varianten met een spui-inrichting, onafgezien van de omvang of aard van de ruimtelijke uitbreiding van het Zwin, van de afmetingen van de spuiom of van het toegepaste spuiregime. Voor alternatieven zonder spui-inrichting geldt uiteraard dat geen verbetering te verwachten is van de afwateringssituatie in vergelijking met de referentiesituatie.

Samengevat wordt voor het criterium “afwatering” dan ook volgende score toegekend aan de verschillende alternatieven:

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	0	++	0	++	0	++	0	++

Bovenstaande scores hebben enkel betrekking op het Vlaamse deel van het studiegebied. In Nederland zijn geen effecten op de afwatering te verwachten en scoren alle alternatieven neutraal (score “0”).

Het al dan niet meenemen van de Zoekzone in Nederland heeft geen enkele invloed op de score, noch in Vlaanderen, noch in Nederland.

Bij de varianten met spuiwerking, waar het gemaal van Cadzand dat bij laag water gravitaire afvoer van zoet water naar zee toelaat, vervangen zou worden door een pompinstallatie ter hoogte van het uitgebreide Zwin zal aandacht moeten besteed worden aan het aspect vismigratie.

0.4 Milderende en compenserende maatregelen

De meeste effecten van het Zwinproject op de discipline Water zijn positief. Verder bevorderen van deze reeds positieve effecten is nauwelijks mogelijk, gezien de alternatieven reeds in het voortraject grotendeels in die zin geoptimaliseerd werden.

De negatieve effecten hebben betrekking op enerzijds de water- en sedimentkwaliteit in het Zwin, anderzijds op de verzilting van het grondwater.

Bijkomende milderende maatregelen om de impact van de watervervuiling te milderen, kunnen bestaan uit het versnellen en vervolledigen van maatregelen om de waterkwaliteit in de Zwinpolder te verbeteren. Aandachtspunten hierbij zijn de sanering van Ramskapelle, Oostburg en Hoeke en de doelgerichte sanering van de meest vervuilde waterbodems. Aangezien het duidelijk is dat deze maatregelen niet kunnen uitgevoerd worden tegen het referentiejaar 2010, resulteert dit niet in een wijziging van de beoordeling.

Bij varianten met spuiwerking geldt dat als de suatiesluis bij Cadzand vervangen wordt door een pompinstallatie ter hoogte van het spuibekken er een oplossing moet komen voor de vismigratieproblematiek.

Mitigatie van de verzilting van het grondwater is mogelijk door een aangepast zoetwaterbeheer. Belangrijke elementen van dit zoetwaterbeheer zijn het infiltreren van

voldoende zoet water naar de grondwatertafel, het efficiënt capteren van de zoute kwel (via een ringgracht rond het uitgebreide Zwin) en het efficiënt afvoeren van het brakke grondwater dat gecapteerd wordt door de grachten.

Bovenstaande maatregelen maken het nodig te beschikken over een voldoende grote permanente bron van zoet water. In de praktijk wordt in de zomer nu al zoet water ingelaten in de oostelijke Zwinpolder, vanuit de Damse Vaart en het effluent van de RWZI van Knokke. De beheerders van de Zwinpolder zijn dus vertrouwd met de principes van zoetwaterbeheer in de zomer en beschikken over de middelen om deze principes toe te passen.

In de toekomst zal bij uitbreiding van het Zwin allicht een aanvoer van grotere hoeveelheden zoet water nodig zijn dan nu het geval is. De vraag dient daarbij gesteld te worden of dit zoet water ook beschikbaar zal zijn, gezien de toenemende druk die op de zoetwatervoorraden wordt gelegd, en het gevaar van toenemende verzilting van het oppervlaktewater bij toenemende zeespiegelstijging. Mogelijk zullen ook maatregelen nodig zijn om de zoetwaterverdeling via de grachten te optimaliseren in de richting van die deelgebieden waar de zoute kweldruk het sterkst zal toenemen.

Het bovenstaande geldt mutatis mutandis ook voor de Nederlandse situatie. Er kan wel vanuit gegaan worden dat de verziltingsimpact vanuit het Zwin op Nederlands grondgebied a priori beperkter zal zijn dan in Vlaanderen. In absolute termen is de verziltingsimpact immers kleiner, gezien de oppervlakte waar het om gaat veel kleiner is. Bovendien wordt de impact beperkt door de aanwezigheid van het afwateringskanaal.

Samengevat kan gesteld worden dat de milderende maatregelen voorhanden zijn om voor alle projectvarianten de impact van verzilting terug te dringen tot een beperkte residuele impact, die voor alle projectvarianten vergelijkbaar is qua orde van grootte en als gering negatief wordt beoordeeld.

De resulterende scores (na mildering) worden hieronder gegeven:

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	-	-	-	-	-	-	-	-

Dit heeft geen gevolg voor de relatieve beoordeling van de alternatieven vanuit het standpunt van de impact op Nederlands grondgebied.

In de in de loop van 2009 uitgevoerde grondwaterstudie door de Universiteit Gent werden de beschreven effecten bevestigd en werd nader verziltingsonderzoek (veldwerk en modellering) uitgevoerd naar de meest geschikte oplossing om de impact van de verzilting tegen te gaan. De genoemde captatie van zoute kwel, meer specifiek door toepassing van diepe drainage (oppompen en afvoeren van zout grondwater) bleek de beste oplossing te zijn. Door toepassing van deze maatregel kan de verzilting tegengegaan worden en kan op bepaalde plaatsen zelfs een verbetering van de huidige verziltingstoestand gerealiseerd worden.

0.5 Besluit

Samenvattend kan gesteld worden dat:

- Voor wat betreft het bereiken van de projectdoelstellingen, alternatieven met een grote ruimtelijke uitbreiding merkbaar beter scoren dan alternatieven met een kleinere ruimtelijke uitbreiding. Alternatieven met behoud van de Internationale Dijk in combinatie

met een doorlaatmiddel scoren licht minder goed dan alternatieven met volledige ontpoldering van de Willem-Leopoldpolder.

- Het positieve effect van een spui-inrichting vooral ligt in de betere afwatering van de Zwinpolder die er mee samenhangt, en niet of nauwelijks in het tegengaan van de verzanding van het Zwin. Met de spui-inrichting hangt echter ook het negatieve effect van een mogelijke vervuiling van delen van het Zwin (voornamelijk de hoofdgeul) samen. De veiligheid van personen tijdens het spuien is eveneens een aandachtspunt.
- Er bij afwezigheid van milderende maatregelen een reëel gevaar bestaat voor een significante verzilting van het grondwater onder de omliggende landbouwgronden. Dit effect is belangrijker voor alternatieven met een grote ruimtelijke uitbreiding dan bij effecten met een beperktere uitbreiding. Via een aangepast zoetwaterbeheer valt dit effect echter grotendeels te milderen, voor zover ook in de toekomst voldoende zoet water zal ter beschikking zijn. Bij de alternatieven met spuiwerking dient aandacht besteed te worden aan het aspect vismigratie.
- Voor de effecten die beperkt blijven tot de grenzen van het uitgebreide Zwin, een onderscheid tussen de effecten op Vlaams of Nederlands grondgebied niet relevant is of niet zinvol te maken valt.
- Voor de effecten die zich uitstrekken buiten de grenzen van het uitgebreide Zwin, er een onderscheid moet gemaakt worden tussen:
 - Effecten op de afwatering van de polders: deze gelden enkel voor het Vlaamse deel van het studiegebied; in Nederland zijn er geen significante effecten te verwachten. Het relatieve voordeel van de alternatieven met spui-inrichting valt dus vanuit het standpunt van de effecten op Nederlands grondgebied weg.
 - De mogelijke verzilting van het grondwater: de *relatieve* scores voor dit criterium gelden in gelijke mate voor Nederland en Vlaanderen, maar de impact zal in *absolute* waarde (in termen van beïnvloede oppervlakte) aanzienlijk sterker negatief zijn in Vlaanderen dan in Nederland. De oppervlakte verzilt gebied door de uitbreiding van het Zwin zal in Vlaanderen groter zijn dan in Nederland. Hiervoor dienen milderende en compenserende maatregelen te worden genomen.
- Voor de discipline Water er geen significant onderscheid te maken valt tussen de alternatieven met en zonder zoekzone in Nederland.
- De Westelijke Geulverlegging voor geen enkel van de in de discipline Water bestudeerde criteria onderscheidend is tussen de verschillende varianten.

1. AFBAKENING VAN HET STUDIEBEREIK

1.1 Geografische afbakening: plan- en studiegebied

Het **plangebied** voor de discipline water omvat in eerste instantie het huidige Zwin en de Zwingeu tot aan de laagwaterlijn, uitgebreid met die delen van de Willem-Leopoldpolder die in het kader van het project zullen ontpolderd worden.

Het **studiegebied** voor de discipline water houdt rekening met de afstand tot waar effecten van het project potentieel zullen kunnen worden waargenomen. Dit houdt in dat ook het volgende gebied tot het studiegebied dient gerekend te worden:

- Het gebied waarbinnen het project een significante invloed kan hebben op de kwaliteit van het grondwater. Dit gebied ligt niet a priori vast. Er kan van uitgegaan worden dat de invloed qua orde van grootte zal reiken tot enkele honderden meters buiten het plangebied. Op Nederlands grondgebied reikt de invloed tot aan het Afwateringskanaal van Cadzand.
- Het gebied waarbinnen het project een invloed zal hebben op de waterhuishouding in de polders. Dit geldt enkel voor projectvarianten waarbij een spui-inrichting met bijhorend pompgemaal wordt voorzien. In theorie kan het volledige afwaterende gebied tot het studiegebied gerekend worden Dit betekent:
 - In Vlaanderen: Het gebied gelegen ten oosten van het Leopoldkanaal en ten Noorden van de Damse Vaart (Hazegraspolder en het Oostelijk deel van de Zwinpolder), inclusief deze beide waterlopen.
 - In Nederland: het volledige gebied dat afwatert naar het gemaal van Cadzand.

Het aldus geïdentificeerde *maximale* studiegebied wordt weergegeven in Figuur 1-1.

In de praktijk zal het nieuwe gemaal aan het Zwin echter geen invloed hebben op de afwatering van het gebied dat naar Cadzand afwatert, omdat het nieuwe gemaal dezelfde ontwerpkenmerken zal hebben als het bestaande. Het studiegebied kan dus de facto beperkt blijven tot het Zwin zelf, de Willem-Leopoldpolder, de Hazegraspolder en het oostelijk deel van de Zwinpolder, met inbegrip van de aangrenzende delen van het Leopoldkanaal en de Damse Vaart. Op Nederlands grondgebied blijft het studiegebied beperkt tot het gebied dat eventueel beïnvloed kan worden door grondwaterverzilting; dit gebied reikt tot circa 400 m vanaf de binnendijkse dijkvoet.

Het resulterende feitelijke studiegebied voor de discipline Water wordt weergegeven in Figuur 1-2.

1.2 Inhoudelijke afbakening

Tot het onderzoeksdomein van de discipline Water behoren in principe alle impacten op grondwater en oppervlakte water, zowel de kwantiteits- als de kwaliteitsaspecten. Verderop wordt aangegeven welke van deze effecten worden beschouwd als potentieel significant en dus te onderzoeken in het kader van het MER.

Daarnaast wordt in dit deelrapport ook bestudeerd wat de invloed van het project zal zijn op het duurzaam behoud van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied. Dit effect (dat overeenkomt met de projectdoelstelling) hoort sensu stricto niet thuis in de discipline Water,

aangezien het zich bevindt op de rand van de disciplines bodem, water en fauna en flora. In dit deelrapport zullen toch de resultaten van de morfologische berekeningen gerapporteerd worden, zodat een beeld verkregen wordt van de mate waarin het fysisch systeem (dat zich op de overgang tussen land en water bevindt) duurzaam kan behouden worden. Aan de aard van de morfologische ontwikkeling wordt echter geen waardeoordeel toegekend, behalve dan voor de parameters die rechtstreeks in relatie staan tot het verlengen van de levensduur van het Zwin. Een extra interpretatieslag is immers nog nodig in het kader van de discipline fauna en flora om na te gaan of de beschreven systeemontwikkelingen voldoende garantie inhouden voor een behoud of ontwikkeling van een waardevol natuurgebied in overeenstemming met de ervan verwachte eigenschappen.

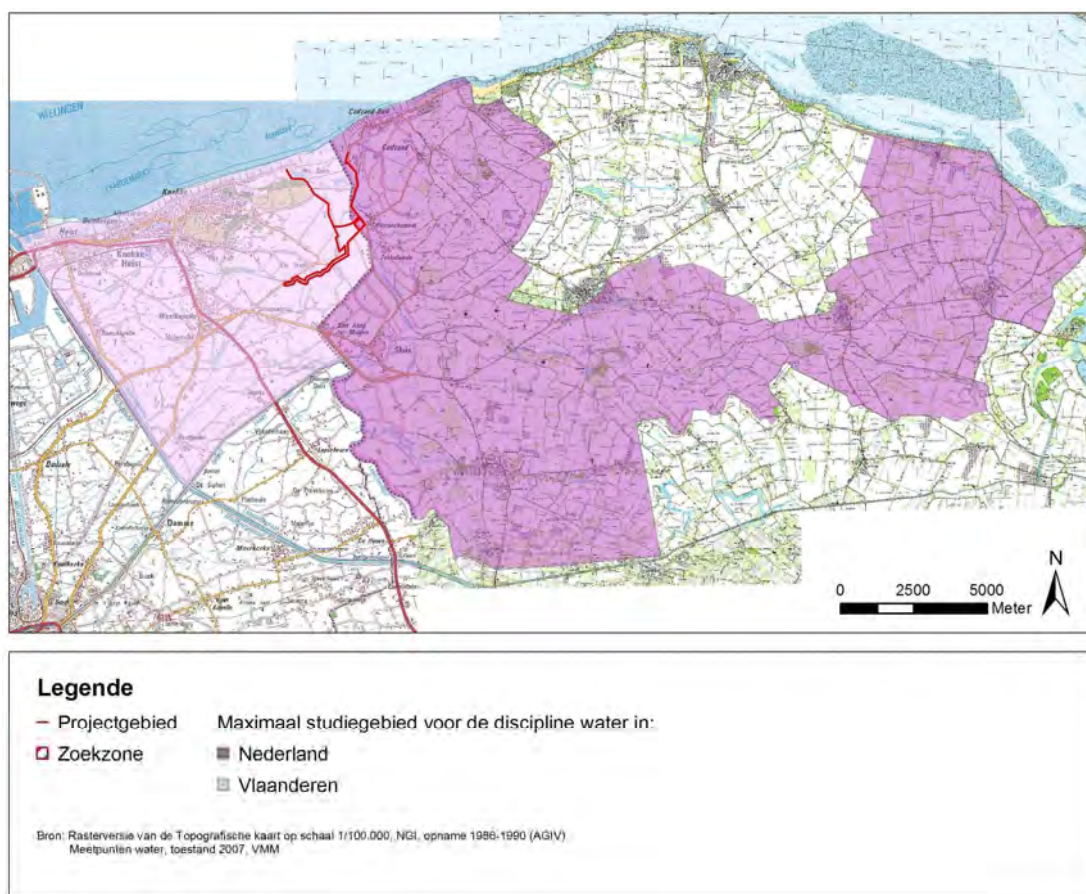
Bij de bespreking van de effecten zal een onderscheid gemaakt worden tussen enerzijds effecten die bijdragen aan de eindbeoordeling vanuit de discipline water en anderzijds effecten die weliswaar bestudeerd worden in het kader van deze discipline, maar die in andere disciplines geïnterpreteerd worden.

1.3 Aannames en beperkingen

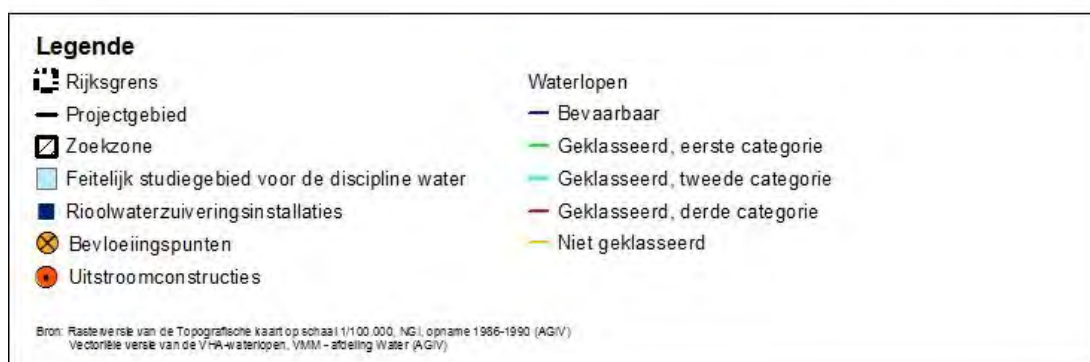
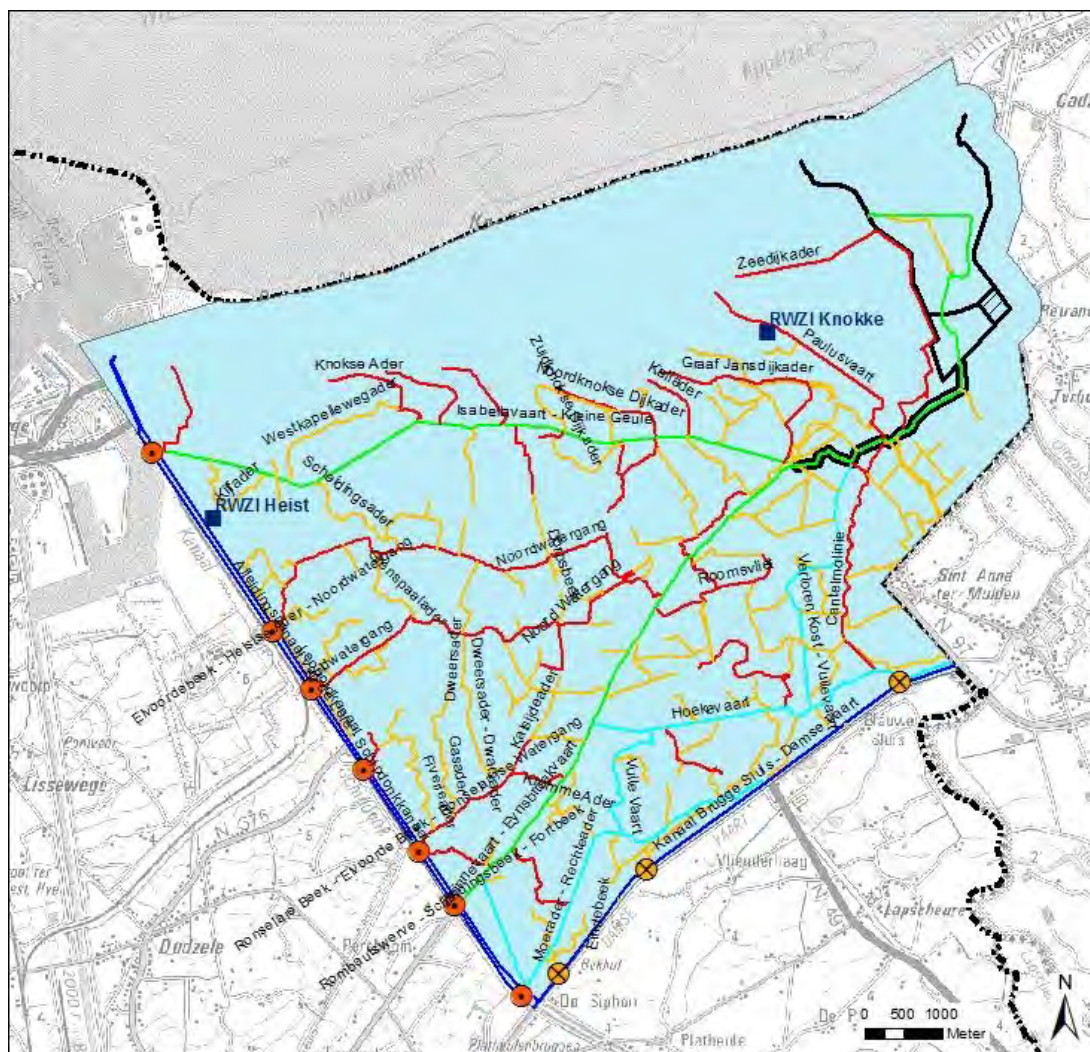
De discipline water bouwt in hoge mate voort op enerzijds beschikbare (gepubliceerde) gegevens, en anderzijds op de resultaten van een aantal modelberekeningen die uitgevoerd werden in het kader van deze studie.

De voornaamste rapporten die mee aan de basis liggen van dit deelrapport worden hieronder opgesomd. In de rest van de tekst zal niet steeds afzonderlijk naar deze documenten als bron of referentie verwezen worden.

1. Afvoer van het polderwater via het Zwin – Onderzoek van het Wateraanbod (Belgroma - Grontmij, 1998);
2. Waterhuishoudingsplan Zwinstreek (WES, 2005);
3. Internationale Milieueffectenrapportage voor de uitbreiding van het Zwin – Conceptnota hydrodynamische modellering (IMDC, 2006);
4. Internationale Milieueffectenrapportage voor de uitbreiding van het Zwin – Hydrodynamische en morfologische vergelijking van de scenario's (IMDC, 2007);
5. Internationale Milieueffectenrapportage voor de uitbreiding van het Zwin – Numerieke modellering (IMDC, 2007);
6. Internationale Milieueffectenrapportage voor de uitbreiding van het Zwin – Schetsontwerp (IMDC, 2007).



Figuur 1-1: Maximaal studiegebied voor de discipline Water



Figuur 1-2: Feitelijk studiegebied voor de discipline Water

2. BEOORDELINGSKADER

2.1 Bestudeerde oorzaak-effectrelaties

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de mogelijk significante effecten voor de discipline water (inbegrepen grondwater), in functie van de te verwachten ingrepen. In dit MER zal nagegaan worden welke van deze effecten daadwerkelijk significant zijn en zal de impact van de significante effecten worden beschreven.

Tabel 2-1: Oorzaak-effectmatrix voor de discipline "Water"

Ingreep	Deelingreep of afgeleide werking	Impact
Afgraven van aangeslibde zones	Afgraven	Verhoging van de komberging
Herstellen van de spuiwerking	Aansluiten van afwateringssystemen van de polders	Hydrografie van het poldersysteem Invloed op peil(beheer) in de polders
	Spuien van polderwater	Invloed op verzandings- en aanslibbingsproces Invloed op de water- en sedimentkwaliteit in het Zwin Invloed op de saliniteit van het water in het Zwin
Uitbreiden van het Zwin met (deel van) Willem-Leopoldpolder	Opname van polder in natuurgebied	Verhoging van de komberging Geulvorming/-verplaatsing
		Verziltiging van grondwater in omliggende landbouwgebieden

Afgraven van hoog opgeslibde zones binnen het Zwin heeft vanuit de discipline Water als voornaamste effect het vergroten van de komberging. Het is de verwachting dat deze ingreep leidt tot een (minstens tijdelijke) vertraging van de aanzanding van het Zwin; op die manier is deze ingreep rechtstreeks gekoppeld aan het bereiken van de projectdoelstellingen.

Niet alleen het afgraven draagt bij tot een vergroting van de komberging, ook het uitbreiden van het Zwin heeft hier uiteraard een positief effect op. Er zal nagegaan worden wat de eventuele negatieve gevolgen zijn van deze uitbreiding, ten dienste van de projectdoelstellingen, op het watersysteem van de polders en op de eventuele verziltiging van het grondwater en oppervlaktewater in de polders.

Naast het vergroten van de komberging bestaan ook plannen voor het spuien van het Zwin met extra polderwater. Ook deze ingreep heeft een naar verwachting positieve invloed op de aanzanding van het Zwin. De gevolgen op de waterkwaliteit in het Zwin en op de afwatering van de polders dient echter onderzocht te worden.

Bovenstaand overzicht toont aan dat twee soorten effecten dienen geanalyseerd te worden in het kader van de discipline Water:

1. **Effecten die rechtstreeks gerelateerd zijn aan de na te streven doelstellingen**, namelijk het continueren van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied. Deze (gewilde) effecten laten zich als volgt resumeren:

- (a) Het vergroten van de komberging, door interne (afgraven) en externe (uitbreiden) maatregelen;
 - (b) Het optimaliseren van de afvoer van zand en slib, door vergroten van de spuiwerking en eventueel verbreden/verleggen van de afvoergeul.
2. **Effecten die niet gewild zijn maar die onlosmakelijke verbonden zijn aan de gewenste effecten:** invloed op de waterhuishouding en –kwaliteit van de polders (grondwater en oppervlakte water), invloed op de waterkwaliteit in het Zwin.

Het beoordelingskader zal opgebouwd worden aan de hand van beide soorten effecten. Daarmee komen zowel het al dan niet bereiken van de projectdoelstellingen als de ermee gepaard gaande ongewenste effecten in beeld.

2.2 Beoordelingscriteria

In Tabel 2-2 wordt aangegeven op welke wijze de hoger besproken effecten voor de discipline water (inbegrepen grondwater) zullen worden uitgedrukt in het kader van het MER.

Tabel 2-2: Criteria voor de discipline "Oppervlaktewater"

Effect	Criterium	Eenheid
Effecten binnen het Zwin		
Invloed op de komberging	Toe- of afname van getijprisma bij gemiddeld springtij aan de monding van het Zwin	Zevendelig ordinale schaal
Tegengaan van verzanding en aanslibbing	Mate waarin verzanding en aanslibbing van het Zwin (monding, geulen, slikken en schorren) gereduceerd worden	Zevendelig ordinale schaal
Invloed op waterkwaliteit in het Zwin	Mate van beïnvloeding van de waterkwaliteit in het Zwin door overgepompt polderwater	Zevendelig ordinale schaal
Effecten buiten het Zwin		
Invloed op verzilting van oppervlaktewater en grondwater	Mate waarin verzilting van oppervlaktewater en grondwater in de omliggende polders te verwachten is.	Zevendelig ordinale schaal
Invloed op de afwatering en peilbeheer van het poldersysteem	Mate waarin de afwatering en peilbeheer zonder bijkomende ingrepen verbeteren of verslechteren.	Zevendelig ordinale schaal

Een aantal effecten spelen zich af binnen de afbakening van het (uitgebreide) Zwin. Het gaat hierbij met name om de toename van het getijprisma, om de mate waarin de verzanding van het Zwin wordt tegengegaan, en om het mogelijke effect van spuien met polderwater op de water- en sedimentkwaliteit binnen het Zwin. Voor wat het Nederlandse grondgebied betreft, beperkt de bijdrage tot deze effecten zich uiteraard tot het gedeelte van het studiegebied dat ontpolderd wordt.

Het **getijprisma** is de hoeveelheid water die tijdens de vloed door een bepaalde dwarsdoorsnede stroomt. Gemeten aan de monding komt dit getijprisma numeriek overeen met de reële komberging in het gebied. Een toename in getijprisma betekent een toename in de hoeveelheid water die elk getij het gebied binnen- en buitenstroomt. Het getijprisma is dus gerelateerd aan de hoeveelheden sediment die kunnen verplaatst worden en aan de algemene dynamiek van het gebied. Bovendien bestaat er een relatie tussen het getijprisma en de stabiliteit van de monding. Hoe groter het getijprisma in verhouding tot het langstransport aan sediment langsheen de kustlijn, hoe minder groot de kans is dat de monding wordt "dichtgedrukt". Een hoog getijprisma helpt dus de monding open te houden.

Het criterium “**tegengaan van verzanding en aanslibbing**” overlapt deels met het vorige, vermits het getijprisma één van de sturende factoren is in het tegengaan van de verzanding. De dynamiek van het systeem is echter complex, en laat zich niet uitdrukken door een parameter op basis van één cijfer. Bovendien spelen ook ingrepen als het voorzien van een spui-inrichting, of het afsluiten van de Willem-Leopoldpolder van de invloed van het getij bij stormvloed, een rol die nader dient onderzocht te worden.

In dit rapport wordt daarom, op basis van de hoger vermelde IMDC-rapportage, beschreven welke processen en factoren bijdragen tot het tegengaan van de verzanding van het Zwin, en in welke mate deze processen en factoren, in mindere of meerdere mate ondersteund door de projectingrepen, in elk van de projectalternatieven een rol spelen. Deze beschouwingen leiden tot een oordeel over de mate waarin de verschillende projectalternatieven bijdragen tot het tegengaan van de verzanding van het Zwin.

Het criterium “**beïnvloeding van de waterkwaliteit in het Zwin**” brengt het feit in rekening dat spuien met polderwater in semi-natuurlijk zout estuarien systeem een invloed kan hebben op de water- en sedimentkwaliteit in het gebied, zowel in termen van zoutgehaltes als in termen van pollutie. Uit de beschikbare gegevens blijkt immers dat de kwaliteit van het oppervlaktewater in de polders, zeker op Vlaams grondgebied, op dit moment sterk te wensen overlaat. Gezien de hoge waarde van het Zwin als natuurgebied, is het duidelijk dat het polderwater aan bepaalde minimale kwaliteitseisen zal dienen te voldoen, vooraleer het kan ingezet worden als spuiwater. Accumulatie van toxische stoffen in de bodem en sedimenten en aanrijking van eutrofiëringsgevoelige delen van het Zwin moet immers te allen tijde vermeden worden. Het zoutgehalte is eveneens een aandachtspunt, aangezien het spuiwater minder zout zal zijn dan het zeewater.

Ook buiten de begrenzingen van het (uitgebreide) Zwin zullen zich mogelijk effecten voordoen. Het gaat hierbij met name om de impact op de afwatering van de polders (in geval een pompgemaal zou gebouwd worden om een eventueel spuibekken te voeden) en om de verziltende invloed op het grond- en oppervlaktewater in de omgeving van het Zwin. De effecten op Nederlands grondgebied kunnen zich hierbij uitstrekken over het volledige Nederlandse deel van het (feitelijke) studiegebied².

Door uitbreiding van het Zwin met delen van de Willem-Leopoldpolder dringt het getij, en daarmee het zoute zeewater, dieper het land in. Door de lage ligging van de polder en zijn afstand van de zee blijft het zeewater er redelijk lang staan; tijdens deze periode kan zout water infiltreren naar het grondwater. Het gevolg is het ontstaan van een verzilte en zeer ondiepe grondwaterlaag onder het ontpolderde gebied, die potentieel aanleiding kan geven tot het **verzilten van het grond- en oppervlaktewater** in de aangrenzende polders. De mechanismen die een rol spelen bij dit effect worden in dit MER dan ook nader onderzocht, om te komen tot een beoordeling van de mate waarin dit effect een reëel probleem kan vormen.

Het Zwinproject voorziet ook de mogelijkheid de afwatering van de polders in Nederland en Vlaanderen te benutten voor het creëren van een spuidebiet om de aanzanding in het Zwin tegen te gaan. Het beschikbare water zou afkomstig zijn uit Nederland (Afwateringsgebied van het gemaal van Cadzand) en Vlaanderen (Oostelijke Zwinpolder).

De impact op de afwatering van deze polders dient in het kader van dit MER onderzocht te worden. Met name zal bestudeerd worden wat het effect is op het bereiken van de nagestreefde winter- en zomerpeilen. Op te merken valt dat een verbeterde afwatering ook zal resulteren in een betere werking van het rioleringsstelsel. Op dit moment stijgt het

² Zie hoger voor de definitie van het studiegebied in Vlaanderen resp. Nederland.

water in de Zwinpolder immers soms zo hoog, dat het oppervlaktewater via de overstorten in de riolering stroomt en elders voor overlast zorgt.

2.3 Beoordelingskader

De beoordeling van een aantal criteria is gebaseerd op kwantitatieve gegevens, die resultaten zijn van uitgebreide modelberekeningen. Aangezien niet voor alle criteria modelgegevens beschikbaar zijn, en aangezien ook voor de criteria die wel modelmatig ondersteund zijn nog een aantal andere, eerder kwalitatieve overwegingen een rol spelen in de eindbeoordeling, wordt er in dit deelrapport voor gekozen alle criteria te scoren op eenzelfde zevendelig ordinale schaal. De scores op deze schaal hebben onderstaande betekenis.

Tabel 2-3: Beoordelingskader voor de discipline "Oppervlaktewater"

Score	Betekenis (waardering)
---	Het effect is sterk negatief. Mildering van het effect is noodzakelijk. Het is echter te verwachten dat mildering of compensatie het negatieve effect slechts deels zal kunnen opheffen, zodat steeds een aanzienlijk residueel negatief effect zal blijven bestaan. In die omstandigheden kan het wenselijk zijn het sterk negatief effect te vermijden door de ingreep aan te passen of voor een andere ingreep te kiezen.
--	Het effect is matig negatief. Mildering is noodzakelijk. Er kan van uitgegaan worden dat door mildering het effect in die mate kan beperkt worden dat het residueel effect aanvaardbaar is. De ingreep die aan de basis van het effect ligt hoeft niet noodzakelijk aangepast of verlaten te worden.
-	Het effect is gering negatief. Mildering is wenselijk om het residueel effect nog verder te reduceren, doch niet noodzakelijk
0	Het effect is afwezig of niet aantoonbaar, of verwaarloosbaar. Mildering is niet vereist.
+	Het effect is gering positief. Mildering is uiteraard niet vereist, maar het verdient aanbeveling te zoeken naar mogelijkheden om dit positief effect verder te versterken
++	Het effect is matig positief. Er kan eventueel gezocht worden naar mogelijkheden om dit positief effect verder versterken
+++	Het effect is sterk positief.

We benadrukken hierbij dat het ordinale karakter van deze schaal inhoudt dat hiermee enkel een *volgorde* in score wordt mee aangegeven; over de relatieve afstand tussen de scores doet de schaal geen uitspraak. Het is dus niet zo dat een score "+++" de betekenis zou hebben van "3 maal beter dan een score "+", of dat het verschil tussen een score "+" en "++" in alle gevallen dezelfde zou hoeven te zijn als het verschil tussen de scores "++" en "+++". De scores zijn evenmin additief of onderling (over de criteria heen) vergelijkbaar.

Criterium "Getijprisma"

De beoordeling gebeurt op basis van de waarde (in m³) van de toename van de het getijprisma aan de monding van het Zwin in 2010 tegenover de autonome ontwikkeling. Als bijkomend element wordt bij de scoretoekenning ook gekeken naar de toename van het getijprisma per toename oppervlakte en naar de mate waarin de initiële toename van het getijprisma gedurende langere tijd gehandhaafd blijft. Voor dit laatste aspect wordt de waarde van het getijprisma in 2030 in rekening gebracht.

De waardering wordt vertaald naar een score op de hierboven aangegeven zevendelige ordinale schaal. In de praktijk zal hier enkel de positieve kant van de schaal gebruikt worden, aangezien alle projectalternatieven zullen resulteren in een toename van het getijprisma.

Hierbij wordt aan het projectalternatief met de hoogste toename in getijprisma de score “+++” toegekend. Aan de andere alternatieven worden tussenliggende scores toegekend, waarbij rekening gehouden wordt met de mate waarin ze significant van elkaar verschillen. Verschillen van 5% of minder worden als niet-significant beoordeeld.

Bij een vergelijkbare toename van het getijprisma scoren de alternatieven met een hogere toename per hectare beter dan de andere projectalternatieven. Hetzelfde geldt voor de alternatieven met een hoger residueel getijprisma in 2030.

Criterium “Verzanding”

De beoordeling van dit criterium drukt uit in welke mate het duurzaam behoud van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied gewaarborgd wordt. Als dusdanig houdt dit criterium impliciet of expliciet rekening met een aantal sterk gerelateerde en onderling ook overlappende subcriteria zoals toename in oppervlakte of getijprisma, duur van het initiële effect, mate waarin de monding van het Zwin wordt opengehouden, mate waarin sedimentatie zowel in het bestaande Zwin als in het uitbreidingsgebied plaatsvindt, ... Dit geheel aan informatie wordt verwerkt tot een expertoordeel dat uitdrukking krijgt onder vorm van een zevendelige ordinale score (cf supra).

Criterium “Waterkwaliteit in het Zwin”

De beoordeling van dit criterium gebeurt op basis van een expertenoordeel dat rekening houdt met de aanwezige vervuiling en het zoutgehalte van het spuiwater en met het spuieregime. De beoordeling wordt uitgedrukt volgens de hierboven beschreven ordinale schaal. Hoe groter de kans is op een negatieve beïnvloeding van de water- en sedimentkwaliteit, hoe negatiever de score op dit criterium.

Criterium “Verzilting”

De beoordeling van dit criterium gebeurt op basis van een expertenoordeel dat rekening houdt met de mate waarin het zoutgehalte van het oppervlaktewater en grondwater in het studiegebied verbetert of verslechtert. Dit expertenoordeel houdt rekening met de aard van de processen, beïnvloed door de fysische eigenschappen van de omgeving, en baseert zich deels op studies die in een andere maar vergelijkbare context werden uitgevoerd. De beoordeling gaat uit van de relatieve verschillen in de omvang van de oppervlakte die potentieel door verzilting wordt beïnvloed; hoe groter die oppervlakte, hoe negatiever de score. De score wordt uitgedrukt volgens de hoger gegeven zevendelige ordinale schaal.

Criterium “Afwatering”

De beoordeling van dit criterium gebeurt op basis van een expertenoordeel dat rekening houdt met de mate waarin de kans op wateroverlast of droogte in de afwaterende gebieden toe- of afneemt. De basis voor deze beoordeling wordt gevormd door de resultaten van de berekening met het bakkenmodel (zie verder). De frequentie waarmee het water in de polder een peil bereikt dat de werking van de overstorten van het rioleringsstelsel belemmert, is hierbij een belangrijk criterium. Afname van deze frequentie wordt positief beoordeeld, en des te meer naargelang de afname sterker is. De beoordeling wordt uitgedrukt volgens de hierboven gegeven zevendelige ordinale schaal, met dezelfde betekenis.

2.4 Effecten die geen deel uitmaken van het beoordelingskader

2.4.1 Overstromingsduur en waterhoogte

De overstromingsduur wordt gedefinieerd als het aantal uren dat de waterhoogte op een bepaalde plaats hoger is dan 10 cm. Deze parameter heeft slechts betekenis na interpretatie in andere disciplines, met name de discipline Fauna en Flora. In dit deelrapport worden de relevante uitkomsten summier weergegeven ten behoeve van gebruik en interpretatie in andere deelrapporten. Zij maken echter geen deel uit van het beoordelingskader van de discipline Water.

2.4.2 Waterstand

De maximale waterstand wordt gedefinieerd door de waterhoogte (in m TAW) op verschillende plaatsen in het Zwin, en door het moment waarop deze maximale waterstand wordt bereikt. Deze parameter maakt geen deel uit van het beoordelingskader voor de discipline Water, maar wordt hier wel gerapporteerd ten behoeve van interpretatie in andere disciplines.

2.4.3 Debiet en stroomsnelheid door de monding

De uitgevoerde berekeningen laten toe een uitspraak te doen over de stroomsnelheden en het debiet in de verschillende geulen, en met name in de monding van de hoofdgeul. Deze variabele wordt niet beschouwd als onderdeel van het beoordelingskader voor de discipline Water, maar wordt hier wel gerapporteerd ten behoeve van gebruik in andere disciplines.

2.5 Randvoorwaarden

Een verslechtering, als gevolg van het project, van de afwatering in Nederland en Vlaanderen wordt als niet-aanvaardbaar beschouwd.

Een verslechtering van de waterkwaliteit in de afwaterende gebieden, in die mate dat de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water erdoor in het gedrang zouden komen, wordt evenmin als aanvaardbaar beschouwd.

Als randvoorwaarde voor het project wordt vanuit de discipline Water dus gesteld dat het project in geen geval mag aanleiding geven tot een verslechtering van de afwatering en van de kwaliteit van het oppervlaktewater, in vergelijking met de referentietoestand in 2010.

3. ONDERZOEKSMETHODE

In de volgende paragrafen wordt een korte beschrijving gegeven van de gevolgde aanpak bij de bestudering van de verschillende oorzaak-effectrelaties.

In eerste instantie wordt een beschrijving gegeven van de aanpak voor het inschatten van de mate waarin de bedoelde effecten (in essentie het bestendigen van het Zwin als intergetijdengebied) kunnen gerealiseerd worden. Dit onderdeel steunt sterk op de inzet van morfologische en hydrodynamisch modelleringen. Vervolgens wordt ingegaan op de wijze waarop de secundaire (niet-bedoelde) impacts van de ingrepen zullen bestudeerd worden.

3.1 Methode voor het begroten van de primaire (gewenste) effecten

Voor het volledige gebied van het huidige Zwin en de mogelijke uitbreidingsgebieden werd een 2D hydrodynamisch model opgezet. In de hiernavolgende paragrafen wordt de opbouw van het model beschreven.

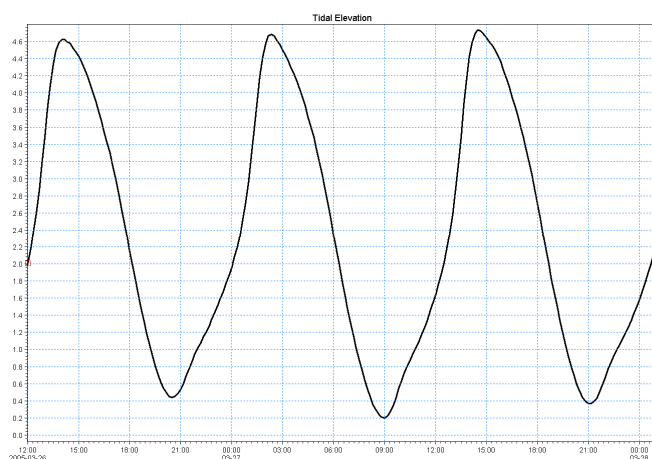
3.1.1 Bathymetrie

De gebruikte bathymetrie is opgebouwd uit het DHM Vlaanderen (OC Gis, 2003), aangevuld met het DHM van het strand (VITO, 2005) en met vooroeverlodingen (AWK, 2003).

Deze DHM werd aangevuld met DGPS metingen uitgevoerd in april 2006 ten einde over nauwkeurige informatie te beschikken over thalweg en dwarsdoorsneden van de belangrijkste geulen in het systeem.

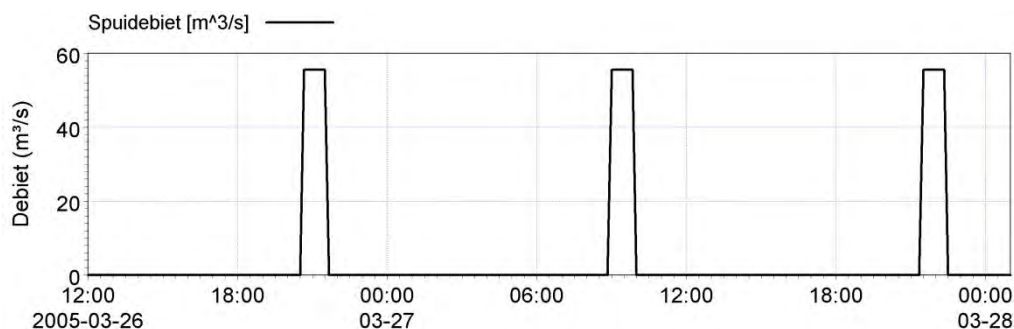
3.1.2 Randvoorwaarden

De zeewaartse open rand ligt langs de isobath -0.5m TAW en lateraal op strandhelling tot duinvoet. Als getijcurve werd een gemiddeld springtij geselecteerd met een maximale waterstand van $4\text{m}73\text{ TAW}$, als opwarming werden twee voorafgaande getijden meegenomen (Figuur 3-1). Deze waterstanden werden opgemeten te Cadzand tussen 26 maart 2005 12u en 28 maart 2005 01u.



Figuur 3-1: Springtij te Cadzand, 27 maart 2005.

Voor de alternatieven met spuien werd een debietstijdsreeks opgelegd met een blokfunctie overeenkomende met een geloosd volume van 200,000 m³ op 1 uur (Figuur 3-2). De randvoorwaarden voor het spuien werden in een eerder fase van de studie afgeleid

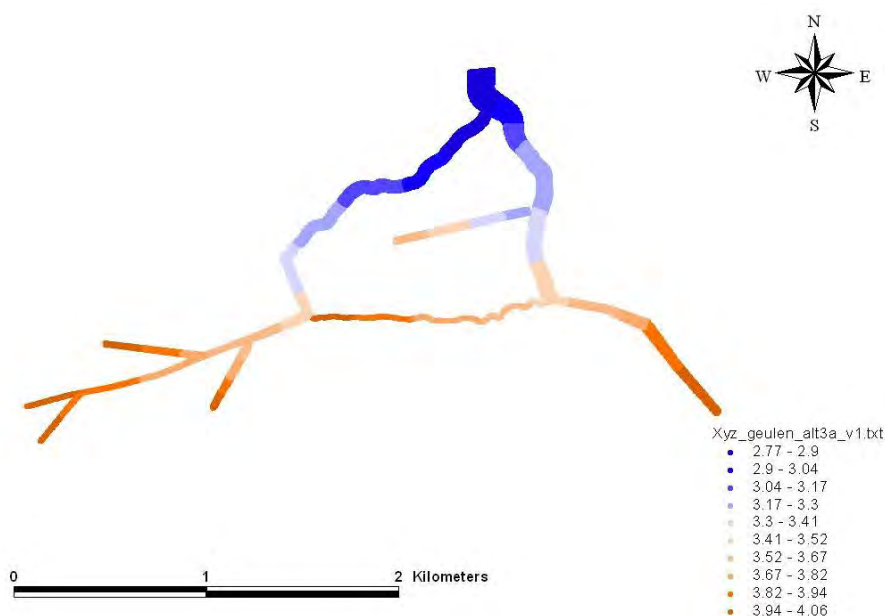


Figuur 3-2: Blokfunctie spuidebiet met 55.56 m³/s gedurende 1 uur.

3.1.3 Inbrengen van geulen in het systeem

De geulensystemen voor de alternatieven werden steeds afzonderlijk bepaald door ruimtelijke en directionele interpolatie van bodemhoogte en geulbreedte langsheen de thalweg van de huidige geulen. Er werd uitgegaan van een trapeziumvormig profiel.

Na interpolatie van de geulkenmerken werd een hoogtemodel weggeschreven dat als basis dient voor de automatische aanpassing van de bathymetrie aan de gewenste eigenschappen van het geulensysteem (Figuur 3-3).



Figuur 3-3: Voorbeeld van DHM van het toekomstige geulensysteem (alternatief 3a).

3.1.4 Modelomgeving

Het model werd opgezet met MIKE21FM (Flexible Mesh), de variant van MIKE11 waarin met de methode van eindige volumes wordt gerekend. Voor de alternatieven waar met behulp van een kunstwerk een verbinding wordt gelegd tussen Zwin en omliggende polders werd in een MIKE21FM rooster een koppeling gelegd met behulp van MIKE FLOOD waarin een

MIKE11 model de waterstanden in en debieten door de structuur doorrekent. De communicatie van beide modellen gebeurt door de MIKE FLOOD module.

In eerste instantie wordt het stromingsveld met bijhorende waterstand in MIKE21FM berekend op tijdstap n , vervolgens wordt een extrapolatie gemaakt van dit stromingsveld op tijdstap $n+1/2$. De waterstanden voor deze 'interim' tijdstap wordt doorgegeven aan MIKE11 en gebruikt voor op- en afwaartse rand voor het 1D model, waarna het debiet doorheen de structuur berekend wordt. Dit debiet wordt vervolgens evenredig verspreid over een lijn in het 2D model, en wordt dus vertaald naar een stroomsnelheid, dit rekening houdend met de waterdiepte.

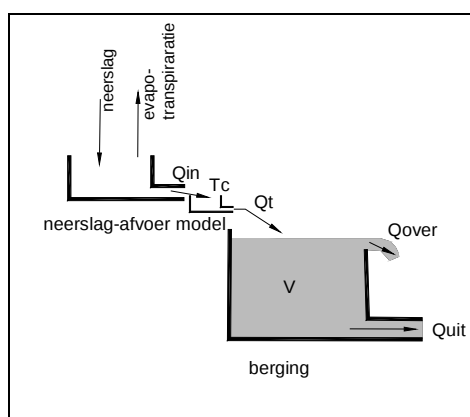
3.2 Methode voor de studie van de secundaire effecten

3.2.1 Invloed op de afwatering en het peil(beheer) van de polders

Voor de alternatieven waarbij gestreefd wordt naar het vergroten van de spuiwerking van het Zwin door het herstellen van de natuurlijke (d.i. richting Zwin) afwatering van het achterliggende poldergebied (op Vlaams en Nederlands grondgebied), werd een apart 'poldermodel' gebouwd. Dit model levert de randvoorwaarden voor het (hydrodynamische) Zwin-model en levert de informatie die nodig is voor een correct dimensioneren van het voorziene spaarbekken en pompgemaal. Daarnaast kan dit model ook gebruikt worden voor het inschatten van de effecten van het gebruik van polderwater voor het spuien op de peilen in de poldergrachten.

Een conceptueel model moet (enkel) de meest significante karakteristieken van het gemodelleerde systeem bevatten. Daartoe wordt het totale afwateringssysteem opgedeeld in verschillende bakken die onderling met elkaar verbonden zijn. Elke bak stelt een bepaald onderdeel van het afwateringssysteem voor. Het bakkenmodel heeft als grote voordeel dat zeer lange tijdseries kunnen gesimuleerd worden. Men kan dus bijvoorbeeld perfect zien welk volume water de afgelopen 30 jaar in het reservoir aan het Zwin aanwezig zou geweest zijn om te spuien, rekening houdend met de structuren in de polder. Dit is met een klassieke hydrodynamische modellering niet mogelijk.

Elk modellement (elke bak) bestaat uit twee delen (zie Figuur 3-4), namelijk een deel voor de berekening van de toegevoerde neerslagafvoer, en een deel voor de berekening van het transport en de berging (in de waterloop, de riolering, een reservoir, e.d.).



Figuur 3-4: Bakkenmodel (Bron: IMDC, 2006)

3.2.2 Verzilting van het grondwater

Het grondwater onder het Zwin en onder het grootse deel van de Willem-Leopoldpolder is nu al verzilt. Grondwaterverzilting is ook in grote delen van Zeeuws-Vlaanderen geen onbekend fenomeen. Meestal wordt dit echter niet als problematisch gezien en blijven negatieve effecten voor de landbouw uit³, omdat bovenop het zilte grondwater bijna altijd een laag zoet grondwater voorkomt. Het is de dikte van deze zoete laag (of anders gezegd, de diepte waarop het scheidingsvlak tussen zoet en zout water zich bevindt), dat bepaalt of verzilting een probleem is. Een uitspraak over de mate waarin verzilting zal toenemen, komt dus neer op een uitspraak over de stijging van het grensvlak zout/zoet water, gekoppeld aan een uitspraak over de oppervlakte waarover het fenomeen zich voordoet.

Een dergelijke uitspraak is, in numerieke termen, slechts te doen op basis van een gedetailleerd grondwatermodel dat dichtheidsafhankelijke stromingen kan doorrekenen. Vermits een dergelijk model in het kader van dit MER niet werd ingezet, zullen de uitspraken kwalitatief zijn, op basis van een conceptueel model van het gedrag van (verzilt) grondwater, en rekening houdend met wat in vergelijkbare situaties is berekend of waargenomen. We beperken ons daarbij tot een expertuitspraak over de vraag of het verziltingseffect al dan niet potentieel problematisch is. We spreken ons daarbij niet uit over de beïnvloede oppervlakte of de mate waarin de zoute grondwaterlaag dichter bij het oppervlak komt te liggen.

In 2009 werd een geohydrologische studie uitgevoerd door de Universiteit van Gent, waarin de veranderingen in het grondwatersysteem en de verzilting/ontwikkeling van zoet grondwater werden onderzocht. In 2011 is een meer gedetailleerd vervolg geohydrologisch onderzoek uitgevoerd (Lebbe & Courtens, 2011). Aangezien dit onderzoek betrekking heeft op het uitwerken en verfijnen van het inrichtingsplan worden de resultaten hiervan in het hoofdrapport besproken in hoofdstuk 12.

3.2.3 Invloed van de kwaliteit van het spuiwater op de waterkwaliteit in het Zwin

Ook voor de bespreking van de score voor dit criterium werd geen model ingezet. De score wordt dus toegekend op basis van een expertoordeel, dat uitgaat van het zoutgehalte en de pollutie van het spuiwater en de waterbodem, rekening houdend met het spuiregime en met de wijze waarop de geulen in het Zwin in de projectsituatie zullen geconfigureerd en gedimensioneerd zijn.

³ Met die beperking dat het grondwater uiteraard niet voor berekening kan gebruikt worden.

4. BESCHRIJVING VAN DE REFERENTIESITUATIE

Gezien de uitvoering van de uitbreiding van het Zwin uitgesteld is, is het indertijd gehanteerde referentiejaar 2010 niet meer correct. De huidige planning is dat het project start in 2013 en afgerond zal zijn in 2015, waardoor het te hanteren referentiejaar wijzigt van 2010 naar 2015. Omdat de keuze voor het voorkeursalternatief reeds gemaakt is zal dit enkel bij de effectbeoordeling van het inrichtingsplan in hoofdstuk 12 van het hoofdrapport worden meegenomen.

4.1 Huidige toestand

4.1.1 Grondwater

4.1.1.1 Kwantiteit

Het tertiair geologisch substraat van het Zwin en de achterliggende Willem-Leopoldpolder wordt gevormd door de laat-eocene formatie van Maldegem, meer bepaald door het kleiige lid van Onderdijke. De top van het tertiair komt op een diepte van 20 à 30 meter diepte voor.

De kwartaire lagen bestaan hoofdzakelijk uit kleiig materiaal afgezet tijdens het holocene door diverse overstromingen door de zee, met daaronder zandig materiaal afgezet tijdens het pleistoceen. De holocene sedimenten vertonen een sterke laterale heterogene variatie.

De bovenste winbare grondwaterlaag in het gebied is gesitueerd in het kwartair, waarbij de basis gevormd wordt door de tertiaire aquitard. Enkel in het uiterste zuidwesten van het studiegebied ontbreekt deze aquitard en vormt de kwartaire aquifer een continuüm met de onderliggende tertiaire aquifer van het Ledo-Paniseliaan.

Gezien het ontbreken van een voldoende dikke afdekkende laag en de ondiepe ligging van het grondwater wordt de kwartaire aquifer in het studiegebied als zeer kwetsbaar beschouwd. Het grondwater in dit gebied is ook verzilt. In de praktijk komt bovenop het zilte grondwater echter meestal een laag zoet water voor, een gevolg van de doorsijpeling van regenwater en de dichtheidsverschillen tussen zout en zoet water.

Binnen het studiegebied worden de voornaamste infiltratiegebieden gevormd door de duinen en de kreekruigen. Vooral in de duinen, met hun grote infiltratiecapaciteit, wordt het grondwater gevoed door infiltrerend regenwater. Van daaruit ontstaat een kwelstroom zowel in de richting van de zee als in de richting van de polders. Infiltratie in de polders is beduidend lager dan in de duinen.

Men kan er van uitgaan dat alle zeer laaggelegen gebieden in de polders kwelgebieden zijn. Het gaat daarbij voor een groot deel om zilte kwel (zie verder). Dit kwelwater wordt opgevangen en afgevoerd door het oppervlaktewatersysteem, wat de deels brakke toestand van dit oppervlaktewater verklaart (zie ook verder).

Plaatselijk treedt verdroging op door grondwateronttrekking. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de Zwinbosjes, mogelijk te wijten aan de aanleg van ondergrondse parkeergarages in Knokke, die het grondwater draineren.

Het grondwaterpeil in de polders ligt grosso modo op zo'n 2,3 m TAW, hetzij bijna twee meter onder het maaiveld. Dit peil wordt door controle van het grachtenpeil redelijk constant gehouden. Op het hoogste punt in de duinen bedraagt de grondwaterstand zo'n 4,5 m TAW.

4.1.1.2 Zoutgehalte

Onder de polders komt zoals gezegd bijna overal brak grondwater voor. Dit water is hoofdzakelijk een restant van marien water dat na de terugtrekking van de zee in de ondergrond is achtergebleven. Bovenop deze zoute waterlagen komt bijna steeds een laag zoet water voor; zoet water heeft immers een lagere densiteit dan zout water. Het is deze zoetwaterlaag, gevormd en onderhouden door neerslag en de aanvoer van zoet water van buiten het gebied, die landbouw toelaat in de polders. De dikte ervan bepaalt in welke mate verzilting een probleem is, en of het grondwater winbaar is. In Nederland wordt er van uitgegaan dat een zoete grondwaterlaag van 15 meter of meer dik, bovenop het zoute grondwater, winbaar is.

De mate waarin het water van de polders verzilt is, kan afgeleid worden uit de verziltingskaart van De Breuck⁴ (Figuur 4-2). Ook de Grondwaterkwetsbaarsheidskaart van Vlaanderen geeft aan waar de bovenste watervoerende laag verzilt is⁵. Uit een vergelijking van beide kaarten valt op te maken dat de Grondwaterkwetsbaarsheidskaart het grondwater als verzilt beschouwt, als de dikte van de zoetwaterlaag (volgens de kaart van De Breuck) minder dan 10 meter bedraagt.

Voor wat de oostelijke Zwinpolder betreft, stelt men de aanwezigheid vast van een duidelijke NO-ZW gerichte verziltingstong, die min of meer het tracé van de oude Zwingel lijkt te volgen. De verzoetende invloed van de Damse vaart is ook duidelijk waar te nemen. Onder de duinen treft men een “zoetwaterbel” aan. Dit is een zone waarbij het grondwater over de volledige diepte, tot aan de aquitard van de formatie van Maldegem, uit zoet water bestaat. Het is uit deze, door in de duinen infiltrerend regenwater gevoede zoetwaterbel, dat het drinkwaterbedrijf van Knokke Heist water oppompt.

Het verziltingsverschijnsel in de polders doet zich voor onder de vorm van zoute kwel. Deze kwel ontstaat doordat in de hoger gelegen duingebieden infiltrerend regenwater er plaatselijk het zoute water zijdelings verdrijft, wat in de lager gelegen polders aanleiding geeft tot een verticale (opwaartse) beweging van verzilt water. Om tegendruk te kunnen bieden aan deze kweldruk, is aanvoer van voldoende zoet water nodig. In een normale winter wordt dit geleverd door het neerslagoverschot. In de zomer is de normale hydrologische balans niet gericht op aanvulling van het grondwater, en is aanvoer van extra (zoet) water van buiten het gebied meestal nodig om de zoute kwel onder controle te houden. Dit is dan ook de voornaamste functie van het inlaten van zoet water in de polders tijdens de zomer⁶.

Ook door het gericht opvangen en afvoeren van de zoute kwel op de plaatsen waar hij het sterkst is (in principe aan de overgangen tussen de hoger gelegen gebieden en de lager gelegen polder), kan de verzilting tegengegaan worden. Algemeen is het zo dat de kweldruk grotendeels gericht is op de grachten, waardoor deze van nature verzilt zijn. Een voldoende vlotte afvoer van dit water is noodzakelijk om de grachten toe te laten hun drainerende werking en hun rol in het opvangen van een deel van de zoute kwel te blijven spelen. Zoetwaterbeheer in de polders in de zomer moet dus gericht zijn enerzijds op het behouden van een voldoende hoog zoetwaterpeil in grachten van waaruit het grondwater kan gevoed

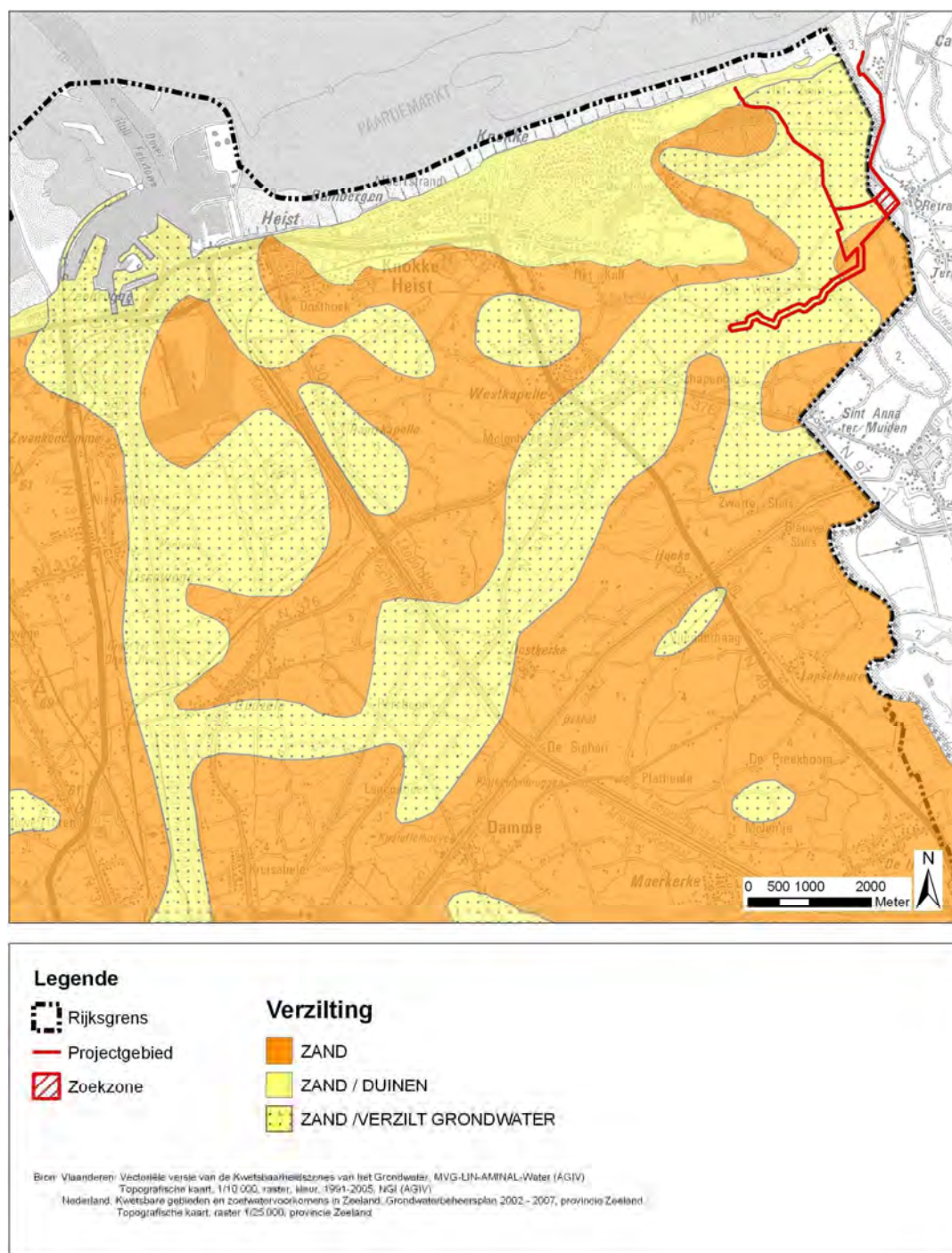
⁴ Uit metingen uitgevoerd in het kader van de studie “Herverzilting van de Kleyne Vlakte” (IMDC, 2007) blijken verschillen tussen de waarnemingen en de kaart. Zo werd de op de kaart aangegeven uitstulping van de zoutwatergrens in de richting van Kleyne Vlakte en duinen in de praktijk niet aangetroffen.

⁵ De overgang tussen zout en zoet grondwater wordt hier gedefinieerd als een zoutgehalte van 1.500 ppm.

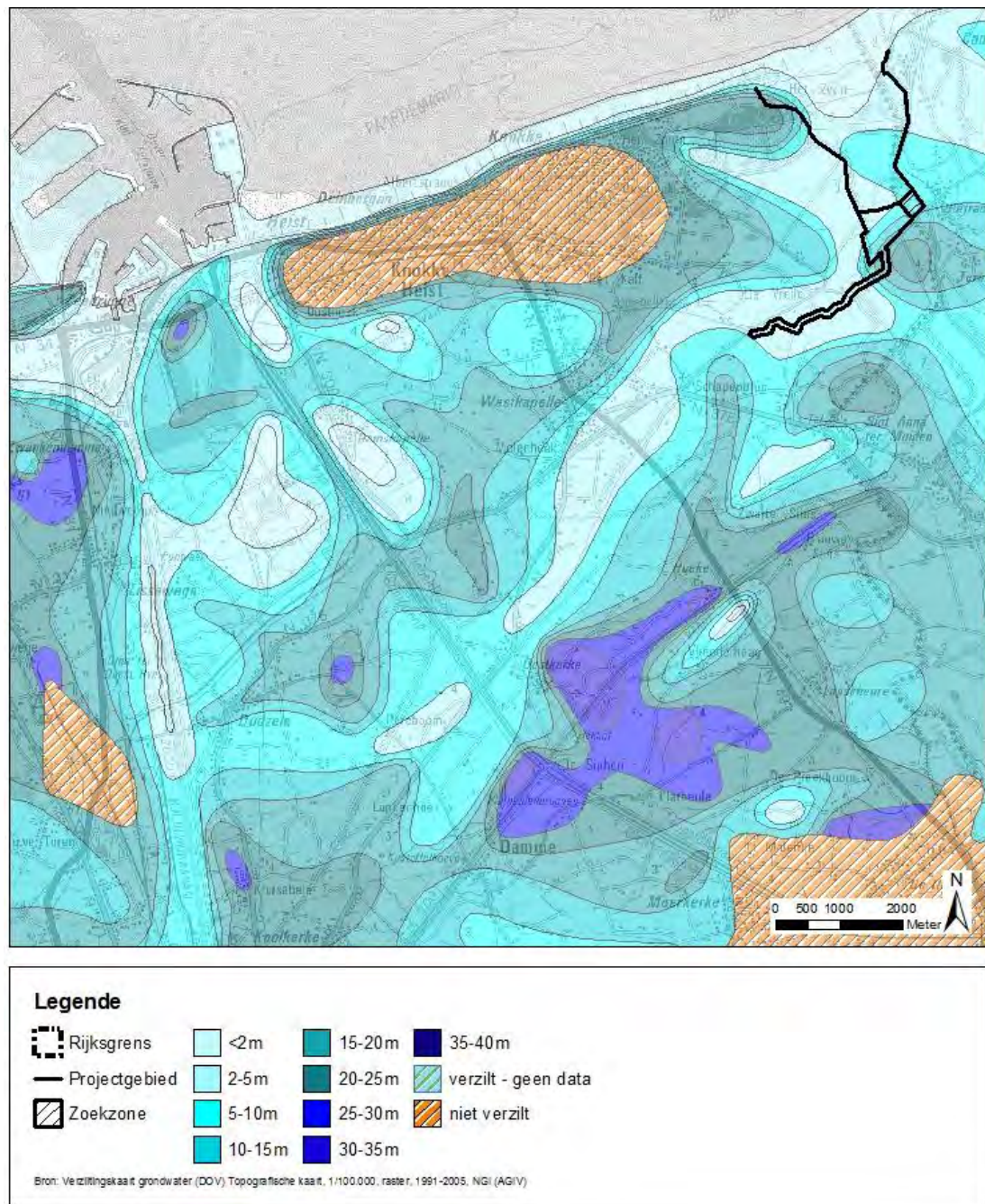
⁶ In het kader van de studie “Opmaak van laagwaterstrategieën (IMDC, 2006) werd zo bijvoorbeeld geschat dat om te voldoen aan de waterbehoefte van de polder van Blankenberge in de droogste decade van een 20% droog jaar een aanvoer van 0,9 m³/s aan zoet water nodig is; het grootste deel hiervan (0,7 m³/s) dient om verzilting tegen te gaan door de zoete grondwaterlaag op peil te houden en door de afvoer van brak water uit de grachten mogelijk te maken.

worden, anderzijds op het vlot afvoeren van de in de lager gelegen grachten gecapteerde zoute kwel.

Volgens een meetpunt van de grondwaterkwaliteit op Nederlands grondgebied nabij Cadzand (bron: Provincie Zeeland) komt er vanaf een diepte van 10,87 meter onder maaiveld (filter 2) zout grondwater voor ($> 1500 \text{ ppm Cl}^-$). Dit komt redelijk overeen met de verziltingskaart van De Breuck, welke 5-10 m aangeeft (meetpunt niet zichtbaar op Figuur 4-2). De analyseresultaten van dit meetpunt over de periode 1990 - 2004 zijn weergegeven in Bijlage A. Ook de waarden van andere chemische parameters zijn in deze tabel terug te vinden.



Figuur 4-1: Verspreiding van het verzilt grondwater in Vlaanderen volgens de Grondwaterkwetsbaarheidskaart



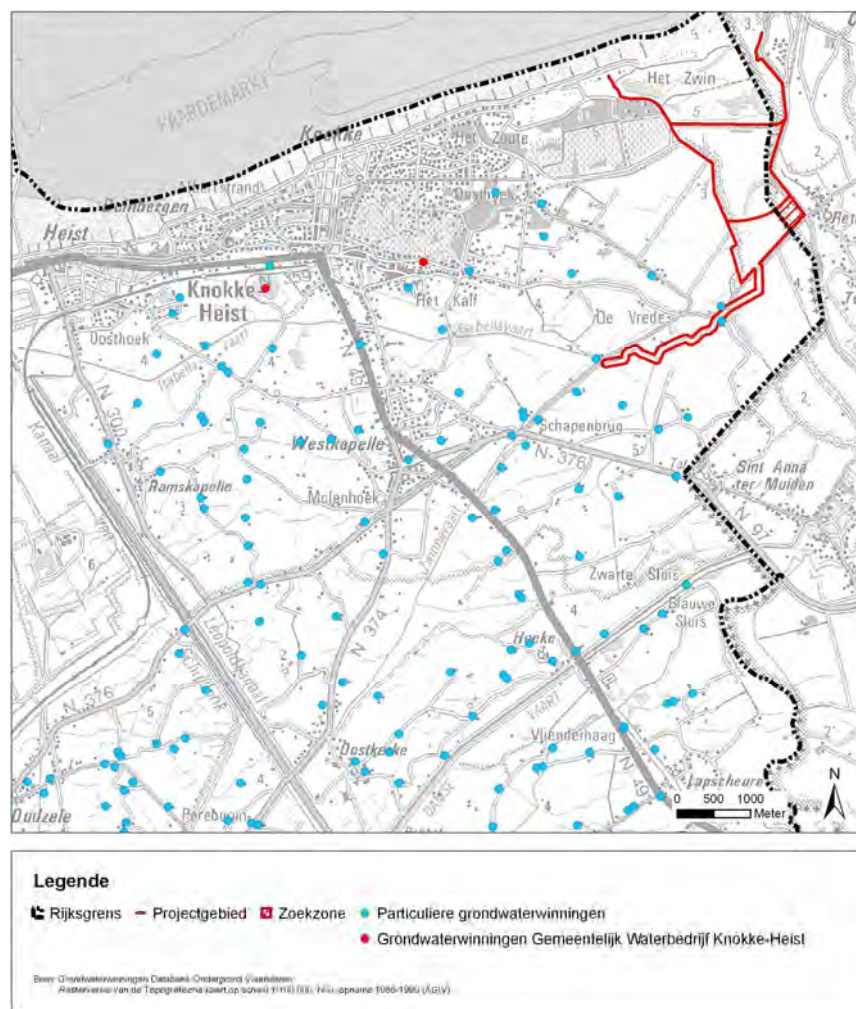
Figuur 4-2: Verspreiding van het verzilt grondwater volgens de verziltingskaart van De Breuck (1974)

4.1.1.3 Grondwaterwinning

Figuur 4-3 toont aan dat er in het studiegebied talrijke grondwatervergunningen verleend zijn. Dit grondwater is voornamelijk bedoeld voor rundveehouderijen en veeteelt. Er is geen verband vast te stellen met de dikte van de zoete grondwaterlaag; ook in gebieden met zout grondwater op minder dan 5 meter diep worden winningen aangetroffen. Het moet dus wel om ondiepe winningen met een zeer beperkt debiet gaan.

Twee winningen worden uitgebaat door het Gemeentelijke Waterbedrijf Knokke-Heist. Het betreft de waterwingebieden ter hoogte van Put De Cloedt en het duinengebied van de Golf. Het water wordt er respectievelijk op een diepte van 15 en 24 m (m-mv) gewonnen. Het

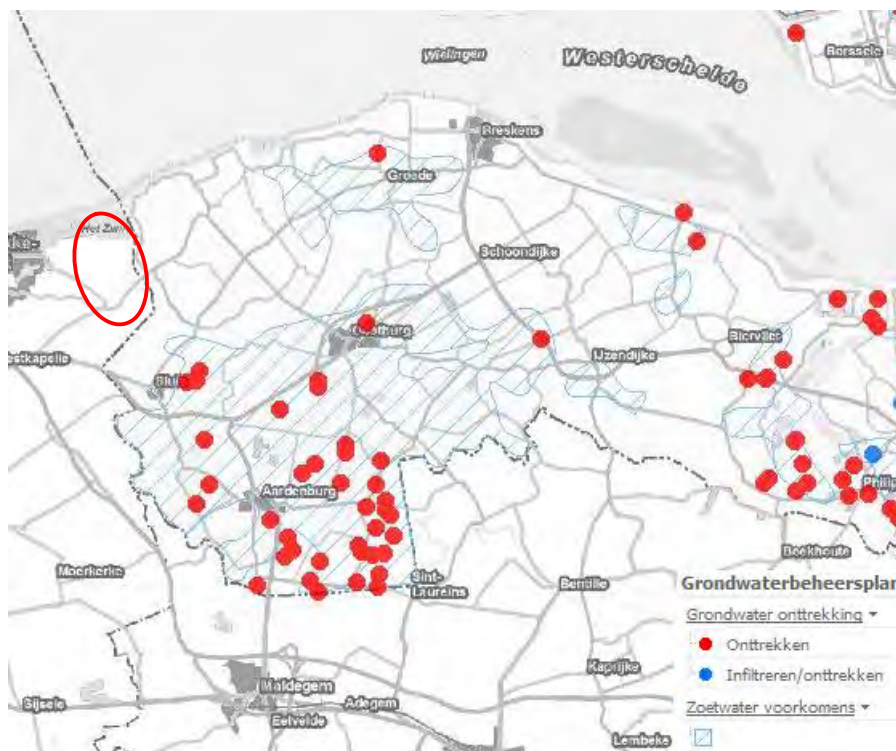
water dat reeds jarenlang uit het golfterrein wordt ontgonnen, is afkomstig uit de duinen. Het onttrokken debiet bedraagt ongeveer 860.000 m³/jaar. Het water ontgonnen ter hoogte van 'Put De Cloedt' is afkomstig uit een pleistocene laag. Plannen voor een bijkomende winning op het golfterrein, tot in het Ledo Paniseliaan Aquifersysteem, werden niet ten uitvoer gebracht.



Figuur 4-3: Locatie van de grondwaterwinningen in het studiegebied (Vlaamse deel)

Knokke-Heist haalt een derde van haar drinkwater uit de grondwaterwinning. De rest van het drinkwater werd aangekocht via de Tussengemeentelijke Maatschappij voor Watervoorziening (TMVW). Om verzilting door overmatig oppompen en uitputting van de zoete "bel" onder de duinen tegen te gaan, is de stad op zoek gegaan naar alternatieven inzake drinkwatervoorziening. Vanaf 2010 zal drinkwater uit het Leopoldkanaal gewonnen worden via omgekeerde osmose. Dit water zal verder aangevuld worden met mineraalrijk water uit een nieuw grondwaterwinningsgebied bij 'Put De Cloedt'. De winning uit de duinen zal stelselmatig afgebouwd worden.

In het Nederlandse deel van het studiegebied wordt merkbaar minder grondwater opgepompt (Figuur 4-4). Dit heeft onder meer te maken met het feit dat de verzilting van het grondwater er een belangrijker probleem vormt dan in Vlaanderen. Een uitzondering hierop vormt het zuidelijke deel van het (uitgebreide) studiegebied op Nederlands grondgebied, ten zuiden van Aardenburg. Hier komen zoetwaterlagen met een dikte van meer dan 15 meter voor.



Figuur 4-4: Locatie van de grondwaterwinningen nabij het studiegebied (rode cirkel) op Nederlands grondgebied (Geoloket Provincie Zeeland, 2012)

4.1.2 Oppervlaktewater

4.1.2.1 Hydrografie en peilbeheer

Het oppervlaktewatersysteem in de omgeving van het Zwin bestaat uit polderwaterlopen die het overtollige water afvoeren naar de zee. Vroeger gebeurde dit via het Zwin. In Vlaanderen is dit nog te merken aan het feit dat de waterlopen aan de kant van het Zwin breder zijn dan aan de kant van het Leopoldskanaal. Tegenwoordig wateren de polderwaterlopen op Vlaams grondgebied (Zwinpolder) gravitair af naar het Leopoldskanaal.

Er bevinden zich 7 uitwateringspunten van het Oostelijk deel van de Zwinpolder op het Leopoldkanaal (Tabel 4-1).

Tabel 4-1: 7 uitwateringspunten van het Oostelijk deel van de Zwinpolder op het Leopoldkanaal (van noord naar zuid)

Naam Waterloop	Oppervlakte deelstroomgebied
Isabellavaart	1570 ha
Noordwatergang	584 ha
Zuidwatergang	374 ha
Feveryader	40 ha
Kalsijdeader	180 ha
Zwinnevaart	1650 ha
Moerader	310 ha

De Zwinnevaart⁷ en Isabellavaart zijn dus duidelijk de belangrijkste waterlopen in het gebied. Het in de huidige situatie meest bovenstroomse deel van het gebied (d.i. het dichtst tegen het Zwin aan) wordt gevormd door het deelstroomgebied van de Grote Geule. Dit deelgebied, met een oppervlakte van 1570 ha, komt min of meer overeen met het ambtsgebied van de Nieuwe Hazegraspolder, en watert deels via de Isabellavaart en deels via de Zwinnevaart af naar het Leopoldskanaal.

Op te merken valt dat deze stroomgebieden niet volledig gescheiden zijn; er bestaan inderdaad verbindingen, bijvoorbeeld tussen de Noordwatergang en de Zuidwatergang, tussen de Isabellavaart en de Noordwatergang en tussen de Zuidwatergang en de Zwinnevaart. Deze verbindingen laten toe de waterverdeling in het gebied te optimaliseren, zowel bij droogte als bij wateroverlast. De doorstroming via deze verbindingen laat echter op dit moment te wensen over.

De stroomrichting in de polderwaterlopen kan verschillen naargelang het seizoen. In de winter ligt de nadruk immers op afwatering, terwijl in de zomer ophouden van water en aanvoer van extern water een rol spelen in de hydrologie. In de winter moet het peilbeheer toelaten dat er voldoende bergingscapaciteit is (in de waterlopen zowel als in de bodem) voor extreme neerslagevents⁸ en dat de bodem voldoende ontwaterd blijft om in het voorjaar bewerkbaar te zijn. In de zomer wordt gestreefd naar een peil dat kan instaan voor voldoende (zoet) water ten behoeve van de watervoorziening aan de gewassen en de beheersing van de zoutwaterproblematiek.

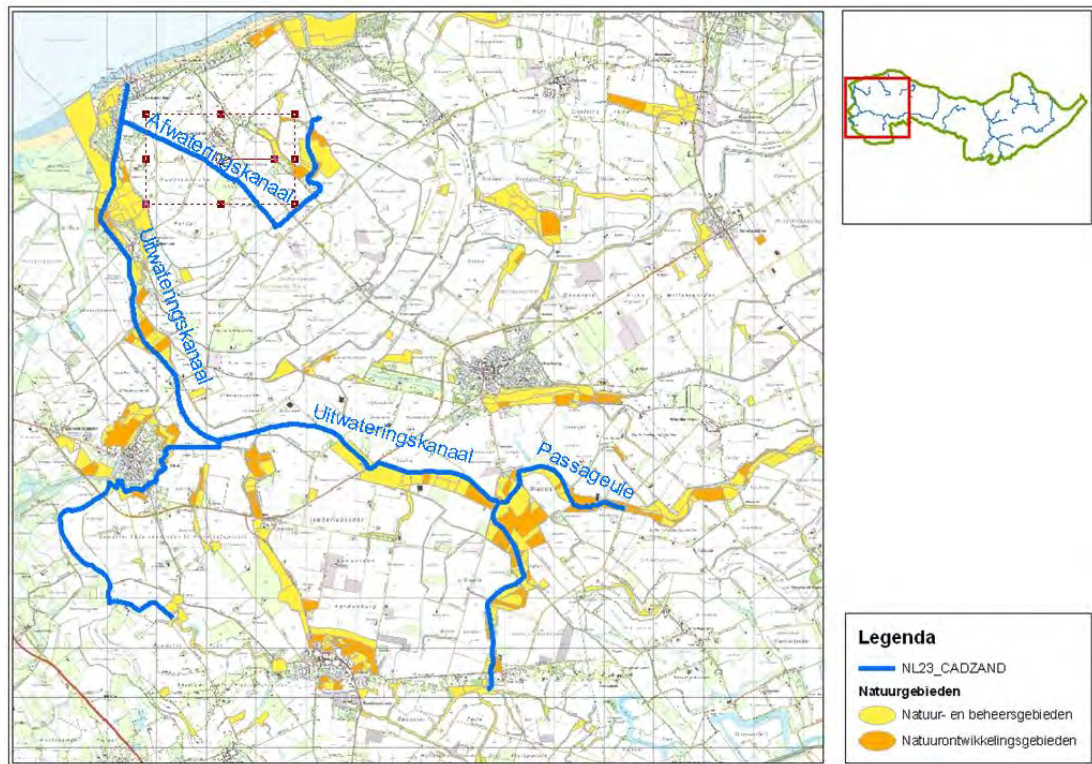
De waterlopen in het Nederlands deel van het studiegebied wateren af in de richting van Cadzand, waar zowel gravitair als via een pompemaal kan geloosd worden. Het waterlichaam Cadzand, dat afwatert naar het gemaal Cadzand, bedraagt 13.825 ha en is grotendeels gelegen op Nederlands grondgebied. In de zomer wordt dit gebied vergroot met een gebied gelegen ten zuiden van Biervliet en IJzendijke, waardoor de totale oppervlakte van het naar Cadzand afwaterend gebied toeneemt tot 17.107 ha. Bij natte periodes en een te hoge waterstand op zee kan ook het gebied ten noorden van Biervliet niet gravitair lozen op zee, en wordt ook dit deel afgevoerd via het gemaal van Cadzand. De totale afgewaterde oppervlakte bedraagt op dat moment zo'n 23.770 ha.

Het gemaal Cadzand streeft ernaar een winterpeil van 1,42 m TAW (NAP -0,90) te behouden afwaarts van de stuw Driekokers en 1,67 m TAW opwaarts van de stuw. Dit peil is vergelijkbaar met het winterpeil dat in Vlaanderen (Zwinpolder) wordt nagestreefd (1,50 m TAW). In de zomer wordt in Nederland gestreefd naar een peil van 1,57 m TAW (0,75 m onder NAP) afwaarts van Driekokers en 1,77 m opwaarts van de stuw; ook dit is grosso modo vergelijkbaar met het zomerstreefpeil van de Zwinpolder (1,85 m TAW).

Het waterlichaam Cadzand (Figuur 4-5, Code NL23_CADZAND, waterbeheerder : Waterschap Scheldestromen) bestaat hoofdzakelijk uit de voormalige kreekrestant Passageule met zijkreken als de Bonte Kof en Grote Gat St.Kruis. De diepte van de waterlopen varieert van 1,0 tot 3,5 meter. Door eeuwenlange inpolderingen en onderhoud heeft vooral de Passageule een cultuurtechnisch uiterlijk gekregen. Het Waterschap Scheldestromen staat in voor het beheer van de waterlopen. Een gedetailleerde factsheet van het waterlichaam Cadzand is opgenomen in Bijlage B (bron: Provinciaal Omgevingsplan Provincie Zeeland).

⁷ De Zwinnevaart volgt het historisch tracé van het vroeg-middeleeuwse Oude Zwin, een scheepvaartkanaal dat gegraven werd tussen Brugge en de getijdengeulen van de Sincfal (zie hiervoor ook het deelrapport "Landschap, Bouwkundig Erfgoed en Archeologie").

⁸ De onvolkomen gravitaire afwatering maakt dergelijke buffercapaciteit noodzakelijk.



Figuur 4-5: Waterlichaam Cadzand

In het waterlichaam zijn verschillende al dan niet omkeerbare hydromorfologische ingrepen uitgevoerd (Tabel 4-2), die negatieve effecten hebben op de ecologische kwaliteit van het watersysteem. De negatieve effecten voor de kwaliteitscomponenten bestaan uit het verlies van habitatdiversiteit met als gevolg minder leefgebied (o.a. paai- en opgroeiplaatsen voor vis) en een lagere soortenrijkdom, slechte groeiomstandigheden voor waterplanten (macrofyten) en ontbreken of beperken van de migratiemogelijkheden van vissen.

Een aantal hydromorfologische belastingen is onomkeerbaar waardoor het aannemelijk is dat voor een aantal ecologische kwaliteitselementen (zoals vissen en oeverplanten) de GET (goede ecologische toestand) niet haalbaar is.

Tabel 4-2: Hydromorfologische ingrepen met toetsting op omkeerbaarheid

Hydromorfologische belasting	Omkeerbaar
Zeekerende dijken	Nee
Compartimentering door gemaal en stuwen	Nee
Kunstmatig peilbeheer	In beperkte mate
Dimensionering	Ja
Drainage van percelen	Nee

4.1.2.2 Wateroverlast

Zoals gezegd verloopt de afwatering van het Vlaams gedeelte van het studiegebied via het Leopoldkanaal. Aangezien het hier om een gravitaire afwatering gaat, is lozing enkel mogelijk als het kanaalpeil laag genoeg is; dit is bij laag tij op zee. Ook hoge neerslag, stormwind uit zee en dood tij zorgen elk voor zich en in combinatie tot hoger dan normale peilen in het Leopoldkanaal en dus verminderde afwateringsmogelijkheden. Bovendien zijn de afwateringsmogelijkheden van het Leopoldkanaal, zelfs bij gunstige omstandigheden, structureel beperkt, onder meer door de inkokering ter hoogte van de monding en door de gezamenlijke monding met het Schipdonkkanaal. Tenslotte moet nog aangegeven worden dat de terugslagkleppen, die verhinderen dat bij hoge waterstanden in het Leopoldkanaal water vanuit het kanaal naar de Zwinpolder stroomt, als gevolg van de doorgaans geringe peilverschillen en het eigen gewicht van de kleppen zich meestal slechts gedeeltelijk (en met vertraging) openen, wat eveneens een belemmering vormt voor de vrije afwatering.

Op het Leopoldkanaal wordt een (maximaal) winterstreefpeil nagestreefd van 1,30 m TAW, wat in de praktijk echter regelmatig overschreden wordt⁹. Het peil in de polder ligt dan ook vaak nog een stuk hoger, en hoger dan de 1,50 m TAW die als winterpeil voor de polder wordt nagestreefd.

Een bijkomend probleem is dat de bergings- en doorvoercapaciteiten van de polderwaterlopen te beperkt zijn. Dit heeft onder meer te maken met het feit dat de afwatering gebeurt tegen de historische stroomrichting in, met als gevolg dat de waterlopen beperkt zijn in afmetingen daar waar ze juist breed zouden moeten zijn (nl. in de nabijheid van het Leopoldkanaal)¹⁰ en nauwelijks verhang hebben. Zelfs bij een goede afwatering ter hoogte van de lozingspunten kunnen dus meer stroomopwaarts problemen ontstaan doordat het water niet snel genoeg doorstroomt naar de lozingspunten. Enkel het plaatsen van pompen aan de (belangrijkste) lozingspunten is dus geen oplossing, zolang de doorvoercapaciteit van de waterlopen niet verhoogd wordt.

In dergelijke omstandigheden kan het waterpeil in de polder snel stijgen tot ver boven het streefpeil. Dit resulteert in de overstroming van laaggelegen gronden, vooral gelegen nabij het Leopoldkanaal. Deze gronden, met een maaiveldpeil lager dan 2,50 m TAW spelen een belangrijke rol bij het bergen van wateroverschotten, en helpen dus zo wateroverlast elders, op meer gevoelige plaatsen, te beperken. Berekeningen hebben aangetoond dat een bui van 10 mm over de volledige Oostelijke Zwinpolder volledig oppervlakkig kan geborgen worden in deze laaggelegen gebieden¹¹.

⁹ Winterpeilen tot 2,85 m TAW zijn geen zeldzaamheid op het Leopoldkanaal.

¹⁰ Dit is met name het geval voor de Zwinnevaart, waarvoor echter op korte termijn aanpassingswerken gepland zijn.

¹¹ Het behoud van deze functie, wat ook de (toekomstige) bestemming is van deze gronden, is dus essentieel.

Desondanks kan ook wateroverlast optreden van woonwijken (b.v. in Westkapelle). Bij noodsituaties worden doorgaans mobiele noodpompen ingezet die water kunnen overpompen vanuit de Isabellavaart, Zwinvaart, Noordwatergang en Zuidwatergang naar het Leopoldkanaal.

Ook de toename in verharde oppervlakten en de frequente werking van de riooloverstorten zorgen voor moeilijk te controleren piekdebieten, die in combinatie met een onvolkomen afwatering aanleiding kunnen geven tot wateroverlast. Dit fenomeen doet zich ondermeer voor op de Zwinvaart en de Isabellavaart.

Bij hoge waterpeilen in de polder (vanaf TAW +2,40 m) stroomt het water uit de polderwaterlopen in het rioleringsstelsel via de overstorten. In de periode 1993-2004 is het alarmpeil van 2,40 m TAW in het oostelijk deel van de Zwinpolder gemiddeld zo'n 7 keer per jaar overschreden. Als dit gebeurt, kunnen de overstorten niet in werking treden, waardoor de druk op het rioleringsstelsel toeneemt en via die weg wateroverlast optreedt in de dorpskernen. De peilen in de oostelijke Zwinpolder blijken dus moeilijk beheersbaar; één stevige bui in combinatie met ongunstige zeepeilen kan al voor problemen zorgen.

In Nederland (afwateringsgebied van het gemaal van Cadzand) zijn op het vlak van wateroverlast geen grote problemen te melden¹². Dit heeft enerzijds te maken met de betere beheersing mogelijk gemaakt door het gemaal van Cadzand; anderzijds is het studiegebied in Nederland ook merkkelijk minder verstedelijkt en gerioleerd, met minder piekafvoeren als gevolg.

4.1.2.3 Watertekorten

In de zomer wordt op de polderwaterlopen een hoger peil ingesteld, om de watervoorziening aan de landbouw niet in het gedrang te brengen en om verzilting tegen te gaan. Dit peil is onafhankelijk van het Leopoldkanaal en wordt nagestreefd door stuwen aan de uitwateringspunten, die de vrije uitloop van het water naar het kanaal belemmeren¹³. In de praktijk wordt voor het grootste deel van het studiegebied een peil van 1,85 m TAW nagestreefd. Enkel in de nabijheid van de inwateringspunten op de Damse Vaart (die in de zomer extra bevoeiing mogelijk maken) wordt een hoger peil nagestreefd (resp. 1,95 en 2,15 m TAW).

Om deze streefpeilen te kunnen handhaven, wordt in de zomer water ingelaten via zes watervangen op de Damse Vaart (waarvan het streefpeil 4,30 m TAW bedraagt). Drie daarvan functioneren permanent in de periode mei-september, de overige drie worden in werking gesteld in functie van de behoeften. De captatiepunten op de Damse Vaart staan in voor de bevoeiing van zo'n 2000 ha in het zuiden van het studiegebied. Daarnaast wordt ook (permanent) het effluentwater van het RWZI van Knokke ingezet. Dit vertegenwoordigt een constant debiet van (minimaal) 30 l/s.

¹² De "Deelstroomgebiedsvisie Zeeland" voorziet voornamelijk extra berging op laaggelegen graslanden om de problemen, waar ze bestaan, aan te pakken. Toename van de afvoercapaciteit zou slechts in een beperkt aantal gevallen nodig zijn.

¹³ Bij wateroverlast in de zomer, als gevolg van stortbuien, vormen deze (handmatig bediende) stuwen dus ook een belemmering voor de afwatering.

Waterzuiveringsinfrastructuur

In de Zwinpolder zijn twee rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) aanwezig die het afvalwater van de stad Knokke-Heist zuiveren. Het effluent van de RWZI van Heist (gebouwd in 1981) wordt in het Leopoldskanaal geloosd, terwijl het effluent van de RWZI van Knokke (gebouwd in 1929)¹⁴ in de Paulusvaart en zo in de Kleine Geul en de Nieuwe Watergang stroomt. De Zwinpolder plant in de toekomst ook gebruik te maken van het effluentwater van de RWZI van Heist voor bevoeding in de zomer.

In de huidige toestand wordt het afvalwater van Westkapelle ongezuiverd geloosd op de Zwinvaart. Dit zorgt voor een slechte kwaliteit van de omliggende polderwaterlopen in de zomer. Plannen voor het aansluiten van Westkapelle op het RWZI van Heist, via een collector (Kalvekeetdijk), gaan echter binnenkort in uitvoering¹⁵, zodat op redelijk korte termijn een merkbare verbetering van de situatie te verwachten is, met name voor wat de lozingen op de Zwinnevaart betreft. Ramskapelle is evenmin aangesloten op de RWZI van Heist en concrete plannen ontbreken hier voorlopig. Gezien de nabijheid tot de RWZI is hier op middellange termijn wel verbetering te verwachten. Vooral nog zorgen de lozingen van Ramskapelle voor een slechte waterkwaliteit op de Noordwatergang.

De dorpskernen Hoeke en Oostkerke zijn voornamelijk niet aangesloten op een RWZI¹⁶, en er zijn ook geen korte termijnplannen om dit te doen. In totaal gaat het hier om zo'n 750 inwoners, die in de te overziene toekomst hun afvalwater zullen blijven lozen op het oppervlaktewaterennetwerk.

De meeste woningen in het buitengebied zijn niet aangesloten op een riolering en lozen rechtstreeks op het oppervlaktewatersysteem. Veel woningen aan de kust lozen hun afvalwater in zinkputten, wat een bedreiging vormt voor de kwaliteit van het grondwater.

Bij hevige neerslag lozen de in het gebied aanwezige overstorten van de diverse rioleringsystemen naar (hoofdzakelijk) de Isabellavaart en Zwinvaart. Na realisatie van de aansluiting van Westkapelle op de RWZI van Heist blijven nog een tiental belangrijke overstorten in werking in het gebied. Voor drie daarvan is de aanleg van bergingsbekkens voorzien, zodat het overstortwater slechts vertraagd in de waterlopen terechtkomt en door bezinking ook in zeker mate gezuiverd wordt.

Het afvalwater in het Nederlandse deel van het studiegebied wordt gezuiverd in de zuiveringsinstallatie Retranchement¹⁷. Deze RWZI werd gebouwd in 1974. De toename van de toeristenindustrie aan de Noordzeekust en het aanscherpen van de zuiveringsnormen waren de aanleiding om in 1998 de capaciteit van de zuiveringsinstallatie aanzienlijk uit te breiden. De RWZI is oorspronkelijk gebouwd voor het zuiveren van het afvalwater van de woonkernen Cadzand-Bad, Cadzand-Dorp en Retranchement. In een later stadium zijn ook Nieuwvliet en Sluis op de RWZI Retranchement aangesloten. Het gezuiverde water wordt afgevoerd naar het nabijgelegen uitwateringskanaal en zo in zee geloosd.

¹⁴ Deze RWZI wordt deels afgebouwd ten voordele van die van Heist. Hierbij zal ook minder effluentwater ter beschikking zijn, zodat inzet van het effluentwater van het RWZI van Heist in periode van droogte sowieso een noodzaak zal zijn.

¹⁵ In een toelichtingsnota van de gemeenteraad van 31 januari 2008 werd beslist dat de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd. Aquafin NV werd hierbij aangesteld als opdrachtgevend bestuur om op te treden bij de gunning en de uitvoering van het werk.

¹⁶ Met uitzondering van de wijk Eienbroeke in Oostkerke waarvoor een kleinschalige waterzuivering bestaat.

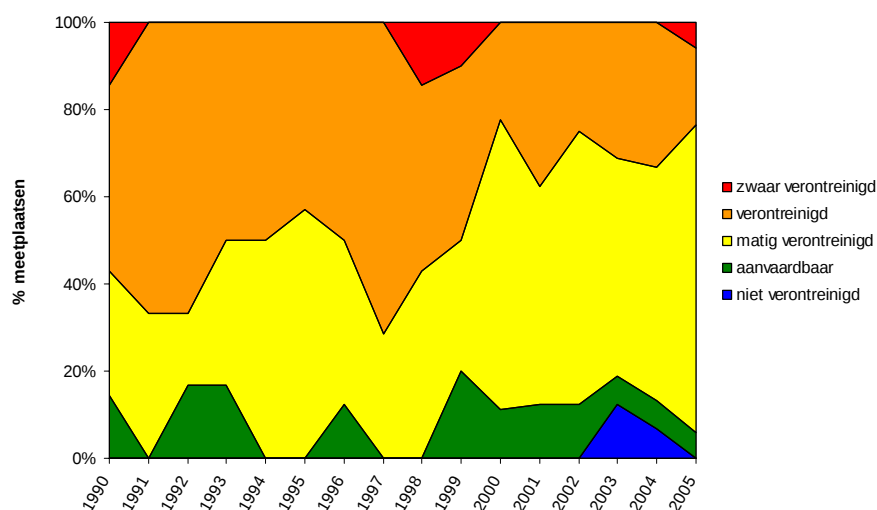
¹⁷ De rioolwaterzuiveringsinstallatie Retranchement (2006). Waterschap Zeeuws Vlaanderen

Waterkwaliteit

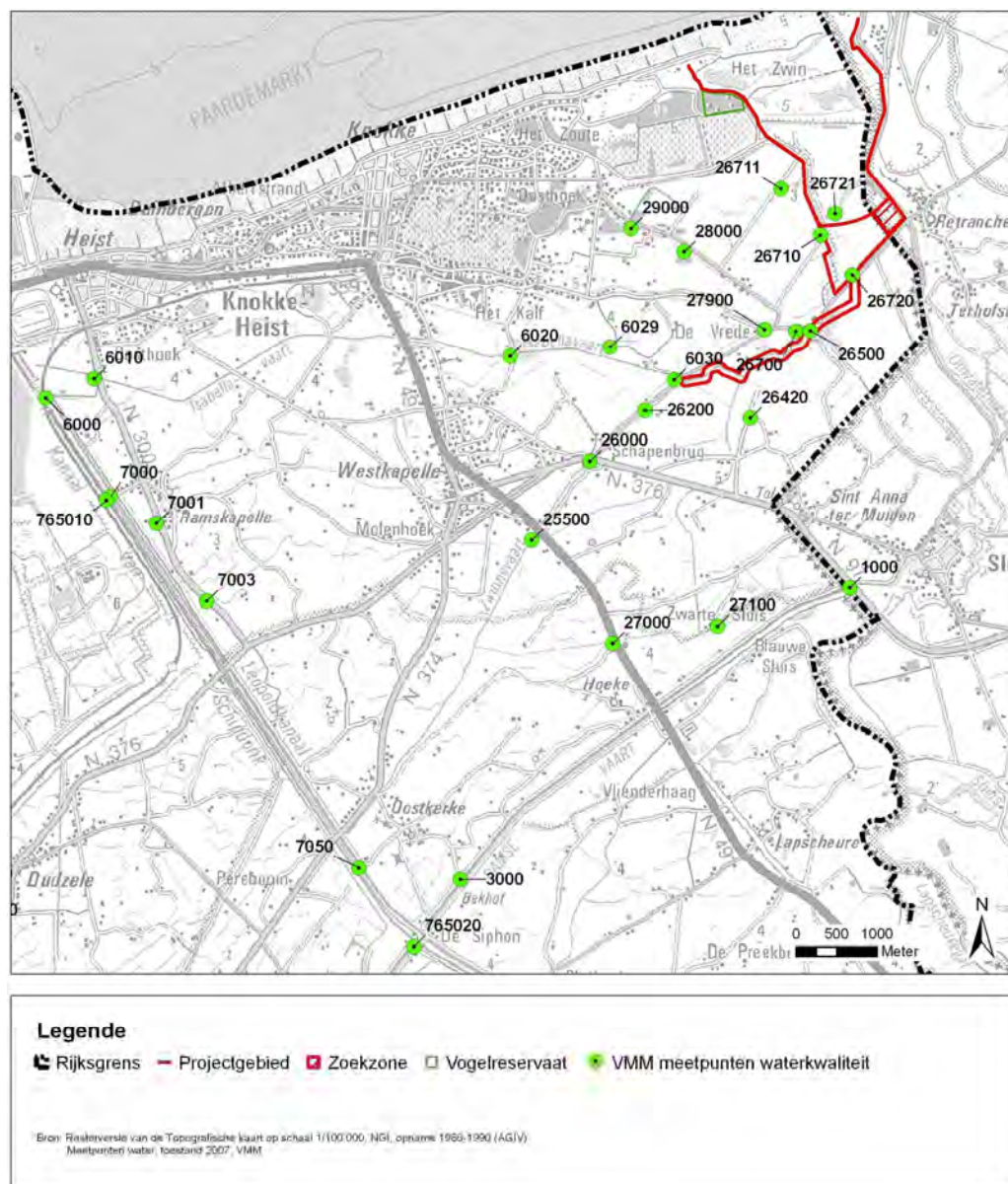
Figuur 4-7 geeft de locatie weer van de meetpunten van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) in het gebied ten noorden van de Damse Vaart en ten oosten van het Leopoldkanaal, zijnde het studiegebied. De resultaten van de metingen zijn terug te vinden in Bijlage C.

Prati-index

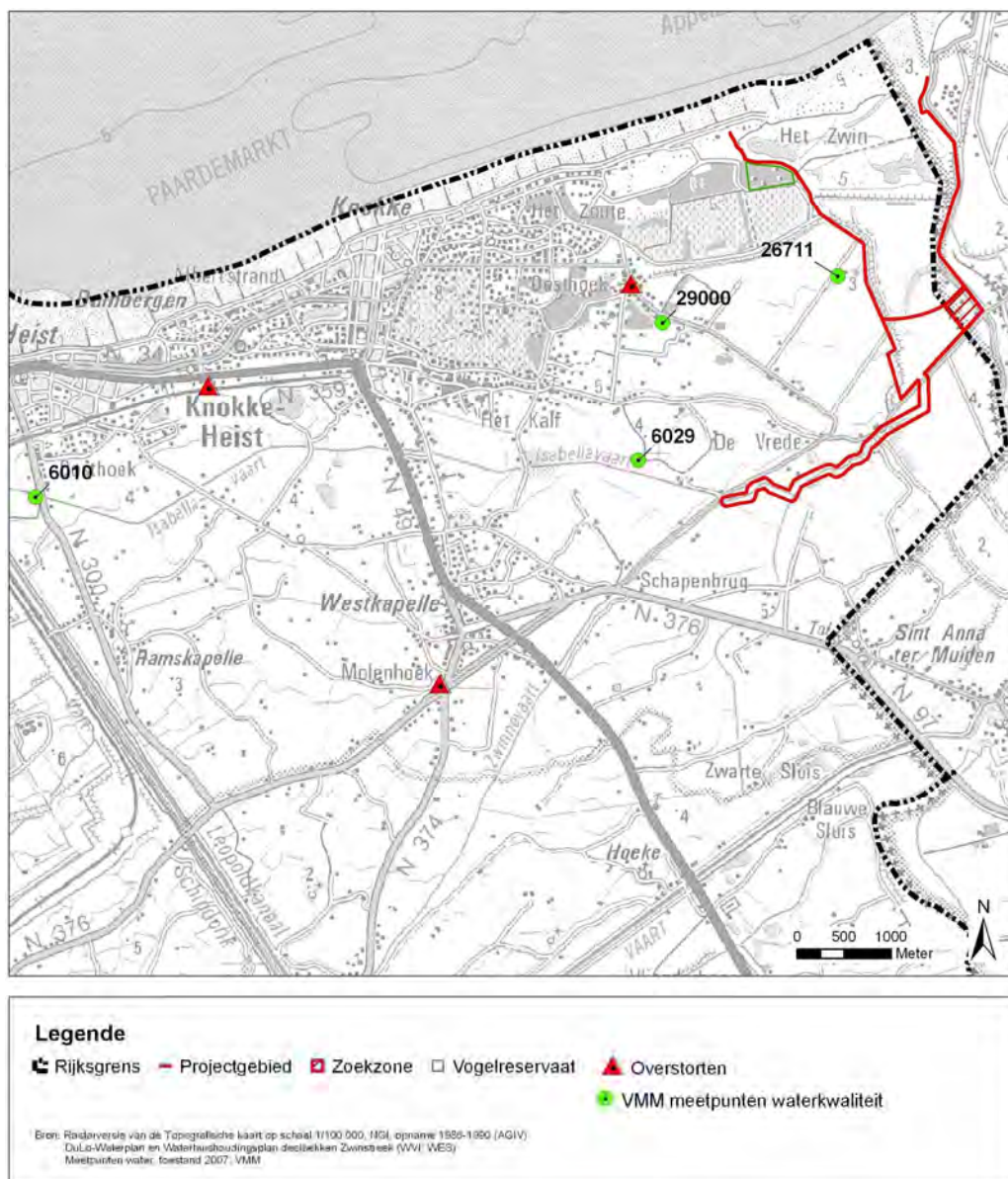
Gedurende de periode 1990 – 2005 werden 143 metingen uitgevoerd met betrekking tot de Prati-Index. Figuur 4-6 geeft de resultaten van deze metingen weer in functie van de tijd, waaruit blijkt dat de locaties met matige verontreiniging procentueel zijn toegenomen ten koste van de locaties met betere waterkwaliteit. Op basis van de gegevens verzameld in 2005 blijkt dat op 70.5 % van de meetplaatsen een matig verontreinigde toestand heerst, 23.5 % van de meetplaatsen is verontreinigd tot zwaar verontreinigd. De zwaar verontreinigde locaties situeren zich op de Isabellavaart, ter hoogte van de Kleine Geule en op de Paulusvaart. De oorzaak van de verontreiniging is hoogst waarschijnlijk te wijten aan de nabij gelegen overstorten. Het betreft de overstorten Oosthoek Knokke-Heist en Spoorwegstation Duinbergen.



Figuur 4-6: Evolutie van de Prati-Index gedurende de periode 1990 – 2005



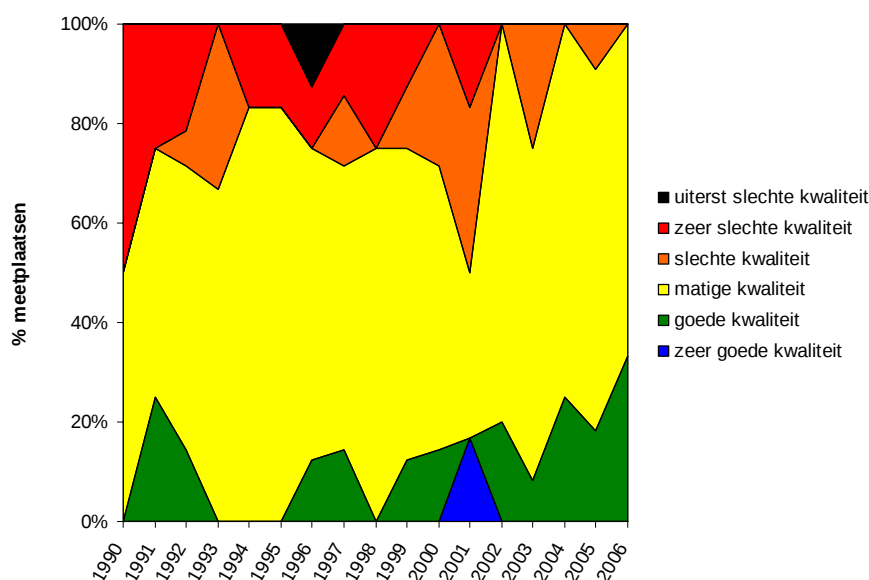
Figuur 4-7: Ligging van de VMM-meetpunten in het studiegebied



Figuur 4-8: Ligging van de overstorten ten opzichte van de sterk verontreinigde meetpunten

Belgische Biotische Index

Figuur 4-9 geeft de evolutie weer van de Belgisch Biotische Index voor de periode 1990 – 2006. De waarde van de BBI is gebaseerd op de aan- of afwezigheid van macro-invertebraten. Uit de figuur kan afgeleid worden dat de waterkwaliteit, op basis van deze index, de laatste jaren beduidend beter is geworden. Locaties met BBI kleiner dan 3 komen sinds 2001 niet meer voor.

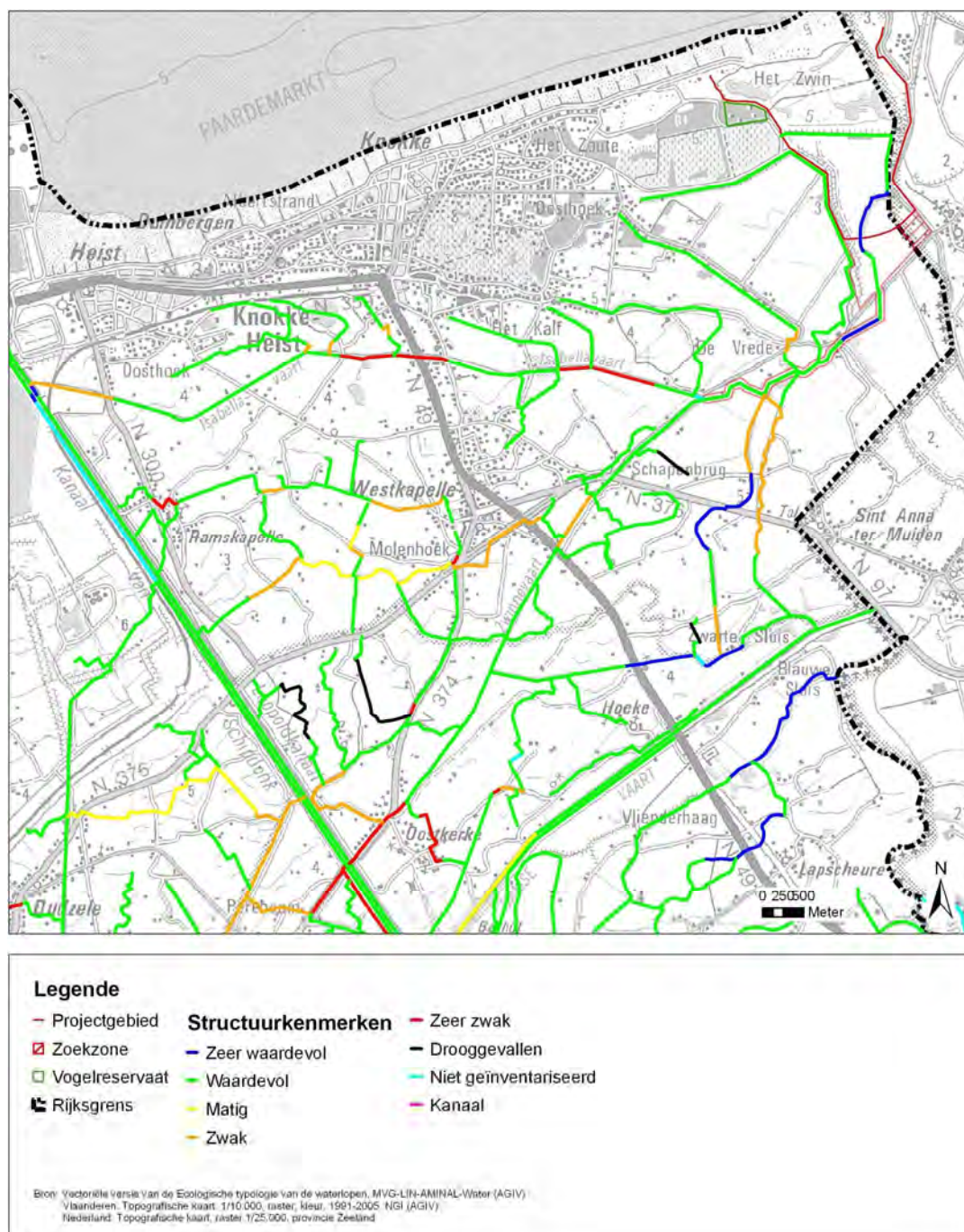


Figuur 4-9: Evolutie van de Belgisch Biotische Index gedurende de periode 1990 - 2006

MAP-Meetnet

In het studiegebied bevinden zich 9 meetpunten van het MAP-meetnet. Bij geen enkel hiervan werd in 2006 de norm van 50 mg NO₃/l overschreden. De orthofosfaat gehalten van deze locaties voldoen echter op geen enkele plaats aan de basiskwaliteitsnorm. Het overschrijden van de basiskwaliteitsnorm wijst op het voorkomen van eutrofiëring.

Volgens de UIA-studie 'Onderzoek naar de verspreiding en de typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in Vlaanderen. Bekken van de polders en de Gentse Kanalen' (1996) zijn de structuurkenmerken van de meeste waterlopen in het studiegebied 'waardevol', en plaatselijk zelfs soms 'zeer waardevol'. Bij een verbetering van de waterkwaliteit zal de ecologische kwaliteit doorgaans dan ook toenemen. Bepaalde trajecten van de Isabellavaart staan gecatalogeerd als 'zeer zwak'.



Figuur 4-10: Structuurkenmerken van de waterlopen in het studiegebied

Verzilting

Het oppervlaktewater in zowel het Vlaamse als het Nederlandse deel van het studiegebied heeft overwegend een brak karakter. Dit is te verwachten gezien de verzilting van het grondwater dat door de poldergrachten gedraineerd wordt. Ook rechtstreekse verzilting via het uitwateringspunt in de zee kan de kwaliteit van de afwateringskanalen en -grachten beïnvloeden.

Tabel 4-3 geeft de zoutgehaltes weer berekend op basis van de chloridegehaltes gemeten door de VMM in 2007 (maandelijkse metingen). De waterlopen in de Zwinpolder worden gekarakteriseerd door licht tot matig brak water, met uitzondering van de Paulusvaart

(28000/29000). Het zoete water in de Paulusvaart is te verklaren door de lozing van het effluentwater van het naburige RWZI van Knokke. De Damse Vaart, waaruit in de zomer water onttrokken wordt om de waterlopen in de polder op peil te houden, heeft zoet water. Het Leopoldkanaal is aan zijn stroomafwaartse einde licht brak, meer stroomopwaarts is het water zoeter. Het oppervlaktewater in het Nederlandse deel van het studiegebied varieert van zoet-brak tot brak (Belgroma, 1998), met hogere waarden in de zomer dan in de winter. De seizoensgebonden trend is te verklaren doordat er in de winter een grotere verdunning van het zoutere grondwater optreedt.

Tabel 4-3: Zoutgehaltes op basis van chloridegehaltes (2007)

Waterloop	VMM nr	Zoutgehalte		
		min (g/l)	max (g/l)	Gem. (g/l)
Damse Vaart ter hoogte van de Vaartstraat	1000	0.32	0.41.	0.35
Leopoldkanaal ter hoogte van de Vaartdijk	6000	0.20.	2.11	1.06.
Isabellavaart ter hoogte van de Heistlaan	6010	0.28.	2.74	1.18
Zeedijskader	26700	1.91	6.96.	3.98
Cantelmolinie	26420	1.21	6.64	4.40
Paulusvaart ter hoogte van de Hazegrasstraat	28000	0.37	0.56	0.46
Paulusvaart	29000	0.21	0.36	0.25

Legende: Zoet, **licht brak**, **matig brak** water

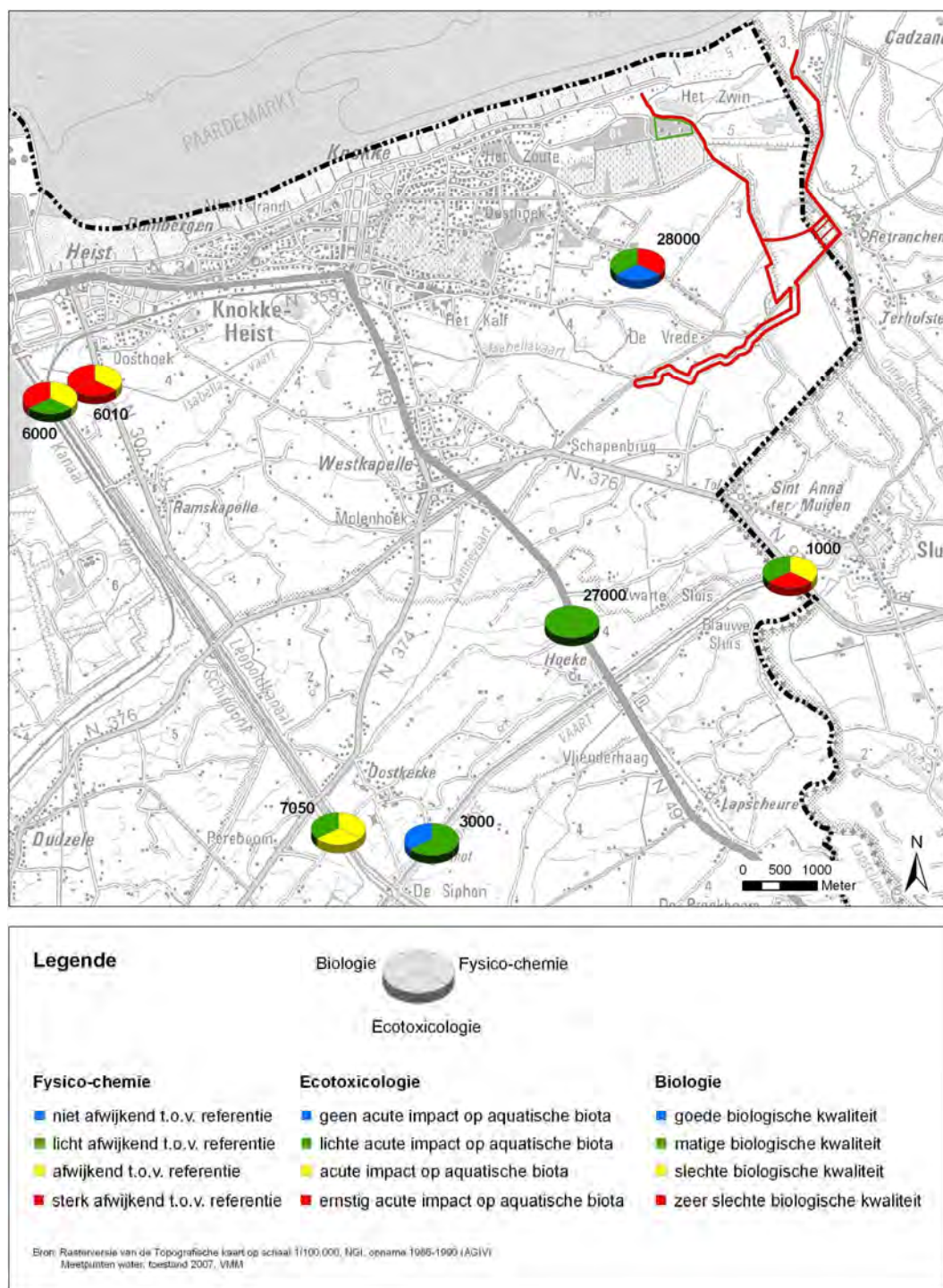
Onderwaterbodemkwaliteit

De VMM inventariseert de kwaliteit van onderwaterbodems aan de hand van de triade-methode. Deze methode omvat een fysisch-chemische, een ecotoxicologische en een biologische beoordeling. De fysisch-chemische component van de triade vergelijkt de actuele aanrijking van de waterbodem met microverontreinigingen ten opzichte van een bepaalde referentie. Een sterke afwijking van het referentieniveau betekent sterke verontreiniging.

De ecotoxicologische beoordeling geeft een idee van de impact van verontreiniging op organismen blootgesteld aan poriënwater of waterbodem.

Als indicator voor een biologische beoordeling wordt de aan- of afwezigheid van benthische macro-invertebraten onderzocht, alsook de morfologische kaakafwijkingen bij muggenlarven.

Resultaten van deze Triadebeoordeling zijn weergegeven in Tabel 4-2. De ligging van de meetpunten wordt weergegeven in Figuur 4-11.



Figuur 4-11: Ligging van de meetpunten en resultaten van Triadebeoordeling

Tabel 4-4: Resultaten van de Triadebeoordeling

Paulusvaart ter hoogte van Hazegrasstraat (2002) – 28000		Leopoldkanaal ter hoogte van afw De Sifon (2003) – 7050	
Fysico-chemie	afwijkend t.o.v. de referentie	Fysico-chemie	afwijkend t.o.v. de referentie
Ecotoxicologie	ernstige acute impact op aquatische biota	Ecotoxicologie	acute impact op aquatische biota
Biologie	matige biologische kwaliteit	Biologie	matige biologische kwaliteit
Damse vaart ter hoogte van Vaartstraat (2001) - 1000		Leopoldkanaal ter hoogte van Vaartdijk (2001) - 6000	
Fysico-chemie	licht afwijkend t.o.v. de referentie	Fysico-chemie	afwijkend t.o.v. de referentie
Ecotoxicologie	lichte acute impact op aquatische biota	Ecotoxicologie	licht acute impact op aquatische biota
Biologie	matige biologische kwaliteit	Biologie	zeer slechte biologische kwaliteit
Hoekevaart ter hoogte van Natiënlaan (2002) – 27000		Isabellavaart ter hoogte van Heistlaan (2001) - 6010	
Fysico-chemie	licht afwijkend t.o.v. de referentie	Fysico-chemie	afwijkend t.o.v. de referentie
Ecotoxicologie	lichte acute impact op aquatische biota	Ecotoxicologie	ernstig acute impact op aquatische biota
Biologie	goede biologische kwaliteit	Biologie	zeer slechte biologische kwaliteit
Damse vaart ter hoogte van Oostkerksebrug (2003) - 3000			
Fysico-chemie	licht afwijkend t.o.v. de referentie		
Ecotoxicologie	lichte acute impact op aquatische biota		
Biologie	goede biologische kwaliteit		

Uit het triade-onderzoek blijkt dat op 6 meetplaatsen een licht afwijkende tot afwijkende toestand ten opzichte van de referentie wordt vastgesteld. Voor de Paulusvaart ter hoogte van de Hazegrasstraat blijkt dit zelfs een sterke afwijking te zijn.

Slechts op 1 meetplaats doen zich geen problemen voor met betrekking tot de ecotoxicologie van de waterbodem. Op 4 locaties is er een licht acute tot acute impact waar te nemen op de aquatische biota, op 2 locaties is deze impact ernstig.

De biologische kwaliteit is op de meeste plaatsen matig tot goed. Toch wordt op 2 meetplaatsen een zeer slechte biologische kwaliteit van de waterbodem waargenomen.

Over het algemeen kan uit de Triade-beoordeling besloten worden dat de waterbodem in het studiegebied van matige kwaliteit is. Vooral de fysico-chemische en ecotoxicologische aspecten zijn voor verbetering vatbaar.

Nederland

Biologische en algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen worden in Nederland getoetst aan de goede ecologische toestand (GET). De overige chemische parameters aan de MTR- of Frauenhofernorm.

In het algemeen kan gesteld worden dat de huidige ecologische kwaliteit van het waterlichaam Cadzand matig is, ondanks al de aangelegde natuurvriendelijke oevers langs de Passageule. De oevers van het uitwateringskanaal zijn overwegend beschoeid en zijn begroeid met ruigtekruiden. Het water is eutroof waardoor ondergedoken waterplanten ontbreken. Ook zorgt de kleiige bodem in combinatie met een versnelde afvoer bij neerslag voor extra troebel water. Het oppervlaktewater in gans het afwateringsgebied is zwak brak. Het chloridegehalte neemt vanaf het gemaal (2400 mg/l in 2004) via de Passageule (1500 mg/l) richting Sint-Kruiskreek in het zuiden snel af (300 mg/l).

Om de biologische kwaliteit te meten, worden waterlopen op vier kwaliteitselementen vergeleken met de GET, nl. voor fytoplankton, macrofyten, macrofauna en vissen. Door het hoge chloride gehalte, het eutrofe water en de dijkbeschoeiingen, scoort het waterlichaam op de meeste plaatsen matig tot slecht op biologische kwaliteit (Tabel 4-5). Uit een visstandonderzoek in het waterlichaam Campen (2007) blijkt dat het visbestand gedomineerd wordt door brasems en karpers en er weinig estuariene soorten worden aangetroffen. De toestand in het waterlichaam Cadzand zal door de eutrofe toestand niet veel verschillend zijn. Wellicht zullen hier iets meer estuariene soorten aangetroffen worden door betere migratiemogelijkheden via de suatiesluizen. 5 km stroomopwaarts staat een eerste stuw die niet passeerbaar is voor vissen waardoor het grootste gedeelte van het waterlichaam niet bereikbaar is voor trekvis die via de suatiesluizen naar binnen en buiten trekken.

Tabel 4-5: Biologische kwaliteit – toetsing aan GET (Goede Ecologische Toestand)

	Passageule (Molenweg)		Cadzand		Zwinbrug 2005	Campen 2007
	2000	2003	2004	2006		
Fytoplankton						
Macrofyten						
Macrofauna						
Vissen						

	Slecht
	Ontoereikend
	Matig
	Goed

In de omgeving van het studiegebied liggen drie meetpunten van de chemische kwaliteit van het oppervlaktewater. De drie meetpunten liggen op het Uitwateringskanaal (Figuur 4-12). De meetgegevens zijn opgenomen in Bijlage D. De chemische parameters werden hier getoetst ten opzichte van de MTR-normen (Maximaal toelaatbaar risiconiveau). De parameters stikstofgehalte en doorzicht scoren slecht op alle meetpunten. De

zuurstofhuishouding is in de helft van de gevallen voldoende. De andere parameters voldoen in alle gevallen aan de MTR-norm.



Figuur 4-12: Ligging meetpunten biologische en chemische kwaliteit oppervlaktewater

Tabel 4-6: Chemische kwaliteit – toetsing aan MTR-norm (Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau)

Kwaliteitselement	Passageule - Molenweg 2003	Cadzand		Zwinbrug 2005	Gemaal Lovenpolder 2006
		2004	2006		
Thermische omstandigheden					
Zuurstofhuishouding					
Zoutgehalte					
Verzuringsgraad (pH)					
N-totaal (gem.zomerhalfjaar)					
Koper					
Doorzicht					

 voldoet
 voldoet niet

4.2 Te verwachten ontwikkelingen

In de onderstaande paragrafen wordt een overzicht gegeven van de te verwachten autonome en beleidsgestuurde ontwikkelingen op korte (2010) en lange (2030) termijn. Deze ontwikkelingen geven vorm aan het nulalternatief in het referentiejaar, en kunnen een invloed hebben op de mate waarin de projectdoelstellingen worden gehaald. Daarom is het belangrijk er hier aandacht aan te besteden.

4.2.1 Autonome ontwikkelingen

4.2.1.1 Toename van de neerslag

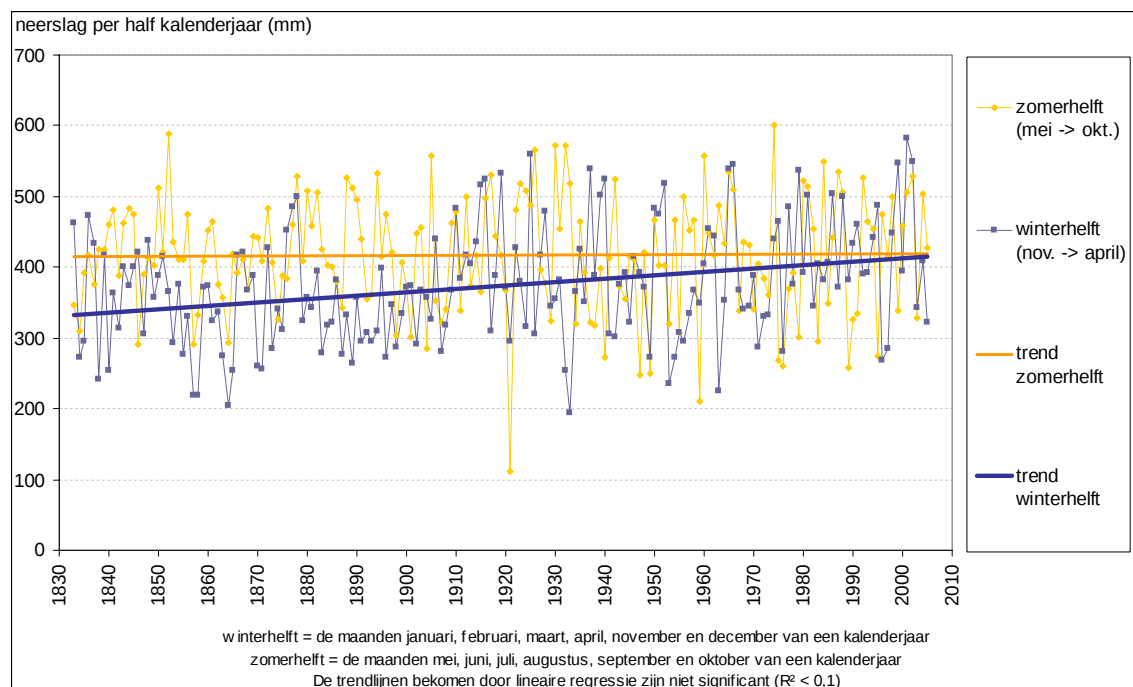
Een fenomeen waarmee zeker dient rekening gehouden te worden, is de verwachte toename van de totale neerslaghoeveelheden en de neerslagintensiteiten. (bron: www.milieurapport.be)

Analyse van de neerslaggegevens in de 20^{ste} eeuw leert dat in België de gemiddelde jaarlijkse neerslaghoeveelheid stijgt. Opgedeeld in intervallen van 25 jaar, bedraagt de toename 6,6 %.

De veranderingen in neerslag kunnen zich niet enkel tonen door veranderende jaargemiddelden. Belangrijker nog met het oog op de mogelijke impact, zijn de verschuivingen per seizoen en het voorkomen van extreme neerslagperiodes. De veranderingen in neerslag doen zich in Europa het sterkst voor tijdens de wintermaanden. In Nederland blijkt de toename van de jaargemiddelde neerslag (+18 % in de periode 1906-2005) vooral het resultaat te zijn van een neerslagtoename in de winter (+26 %), het voorjaar (+21 %) en de herfst (+26 %). In de zomer is de neerslaghoeveelheid er nauwelijks veranderd (+3 %). Ook voor België lijkt de trend inzake neerslagtoename zich vooral in de wintermaanden af te tekenen, zoals blijkt uit Figuur 4-13.

Ook de neerslagintensiteiten zullen naar verwachting toenemen: het klimaatscenario van de Commissie Waterbeheer 21^e eeuw gaat voor Nederland uit van een toename van de neerslagintensiteit met 10 à 20% tegen 2050.

Als gevolg van deze trends is het te verwachten dat, bij gelijke maatregelen, er zich een toename zal voordoen in de frequentie van (te) hoge waterstanden. Voor de Zwinpolder, die reeds in de huidige situatie te kampen heeft met wateroverlast, is dit een ongunstige evolutie. Het effect van deze trend zal in het referentiejaar (2010) nog niet erg uitgesproken zijn, maar zal des te sterker worden naarmate men verder kijkt in de toekomst.



Figuur 4-13: Trend in de neerslaghoeveelheden in Ukkel voor respectievelijk zomer- en winterhalfjaren

(Bron: www.milieurapport.be)

4.2.1.2 Zeespiegelstijging

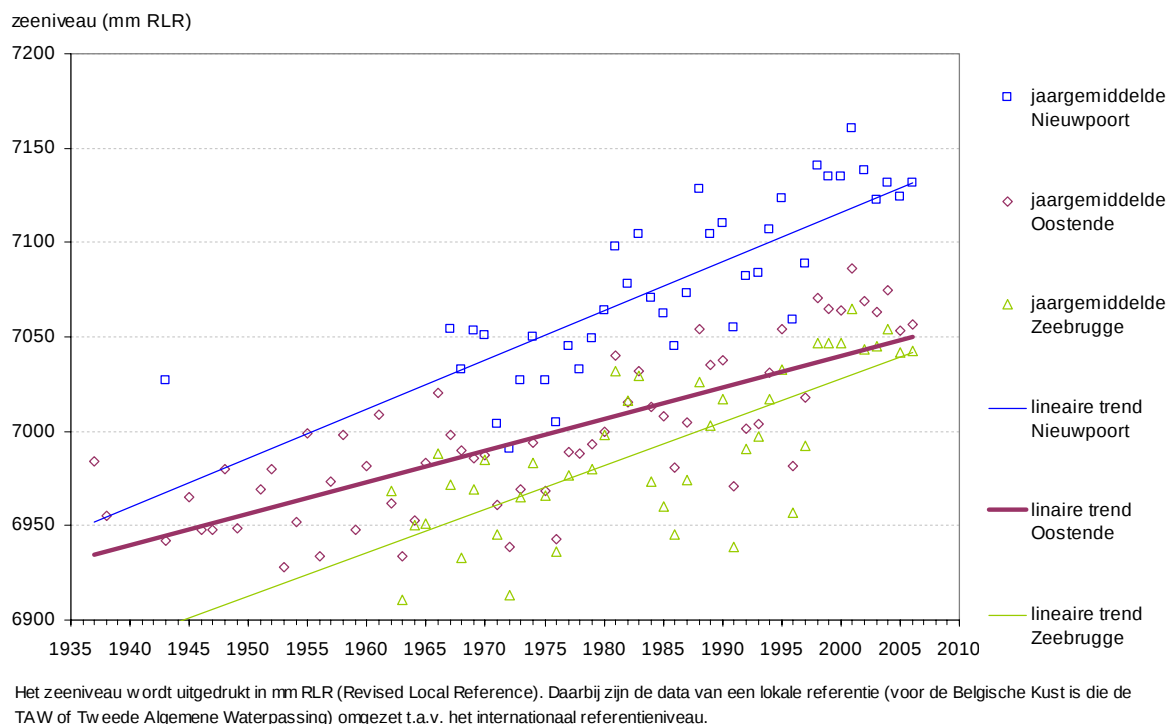
In totaal is het globale gemiddelde zeeniveau met zo'n 120 meter gestegen sinds het einde van de laatste ijstijd 20 000 jaar geleden, en met 1 à 2 mm per jaar in de 20ste eeuw. Recent werd vastgesteld dat er sinds de jaren 50 een significante versnelling van de wereldwijde zeespiegelstijging met 0,013 mm per jaar is ingezet. Inmiddels zit de jaarlijkse zeespiegelstijging al aan 3 mm per jaar en meer (bron: www.milieurapport.be).

Ook aan de Belgische kust wordt een stijging van het zeeniveau waargenomen (Figuur 4-14). Zo geven metingen in Oostende, waarvoor de langste tijdsreeks bestaat, een gemiddelde stijging aan van 1,7 mm per jaar over de periode 1937-2006.

Deze eeuw verwacht het IPCC onder invloed van de globale opwarming een toename van het gemiddeld zeeniveau met 18 tot 59 cm (2090-2099 t.o.v. 1980-1999). De belangrijkste bijdragen daarvoor zullen komen van de uitzetting van het zeewater, het afsmelten van gletsjers en kleine ijskappen maar ook de gestage veranderingen van de grote ijskappen op Groenland en Antarctica. Als bovendien de afkalving aan de randen van de Groenlandse en West-Antarctische ijskap doorgaat op het élan van de afgelopen jaren, kan de zeespiegel nog bijkomend met 10 à 20 cm extra stijgen deze eeuw.

Doorrekeningen van klimaatmodellen voor Nederland geven een stijging van de zeespiegel in 2050 aan met 15 tot 35 cm t.o.v. 1990. Voor 2100 komen de Nederlandse modellen uit op +35 tot +85 cm. In het kader van de studies voor het Sigmaplan werd uitgegaan van een

stijging van 60 cm tegen 2100 en een stijging van 7 cm tegen 2020. Voor de jaren 2030 en 2050 werd uitgegaan van een zeespiegelstijging van resp. 12 en 22 cm.



Figuur 4-14: Waargenomen stijging van het zeeniveau aan de Belgische kust Bron: www.milieurapport.be

Als gevolg van deze trend kan verwacht worden dat met name de gravitaire afwatering van laag gelegen gebieden hoe langer hoe meer zal geconfronteerd worden met beperkingen. Voor de Zwinpolder, waarvan de afwatering op dit moment volledig gravitair verloopt, is dit een ongunstige evolutie. Het is niet te verwachten dat deze trend sterk merkbaar zal zijn in het referentiejaar 2010, maar tegen het jaar 2030 is zonder twijfel een autonome verslechtering van de afwateringsmogelijkheden van de Zwinpolder te verwachten.

Ook de verzilting van het grondwater en oppervlaktewater kan als gevolg van de zeespiegelstijging toenemen.

4.2.1.3 Verdere verzanding van het Zwin

Zonder onderhoud zal het Zwin op langere termijn volledig verzanden. Hierdoor zal het gebied verruigen en op nog langere termijn verzoeten.

De verzanding van het Zwin wordt veroorzaakt door de natuurlijke morfologische veranderingen in en om het gebied (geïnduceerd door het dynamisch proces van de getijden) en menselijk ingrijpen. De afzetting van sediment verloopt van nature traag met een geleidelijke kombergingsvermindering als gevolg. Hierdoor stroomt minder water per getijde binnen en buiten (afname van het getijdeprisma). De netto-sedimentatie in het Zwin is voornamelijk het gevolg van de snelle instroming van zeewater bij hoogwater, waardoor heel wat sediment wordt meegevoerd. De uitstroming bij laagwater gaat veel langzamer. Hierdoor treden lagere stroomsnelheden op en wordt veel van het afgezet sediment niet meer in transport gebracht (Econnection, 2004).

De trend die te verwachten is op lange termijn indien geen maatregelen genomen worden, is dat de hoofdgeul zich op natuurlijke wijze volledig zal sluiten. Buiten het bereik van de dagelijkse getijbeweging zal ter hoogte van de huidige Zwinmonding een gesloten duinenrij ontstaan. Het karakter van het getijdengebied zal dan verloren gaan.

Bij het ongestoord verder laten plaatsvinden van de verzanding zal het gebied (onder extensieve begrazing) naar een duin- en binnenduinrandgebied evolueren. Of een grootschalige verstuiwing mogelijk is in het Zwin, is niet met zekerheid te voorspellen, gezien er in het Zwingebied vrij weinig verstuifbaar zand beschikbaar is (Provoost et al. 1996). Op termijn zou het Zwin wellicht evolueren naar een brakwaterlagune, doordat de verzanding van de Zwinggeul zal toenemen en hierdoor de getij-invloed afneemt. De Zwinggeul zelf zou na verloop van tijd volledig afgesnoerd worden door de zich in oostelijke richting uitbreidende zeereep. De plassen en kreken zouden op lange termijn ontzilt tot zoetwatermoerassen met rietvelden en wilgenstruwelen. Bij een extensieve begrazing zouden de hogergelegen delen evolueren tot duin- en binnenduingraslanden.

4.2.2 Gestuurde ontwikkelingen

4.2.2.1 Verbetering van de waterhuishouding

In dit MER gaan we ervan uit dat alle acties die in het Waterhuishoudingsplan Zwinstreek (WES, 2005) aangemerkt staan als "hoge prioriteit", zullen uitgevoerd zijn in het referentiejaar 2010. Voor de oostelijke Zwinpolder gaat het om volgende acties:

1. Automatisatie terugslagklep en verbetering uitstroomkoker Zwinnevaart;
2. Automatisering van de klepstuwen;
3. Vernieuwen en automatiseren stuw Kalsijdeader.

Actie 1 zal zorgen voor een verbetering van de afwatering in de winter in het stroomgebied van de Zwinvaart; acties 2 en 3 hebben vooral een positief effect op het wegwerken van wateroverlast bij hevige zomerstortbuien, in de volledige oostelijke Zwinpolder.

Voor de lange termijn (2030) kan uitgegaan worden van realisatie van alle acties uit het Waterhuishoudingsplan, ook die met matige en lage prioriteit. Voor de oostelijke Zwinpolder betreft het de volgende acties:

4. Optimalisatie Noord- en zuidwatergang (matige prioriteit)
5. Verbeteren overige uitstroomconstructies (matige prioriteit)
6. Verbeteren verbinding Noord- en Zuidwatergang (lage prioriteit)
7. Verbeteren verbinding Isabellavaart – Noordwatergang (lage prioriteit)
8. Verbeteren verbinding Zuidwatergang – Zwinnevaart (lage prioriteit)

Deze bijkomende maatregelen zullen bijdragen tot een verdere verbetering van de afwatering.

Het hoofdprobleem, namelijk de gravitaire afwatering naar het Leopoldkanaal, waarvan de peilen zelf moeilijk beneden een gunstig peil te beheersen vallen, blijft echter ook in de referentiesituatie bestaan, zeker als men rekening houdt met de hierboven geschetste tendensen van zeespiegelstijging en toename van de winterneerslag. Het is waarschijnlijk dat de aanpassingen aan de waterhuishouding niet of nauwelijks zullen volstaan om de effecten van deze trends op te vangen. De afwatering van het oostelijk deel van de Zwinpolder zal dus ook in de referentiesituatie (zowel in 2010 als in 2030) suboptimaal blijven, en dit ondanks de hierboven beschreven maatregelen.

4.2.2.2 Verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater

Op korte termijn is een aanzienlijke verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater te verwachten, als gevolg van de aansluiting van Westkapelle op de RWZI van Heist en de ermee gepaarde opheffing van een aantal overstorten. Ook het aanleggen van bufferbekkens aan een aantal belangrijke overstorten zal een positief effect hebben op de waterkwaliteit. Het is te verwachten dat deze effecten zich reeds op de korte termijn (referentiejaar 2010) zullen doen voelen.

Voor de lange termijn (2030) kan uitgegaan van een beleidsgestuurde algehele verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater, als gevolg van de toepassing van de bepalingen van de Kaderrichtlijn Water en het Decreet Integraal Waterbeleid. Deze bepalingen stellen dat verslechtering van de situatie moet vermeden worden en dat, uiterlijk tegen 2015 (in bepaalde gevallen te verlengen tot 2027) overal minstens een “goede toestand” van het oppervlaktewater moet bereikt zijn. De hierboven beschreven ingrepen zullen bijdragen tot het bereiken van deze doelstelling, maar zullen allicht niet volstaan. We gaan er van uit dat in 2030 de sanering van de afvalwaterlozingen van Ramskapelle, Oostkerke en Hoeke een feit is. Bijkomende maatregelen zullen nodig zijn vanuit lozingsbeleid maar ook vanuit het integraal waterbeleid en milieubeleid in het algemeen (MAP, schone productiewijze, recyclage, productnormering, codes van goede landbouwpraktijk (reductie bestrijdingsmiddelen, erosiebestrijding) ...).

4.2.2.3 Afname van gebruik van grondwater

De stad Knokke Heist heeft plannen om de grondwaterwinning in de duinen ten behoeve van de drinkwatervoorziening af te bouwen ten voordele van een watervang op het Leopoldskanaal. Dit zal de stabiliteit van de bestaande zoetwaterbel ten goede komen.

4.2.2.4 Tegengaan van de verzanding van het Zwin

Ook zonder de ontpoldering in de Willem-Leopoldpolder (dat het voorwerp uitmaakt van het in voorliggend MER bestudeerd project) zal er naar een behoud van het estuarien natuurgebied gestreefd worden, zoals geformuleerd in diverse beleidsdocumenten. Dit kan op twee manieren gebeuren: enerzijds volgens het periodiek kleinschalig onderhoud zoals het de afgelopen decennia is uitgevoerd (regelmatig uitdiepen van de geul en zandvang, periodiek verleggen van de geul in de monding, ...), anderzijds volgens de visie zoals neergeschreven in het beheersplan voor het Zwin (Econnection, 2004) dat in opdracht van Compagnie Het Zoute werd opgemaakt.

In het laatstgenoemde plan werd geopteerd voor eerder grootschalige onderhoudswerken zoals de afgraving van de Zwinvlakte, het instellen van een natuurlijker getijdesysteem op geul M3 door het elimineren van de sluizen of het frequenter volledig open zetten, het verwijderen van een aantal drempels in de zijgeulen en extensieve begrazing met als doel een significante vertraging van de verzanding te bewerkstelligen en de successie naar een minder zout gebied te vertragen.

Er kan gesteld worden dat deze beleidsgestuurde ontwikkeling ook bij het nulalternatief zal kunnen zorgen voor een behoud of (tijdelijke) verbetering van de komberging van het Zwin, althans voor het referentiejaar 2010. Of dit behoud met de beschreven middelen kan bestendigd worden tot in 2030 is een open vraag.

4.2.2.5 Nederland

Om de ecologische kwaliteit van het waterlichaam Cadzand te verbeteren zijn een aantal maatregelen voorgesteld : het aanbrengen van vispassages, het toepassen van visvriendelijk spuibeheer, het inrichten van natuurvriendelijke oevers, het verwijderen van beschoeiing, het aanbrengen van fauna-uittreedplaatsen, de aanleg van paaiplassen en het aanplanten van riet. Verder wordt een natuurlijker peilbeheer nagestreefd en zal het probleem van de versnelde afvoer aangepakt worden (door het plaatsen van stuwen, het dichten van zijwatergangen, afkoppelen nieuw verhard oppervlak, aanplant riet, vergroten bergingscapaciteit ontvangende watergangen, enten met waterplanten, aanleggen natuurvriendelijke oevers). Tot slot wordt een minder intensief onderhoud, gefaseerd baggeren en maaien voorgesteld.

De geplande, mitigerende maatregelen zullen echter niet leiden tot het behalen van de goede ecologische toestand (GET) voor alle kwaliteitscomponenten. In het brakke water ontbreken waterplanten vaak en wordt de GET voor macrofyten niet gehaald. Ook voor macrofauna bij lagere zoutgehaltes, fytoplankton, vissen, nutriënten en bestrijdingsmiddelen zal in de toekomst niet overal de GET bereikt worden. De conclusie is dat ondanks de geplande, milderende maatregelen, Cadzand door de antropogene invloed een sterk veranderd waterlichaam zal blijven.

4.3 Referentiesituatie

In het referentiejaar 2010 zal zich een lichte verbetering hebben voorgedaan van de afwateringsmogelijkheden van de Zwinpolder, maar de toestand zal nog steeds als problematisch kunnen beschouwd worden. De waterkwaliteit zal in delen van het studiegebied aanzienlijk verbeterd zijn maar zal plaatselijk nog sterk te wensen overlaten. De gevolgen van de klimaatverandering in termen van zeespiegelstijging en toename van de winterneerslag zullen in 2010 nauwelijks waarneembaar zijn.

In 2030 zullen verdere maatregelen te verbetering van de waterhuishouding zijn uitgevoerd, maar de verwachting is dat deze nauwelijks zullen opwegen tegen de negatieve gevolgen van meer winterneerslag en een hoger zeepeil. De trend is dus eerder naar een verslechtering dan wel een verbetering van de waterhuishouding. Voor wat de waterkwaliteit betreft, kan verwacht worden dat in 2030 het oppervlaktewater gekenmerkt wordt door een goede ecologische toestand of een goed ecologisch potentieel.

Met betrekking tot grondwater zijn geen significante evoluties te verwachten voor de referentiejaar 2010 en 2030. De bovenste winbare laag wordt als gevolg van de wijdverspreide verzilting niet op grootschalige wijze gebruikt, en het is te verwachten dat dit zo zal blijven. De grondwaterwinning ten behoeve van de drinkwatervoorziening van de stad Knokke-Heist zal wel geleidelijk afgebouwd worden. Als gevolg van de toegenomen winterneerslag kan theoretisch de voeding van de grondwatertafel toenemen; het is echter te verwachten dat het neerslagoverschot grotendeels via het oppervlaktewater zal afgevoerd worden, tenminste in de polders. In de duinen zal het neerslagoverschot wel resulteren in een toename van de voeding van het grondwater wat, in combinatie met het afbouwen van de drinkwaterwinning, zal leiden tot een versterking en uitbreiding van de bestaande zoetwaterbel.

Op het vlak van verzilting krijgen we te maken met twee tegengestelde tendensen. Enerzijds kan de zeespiegelstijging aanleiding geven tot een toenemende verzilting van de in zee uitmondende oppervlaktewateren (zoals het Leopoldkanaal) en ook tot een toename van de kweldruk van zilt grondwater. Anderzijds kan de toename van de winterneerslag in combinatie met een betere afwatering zorgen voor het ontstaan van een dikkere laag zoet grondwater bovenop de zilte waterlagen. De balans van deze tegengestelde trends is

onzeker, maar vermoed wordt dat in het jaar 2030 de trend van de vernatting zal doorwegen, zodat in dat jaar mogelijk een lichte toename van de hoeveelheden beschikbaar zoet grondwater te verwachten is. Het oppervlaktewater zal hoe dan ook verder verzilten. Voor het jaar 2010 worden geen waarneembare effecten verwacht¹⁸.

Ook in het nulalternatief zal ingegrepen worden om de verzanding van het Zwin en het verlies van de unieke estuariene natuur tegen te gaan. Als gevolg hiervan kan gesteld worden dat de referentiesituatie in 2010, voor wat betreft de beschikbare komberging, niet significant negatiever en mogelijk zelfs beter zal zijn dan de huidige situatie. Voor de situatie in 2030 is dit onzeker, en is een verdere netto afname van de komberging een waarschijnlijker scenario.

Tabel 4-7 geeft de beoordeling weer van de referentietoestand in 2010 respectievelijk 2030, in vergelijking met de bestaande toestand.

Tabel 4-7: Beoordeling van de referentiesituatie in 2010 en 2030 in vergelijking met de huidige situatie

criterium	Situatie 2010	Situatie 2030
Effecten binnen het Zwin		
Wijziging getijprisma	+	-
Waterkwaliteit in het Zwin	0	0
Verzanding van het Zwin	+	--
Effecten buiten het Zwin		
Afwatering van de polders	+	- -
Kwaliteit van het oppervlaktewater	+	+++
Verziltig van grondwater en oppervlaktewater	0	+

Aan de scores wordt volgende betekenis toegekend:

Score	Betekenis (waardering)
--	De evolutie is matig negatief.
-	De evolutie is gering negatief
0	De evolutie is afwezig of niet aantoonbaar, of verwaarloosbaar.
+	De evolutie is gering positief
+++	De evolutie is sterk positief

¹⁸ De Deelstroomgebiedsvisie Zeeland verwacht evenmin een significante toename van de verziltingsproblematiek.

5. BESCHRIJVING VAN DE EFFECTEN

5.1 Effecten die geen deel uitmaken van het beoordelingskader

5.1.1 Overstromingsduur en waterstand

De overstromingsduur wordt gedefinieerd als het aantal uren dat de waterhoogte op een bepaalde plaats hoger is dan 10 cm. Deze parameter heeft slechts betekenis na interpretatie in andere disciplines, met name de discipline Fauna en Flora. In dit deelrapport worden de relevante uitkomsten weergegeven ten behoeve van gebruik en interpretatie in andere deelrapporten. Zij maken echter geen deel uit van het beoordelingskader van de discipline Water.

De maximale waterstand wordt gedefinieerd door de waterhoogte (in m TAW) op verschillende plaatsen in het Zwin, en door het moment waarop deze maximale waterstand wordt bereikt. Deze parameter maakt geen deel uit van het beoordelingskader voor de discipline Water, maar wordt hier wel kort gerapporteerd ten behoeve van interpretatie in andere disciplines. Voor een meer omstandige bespreking wordt verwezen naar het rapport "Hydrodynamische en morfologische vergelijking van de scenario's" (IMDC, 2007).

Alternatief 1A/1B

Door de lager gelegen ligging van de Willem-Leopoldpolder blijft een groot gedeelte van de uitbreiding van het Zwin langdurig onder water. Het betreft in de eerste plaats de reeds in het landschap bestaande geulen (die nagenoeg de volledige tijdcyclus onder water staan), maar ook de rest van de polder blijft gedurende verscheidene uren per dag bedekt met een laag water. In het huidige Zwin neemt de overstromingsduur lichtjes toe in de zone van de Westelijke Meertjes (door het vrijmaken van geul B) en in de zone tussen geul B en geul D (door het afgraven van de hoger gelegen schorren).

De maximale waterstand wordt bereikt op 6 à 7 uur na LW, d.i. vlak voor het uitstromen begint. De hoogste waterstand in de Willem-Leopoldpolder bereikt ongeveer 4,4 m TAW, dit is ongeveer 40 à 90 cm boven maaiveld. In het bestaande Zwin lopen de peilen op tot zo'n 4,70 m TAW. De hoogste waterstand wordt vooraan in het Zwin zo'n uur eerder bereikt dan achteraan in de Willem-Leopoldpolder.

Als gevolg van de aanwezigheid van een spuibecken van ongeveer 20 ha zal in alternatief 1b de waterstand in de Willem-Leopoldpolder sneller stijgen, waardoor er iets meer water in het Zwin zelf zal komen staan, en iets minder water in de polder zal geborgen worden. Het gevolg hiervan in termen van overstromingsduur en maximale waterstand is naar verwachting niet significant, tenzij zeer lokaal.

Alternatief 2C/2D

De situatie is sterk vergelijkbaar met die voor alternatief 1. Ook hier blijft een groot gedeelte van de Willem-Leopoldpolder langdurig (verscheidene uren) overstroomd en staan met name de geulen achter in het gebied quasi permanent onder water. Op een aantal geïsoleerde locaties lijkt de overstromingsduur iets korter te zijn dan in alternatief 1, maar het verschil is niet significant. In lijn met de vorige vaststelling zijn de waterhoogtes op een paar locaties (vooral in het bestaande Zwin) marginaal lager dan in alternatief 1. In de Willem-Leopoldpolder worden uniform waterhoogtes bereikt van 4,4 m TAW.

De verschillen tussen 2C en 2D (met en zonder spuibecken) worden, zoals bij alternatief 1, niet significant geacht.

Alternatief 4A/4B

Voor wat de overstromingsduren betreft, is de situatie goed te vergelijken met alternatief 1. De maximaal bereikte waterstanden blijken in de Willem-Leopoldpolder iets lager (zo'n 10 cm) te liggen. De hoogste waterstanden worden dan ook bereikt in het bestaande deel van het Zwin, niet in de Willem-Leopoldpolder, en worden ongeveer een uur eerder bereikt. De peilverschillen en de corresponderende verschillen in maximale waterdieptes tussen de varianten met en zonder inlaatconstructie zijn echter klein (orde 1 decimeter). De verschillen tussen de variant met en zonder spuibecken zijn te verwaarlozen.

Alternatief 5C/5D

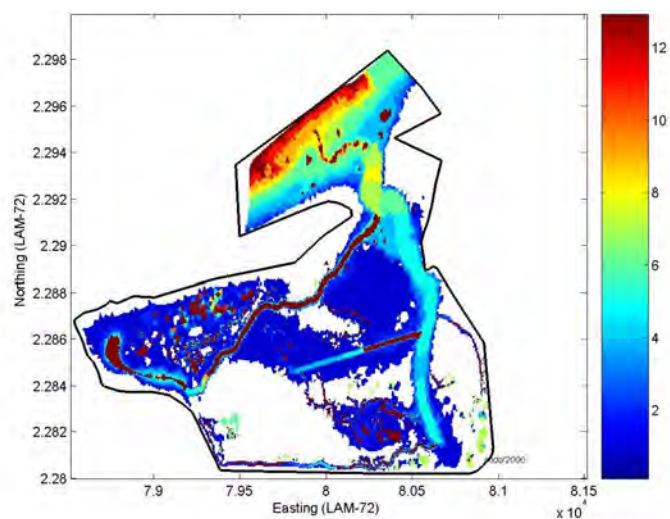
Voor wat de overstromingsduren betreft, is de situatie goed te vergelijken met alternatief 2. De maximaal bereikte waterstanden blijken in de Willem-Leopoldpolder iets lager te liggen (4.22 m TAW vs 4.4 m TAW). De hoogste waterstanden worden dan ook bereikt in het bestaande deel van het Zwin, niet in de Willem-Leopoldpolder, en worden ongeveer een uur eerder bereikt. De peilverschillen en de corresponderende verschillen in maximale waterdieptes tussen de varianten met en zonder inlaatconstructie zijn echter klein (orde 2 decimeter). De verschillen tussen de variant met en zonder spuibecken zijn te verwaarlozen.

Een overzicht van de overstromingsduren en waterstanden voor de verschillende alternatieven wordt gegeven in Figuur 5-3 en Figuur 5-4. Deze kaartjes bevestigen duidelijk dat de verschillen tussen de alternatieven onderling voor deze parameters beperkt zijn.

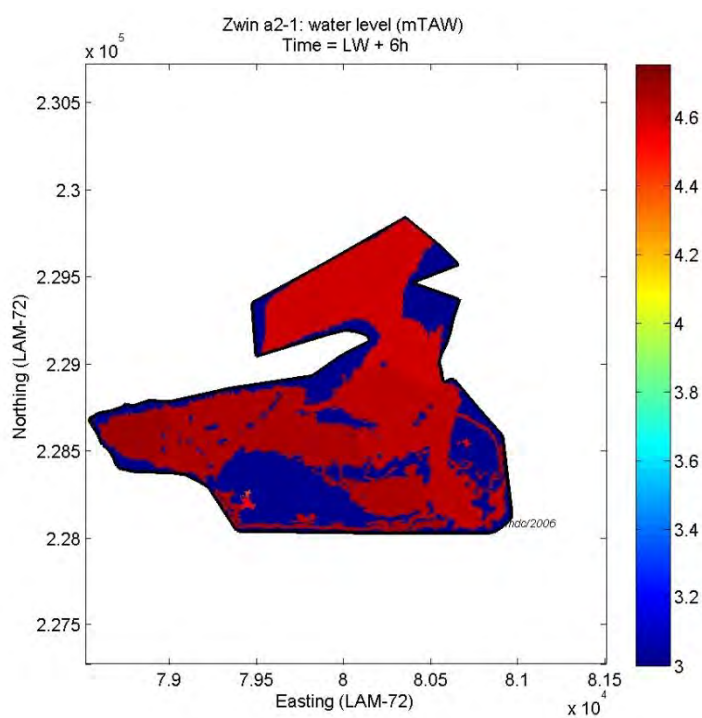
Aangezien geen aparte berekeningen gebeurd zijn voor het nulalternatief, kan het verschil van de projectalternatieven met het nulalternatief hier niet uit afgeleid worden. Een goede benadering van dit verschil kan wel gevonden worden in een vergelijking met het oorspronkelijke "interne" scenario, dat wel werd doorgerekend, en dat sterke gelijkenissen vertoont met het nulalternatief zoals het achteraf werd gedefinieerd. Figuren voor dit "intern scenario" worden verderop gegeven, voor respectievelijk de overstromingsduur en de maximale waterstand. Uit deze vergelijking kan, voor het bestaande deel van het Zwin, het volgende afgeleid worden:

- In het intern scenario stelt men een langere verblijftijd en hogere peilen vast in de zone van de Westelijke meertjes; dit heeft allicht te maken met een verdergaand herstel van geul B in het intern scenario dan in het nulalternatief en de projectalternatieven.
- In de zone tussen geul B en geul D zijn de overstromingsduren grosso modo gelijk tussen het intern scenario en de projectalternatieven. Dit is het gevolg van het afgraven van hoog opgeslibde schorren.
- Het opvallendste verschil ligt in de overstromingsduur van de hoofdgeul. Dit is een rechtstreeks gevolg van de uitbreiding van het gebied, waardoor bij eb meer water gedurende een langere tijd via de hoofdgeul het Zwin verlaat.

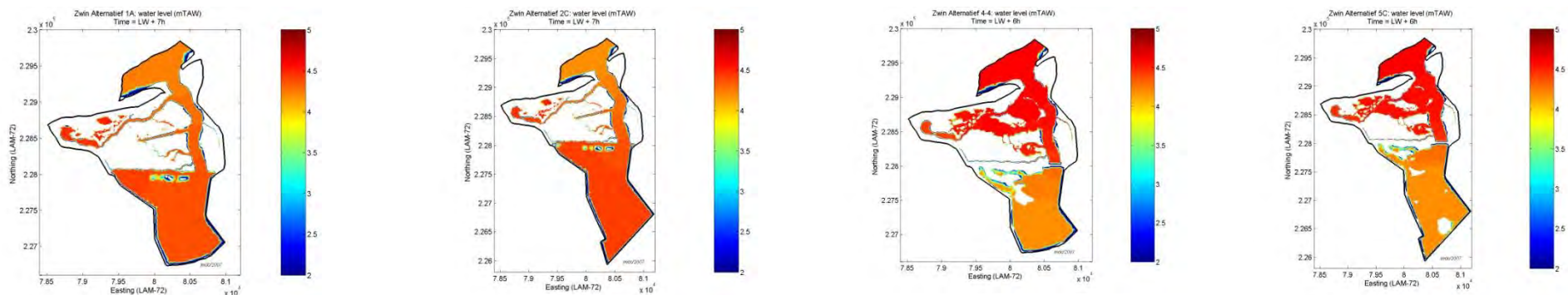
Samenvattend kan gesteld worden dat, voor wat betreft het bestaande deel van het Zwin, de verschillen tussen het nulalternatief en de projectalternatieven en tussen de projectalternatieven onderling op het vlak van waterstand en overstromingsduur relatief beperkt zijn, met uitzondering van de hoofdgeul. De grootste wijzigingen in regime spelen zich (uiteraard) af in het ontpolderde deel van de Willem-Leopoldpolder.



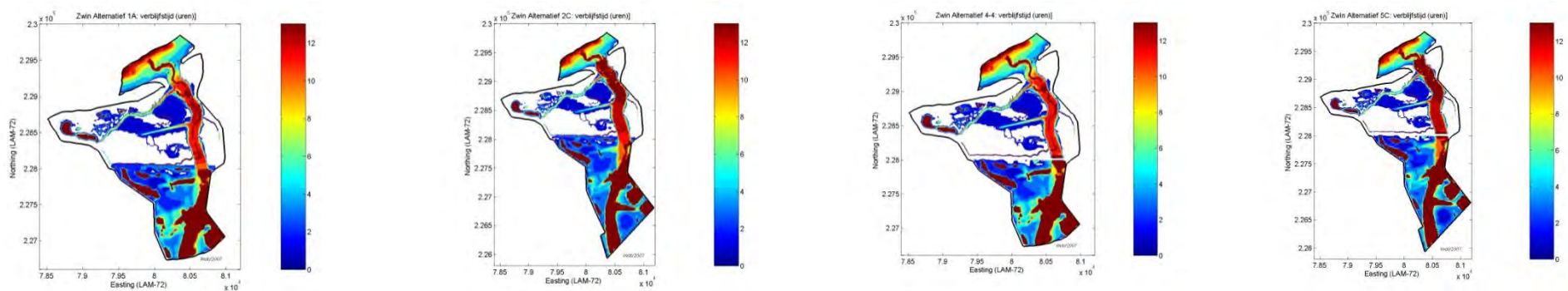
Figuur 5-1: Overstromingsduur in het huidige Zwin bij de maatregelen onder het oorspronkelijke “intern scenario”, bij springtij



Figuur 5-2: Maximale waterstand in het huidige Zwin bij de maatregelen onder het oorspronkelijke “intern scenario”, bij springtij



Figuur 5-3: Vergelijking van de maximaal bereikte waterhoogtes in het Zwin, voor alternatieven 1, 2, 4 en 5.



Figuur 5-4: Vergelijking van de overstromingsduur in het Zwin, voor alternatieven 1, 2, 4 en 5.

5.1.2 Debiet en stroomsnelheid door de monding

De uitgevoerde berekeningen laten toe een uitspraak te doen over de stroomsnelheden en het debiet in de verschillende geulen, en met name in de monding van de hoofdgeul. Deze variabele wordt niet beschouwd als onderdeel van het beoordelingskader voor de discipline Water, maar wordt hier wel beknopt gerapporteerd ten behoeve van gebruik in andere disciplines. Voor meer details wordt verwezen naar het Morfologierapport (IMDC, 2007).

Het debiet door de monding van de hoofdgeul bedraagt bij het nulalternatief ongeveer 160 m³/s. Bovenaan de hoofdgeul in het bestaande deel van het Zwin is dat een 26 m³/s. Bij een uitbreiding van het Zwin met 120 ha loopt het debiet door de monding op tot 290 m³/s; in het bovenstroomse deel van het bestaande Zwin neemt het maximale debiet door de hoofdgeul toe tot zo'n 280 m³/s. Dit is het gevolg van de veel grotere hoeveelheid water die moet afgevoerd worden (de komberging is immers sterk toegenomen, zie ook verder) binnen ongeveer dezelfde tijd. Uiteraard worden de dimensies van de hoofdgeul aangepast aan dit sterk toegenomen debiet.

5.2 Wijziging in komberging

De komberging is, eenvoudig gedefinieerd, het maximale volume water dat boven het maaiveld kan geborgen worden. Deze definitie maakt duidelijk dat de topografie van het terrein en de opgelegde waterhoogte samen toelaten de komberging te berekenen. In een dynamische situatie dient echter ook rekening gehouden te worden met het feit dat het opkomende water niet steeds alle lager gelegen gebieden kan bereiken; dit maakt dat de werkelijke komberging lager kan zijn dan de theoretische komberging, die men louter op basis van een digitaal hoogtemodel en een waterpeil zou berekenen. In het Zwin is dit onderscheid zonder meer duidelijk omdat, zoals hoger aangeduid, de toegangsgeulen die het water naar de lager gelegen westelijke delen van het Zwin moeten transporteren, in de praktijk geblokkeerd zijn. Verder moet bij de definitie van de komberging ook duidelijk aangegeven worden wat het opgelegde waterpeil is; het spreekt voor zich dat de komberging bij springtij een ander waarde heeft dan die bij doottij of gemiddeld tij.

Als indicator voor de toename in komberging wordt in deze studie verder het getijprisma bij gemiddeld springtij aan de monding van het Zwin gebruikt. Het getijprisma is de hoeveelheid water die tijdens de vloed door een bepaalde dwarsdoorsnede stroomt. Gemeten aan de monding komt dit getijprisma numeriek overeen met de reële komberging in het gebied. Het getijprisma wordt berekend aan de hand van de hydrodynamische modellering, en houdt dus rekening met alle aspecten die de waterbeweging in en uit het Zwin beïnvloeden, met name de dimensies en andere kenmerken van de geulen en de algemene topografie. Op deze manier berekend, bedraagt het getijprisma in de huidige toestand 270.000 m³. In het nulalternatief¹⁹ zal, dankzij de voorziene afgravingen, het getijprisma toenemen tot ongeveer 750.000 m³.

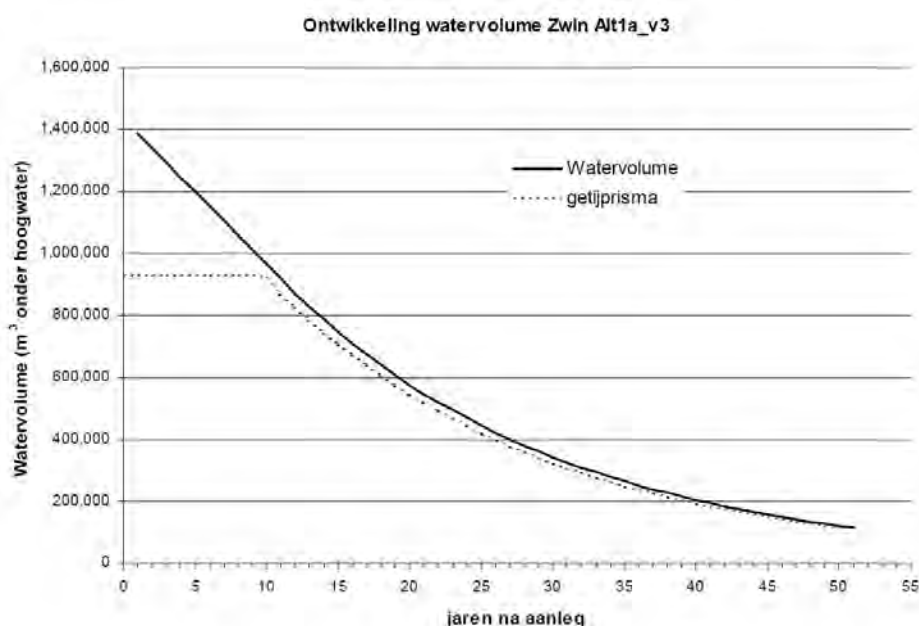
Het getijprisma wordt gezien als een belangrijk beoordelingscriterium binnen de discipline Water, omdat een wijziging in het getijprisma rechtstreeks gecorreleerd is aan het bereiken van één van de doelstellingen van het Zwinproject, namelijk het duurzaam behoud van het gebied als intergetijdengebied. Immers, hoe groter de komberging, hoe groter het volume water dat door de geulen stroomt en hoe dynamischer het systeem. De verhouding tussen de komberging en het langstransport aan sediment geeft ook een indicatie van de stabiliteit

¹⁹ Het nulalternatief werd niet doorgerekend. Als proxy kan het oorspronkelijke "Intern scenario" gebruikt worden, dat wel werd doorgerekend en qua afgravingen ongeveer overeenkomt met het nulalternatief.

van de monding: hoe groter deze verhouding (en dus de komberging), hoe groter ook de stabiliteit van de monding (of, hoe meer kans dat de monding openblijft).

De hier gegeven resultaten hebben in eerste instantie betrekking op het getijprisma in het referentiejaar. Dit getijprisma blijft echter niet constant. De getij-asymmetrie aan de monding en de hogere stroomsnelheden bij vloed dan bij eb veranderen immers niet door de voorziene ingrepen of de uitbreiding van het Zwin. Dit betekent dat netto import van sediment (verzanding) zal blijven optreden. Analooq als in de huidige situatie zal dus overwegend sedimentatie plaatsvinden met op termijn een verhoging van het gebied en een afname van het getijprisma tot gevolg.

Figuur 5-5 toont deze evolutie voor het alternatief 1A.



Figuur 5-5: Evolutie van het getijprisma in de jaren na aanleg, voor alternatief 1A

Ter illustratie wordt verderop ook de ingeschatte waarde voor het getijprisma 30 jaar na de ingreep gegeven. Dit geeft een idee van de mate waarin de gevolgen van de ingreep een stabiel karakter hebben.

5.2.1 Alternatief 1A/1B

Alternatieven 1A en 1B voorzien in een uitbreiding van het Zwin met een oppervlakte van 122,4 ha bruto. Het getijprisma stijgt in alternatief 1A met 660.000 m³ tot 930.000 m³. De uitbreiding met de Willem-Leopoldpolder zorgt voor een toename met 525.000 m³; de resterende toename in getijprisma is toe te wijzen aan het verdiepen en verbreden van de geulen in het Zwin. Bij alternatief 1B wordt binnen het gebied een spuibekken van ongeveer 20 ha aangelegd; hierdoor vermindert het getijprisma met zo'n 50.000 m³.

Dertig jaar na de ingreep bedraagt het getijprisma, als gevolg van verdergaande sedimentatie, naar schatting nog 326.000 m³.

5.2.2 Alternatief 2C/2D

Alternatieven 2C en 2D voorzien in een uitbreiding van het Zwin met een oppervlakte van 169,1 ha bruto. Het getijprisma stijgt in alternatief 2C met 1,3 mio m³ tot 1,57 mio m³. De

uitbreiding met de Willem-Leopoldpolder zorgt voor een toename met 950.000 m³; de resterende toename in getijprisma is toe te wijzen aan het verdiepen en verbreden van de geulen in het Zwin. Bij alternatief 2D wordt binnen het gebied een spuibecken van ongeveer 20 ha aangelegd; hierdoor vermindert het getijprisma met zo'n 70.000 m³.

Dertig jaar na de ingreep bedraagt het getijprisma naar schatting nog 476.000 m³.

5.2.3 Alternatief 4A/4B

Alternatieven 4A en 4B komen grotendeels overeen met resp. alternatieven 1A en 1B. Het verschil ligt in de inrichting van het uitbreidingsgedeelte in de Willem-Leopoldpolder (dat net als in Alternatief 1A en 1B 122,4 ha bruto bedraagt) als gecontroleerd intergetijdengebied. Dit houdt in dat de Internationale dijk behouden blijft, en dat wateruitwisseling tussen het oude en het nieuwe gedeelte van het Zwin gebeurt aan de hand van een doorlaatmiddel in deze dijk. Slechts bij stormvloed wordt dit doorlaatmiddel afgesloten. De werking van het gebied is in normale omstandigheden volkomen analoog aan alternatief 1A en 1B. Enkel bij stormtij wordt doordringen van het zeewater in het gedeelte van het Zwin achter de internationale dijk verhinderd.

Het getijprisma stijgt in alternatief 4A met 600.000 m³ tot 900.000 m³. De uitbreiding met de Willem-Leopoldpolder zorgt voor een toename met 400.000 m³; de resterende toename in getijprisma (200.000 m³) is toe te wijzen aan het verdiepen en verbreden van de geulen in het Zwin. Bij alternatief 4B wordt binnen het gebied een spuibecken van ongeveer 20 ha aangelegd; hierdoor vermindert het getijprisma met zo'n 50.000 m³.

Dertig jaar na de ingreep bedraagt het getijprisma naar schatting nog 327.000 m³.

5.2.4 Alternatief 5C/5D

Alternatieven 5C en 5D komen grotendeels overeen met resp. alternatieven 2C en 2D. Het verschil ligt in de inrichting van het uitbreidingsgedeelte in de Willem-Leopoldpolder (dat net als in Alternatief 1A en 1B 169,1 ha bruto bedraagt) als gecontroleerd intergetijdengebied. De werking van het gebied is in normale omstandigheden volkomen analoog aan alternatief 1A en 1B. Enkel bij stormtij wordt doordringen van het zeewater in het gedeelte van het Zwin achter de internationale dijk verhinderd.

Het getijprisma stijgt in alternatief 5C met 1,0 mio m³ tot 1,3 mio m³. De uitbreiding met de Willem-Leopoldpolder zorgt voor een toename met 900.000 m³; de resterende toename in getijprisma is toe te wijzen aan het verdiepen en verbreden van de geulen in het Zwin. Bij alternatief 5D wordt binnen het gebied een spuibecken van ongeveer 20 ha aangelegd; hierdoor vermindert het getijprisma met zo'n 70.000 m³.

Dertig jaar na de ingreep bedraagt het getijprisma naar schatting nog 472.000 m³.

5.2.5 Synthese wijziging in komberging

Onderstaande tabel vat de hierboven vermelde cijfers samen. De toename van het getijprisma is (uiteraard) des te groter naarmate de uitbreiding van de oppervlakte aanzienlijk is. De mate waarin het prisma toeneemt in relatie tot de oppervlakte-uitbreiding blijkt bovendien groter te zijn bij een grotere toename van de oppervlakte. Wat de afname van het getijprisma na de ingreep betreft, kan gesteld worden dat alle alternatieven uiteindelijk terug zullen evolueren naar eenzelfde eindsituatie. Bij alternatieven met een groter getijprisma (2C en 5C) gaat de sedimentatie (en dus de afname van het getijprisma) initieel sneller, maar door de hogere uitgangswaarde zal het resterende getijprisma op gelijk welk moment toch

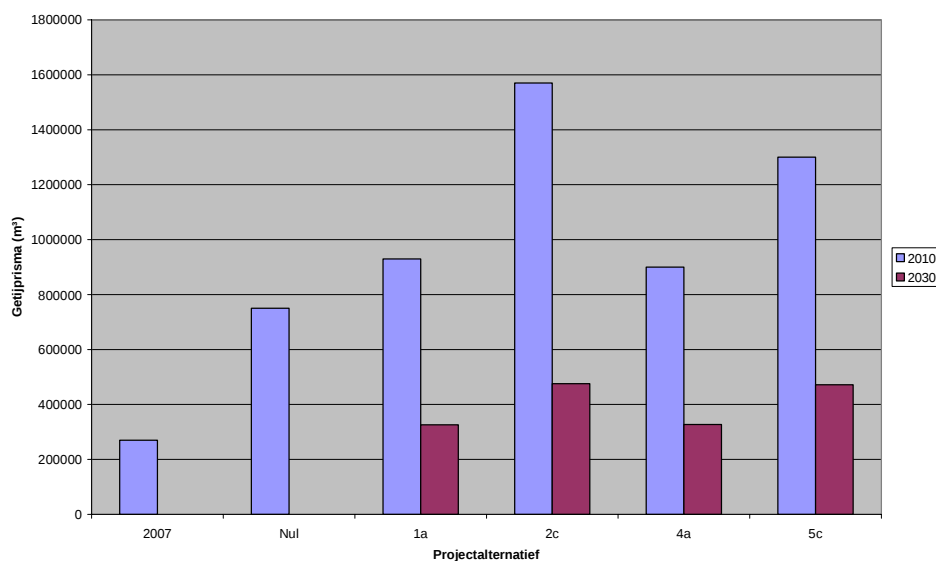
hoger zijn bij de alternatieven met een kleinere ruimtelijke uitbreiding (en dus getijprisma). Met andere woorden, hoe groter de ruimtelijke uitbreiding, hoe langer het zal duren vooraleer de effecten van de initiële ingreep teniet zijn gedaan.

Bij de alternatieven met spuikom ligt het getijprisma zo'n 50.000 à 70.000 m³ lager dan bij alternatieven met spuikom; dit vertegenwoordigt 4 à 6% van het totale volume.

Tabel 5-1: Overzicht van de waarden van het getijprisma in 2010 en 2040, voor de verschillende alternatieven

	1A	1B	2C	2D	4A	4B	5C	5D
Getijprisma 2010 (1000 m ³)	930	880	1570	1500	900	850	1300	1230
Getijprisma 2030 (1000 m ³)	326	(1)	476	(1)	327	(1)	472	(1)
Toename oppervlakte (ha)	122,4	102,4	169,1	149,1	122,4	102,4	169,1	149,1
Toename prisma 2010 (1000 m ³)	660	610	1300	1230	630	580	1030	960
Toename prisma 2010/toename opp (m ³ /m ²)	0,54	0,59	0,77	0,82	0,51	0,56	0,61	0,64
% afname prisma 2010-2040	65%	(1)	70%	(1)	64%	(1)	64%	(1)

(1) Niet berekend, zal iets kleiner zijn dan het corresponderende alternatief zonder spuikom.



Figuur 5-6: Overzicht van de waarden van het getijprisma in 2010 en 2040, voor de verschillende alternatieven, in vergelijking met de bestaande toestand.

Op basis van deze gegevens, en rekening houdend met een autonome ontwikkeling waarbij het getijprisma gelijk blijft of afneemt, maar zeker niet structureel toeneemt, worden volgende scores toegekend aan de verschillende projectalternatieven voor de situatie in het jaar 2010 (dus vlak na de ingreep):

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	+	+	+++	+++	+	+	++	++

De verschillen tussen de alternatieven met en zonder spuikom bedragen slechts zo'n 5%, wat niet onderscheidend is. De verschillen tussen 1A en 4A worden als niet betekenisvol

beschouwd. Alternatieven 2C en 5C scoren beide wel significant beter dan de alternatieven met een kleine ruimtelijke uitbreiding. Alternatief 2 (met maximale uitbreiding en volledige ontpoldering) scoort voor het criterium “komberging” significant beter dan alternatief 5C (met maximale uitbreiding en gecontroleerd getijregime)²⁰.

Het verschil tussen de alternatieven met en zonder zoekzone in Nederland wordt niet als significant beschouwd. Bovenstaande beoordeling geldt voor het Zwin als geheel, waarbij het onderscheid tussen Vlaams en Nederlands grondgebied niet aan de orde is.

5.3 Invloed op verzanding en aanslibbing van het Zwin

5.3.1 Aanpak en redeneerlijn

Voor de vergelijking en voor de morfologische voorspellingen zijn hydrodynamische berekeningen uitgevoerd van de initiële situatie. Op basis van deze berekeningen zal worden beredeneerd welke veranderingen zullen optreden in de bathymetrie van het gebied. Hiervoor worden twee eenvoudige modellen geïntroduceerd, een voor de sedimentatie in het bekken en een voor de ontwikkeling van het areaal geulen en slikken en schorren.

Er wordt van uitgegaan dat binnen de randvoorwaarden van het gebied, die worden gegeven door de ruimtelijke begrenzing, het getij bij de monding en het aanbod van sediment, een natuurlijk getijdenlandschap zal ontstaan. Het natuurlijke getijdenlandschap waarvan we verwachten dat het ontstaat, is vergelijkbaar met het huidige Zwin en omvat geulen²¹, intergetijde slikken en supragetijde schorren. Het doorstroomoppervlak van de geulen is in overeenstemming met het getijprisma. Een natuurlijk getijdenlandschap is veranderlijk: de arealen van slik, schor, geulen veranderen, de grootte van de geulen en de hoogte van het inter- en supragetijdearealen zal veranderen. Voor de morfologische veranderingen in het natuurlijke getijdenlandschap van het Zwin zijn de vormende kracht van het water en de bronnen (*sources*) en putten (*sinks*) van sediment tezamen de bepalende factoren. In de nieuwe situatie zal, net als in de huidige situatie, overwegend sedimentatie plaatsvinden, zodat de hoogte van het gebied zal blijven toenemen en het getijprisma zal blijven afnemen.

Wat betreft de bronnen en putten van het sediment wordt verondersteld dat:

1. Het sediment op de schorren in het huidige Zwin daar permanent aanwezig zal blijven. Erosie van de bovenzijde van het schor en sedimentatie elders (herverdeling van sediment binnen het gebied) zal naar verwachting niet plaatsvinden.
2. Erosie langs de randen van het schor nauwelijks plaatsvindt. Deze erosie is beperkt omdat het schor in het Zwin relatief beschut ligt ten opzichte van de golfaanval. Dit is het geval in de huidige situatie en dit zal bij een uitbreiding niet wezenlijk veranderen. Ook de erosie door de migratie van geulen is zeer beperkt, omdat de geulen min of meer verankerd liggen door de aanwezigheid van de vegetatie.
3. Een natuurlijke verjonging van het schor slechts zeer beperkt zal plaatsvinden.
4. De geulen in het huidige Zwin bij uitbreiding zo worden gedimensioneerd dat deze in evenwicht zijn met hun getijprisma. Deze geulen zullen niet eroderen en vormen derhalve geen bron voor sediment. Overigens vormen deze geulen ook in het

²⁰ Ter herinnering: het onderscheidend vermogen voor dit criterium werd op 5% gezet.

²¹ Bij de studies naar het Zwin is en wordt steeds gesproken over ‘geulen’. In feite zijn alle geulen in het Zwin kreken, omdat ze door schorren omsloten worden en geheel boven het niveau van laagwater liggen. Dit zal ook in de nieuwe situatie het geval worden, ongeacht welke uitbreiding wordt uitgevoerd.

huidige Zwin geen bron voor sediment, het zijn wel de transportpaden voor het sediment dat via de monding wordt aangevoerd.

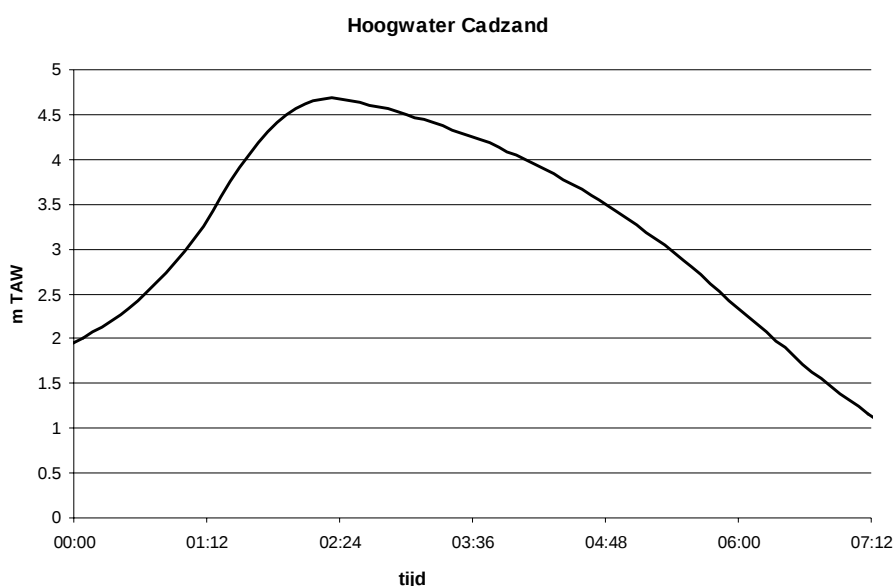
5. Bij de vorming van de geulen in de uitbreidingsgebieden wel erosie kan plaatsvinden. De vorming van deze geulen in het inter- en supragetijde deel van de uitbreidingsgebieden is een tijdelijke bron van sediment. Wel geldt dat de geulen die worden aangelegd en zijn gedimensioneerd op basis van het getijprisma, in de nieuwe situatie geen bron van sediment vormen, omdat deze reeds een evenwichtsdiepte hebben bereikt. Het sediment zal waarschijnlijk binnen het uitbreidingsgebied lokaal worden afgezet in de diepere delen. Op de korte termijn (0-10 jaar) is dit proces de belangrijkste oorzaak voor morfologisch veranderingen.
6. Zand en slib van buiten het Zwin naar binnen wordt aangevoerd. Deze sedimentaanvoer is op de lange termijn (10-30 jaar) de belangrijkste oorzaak voor de morfologische veranderingen in het gebied.

Over de vormende kracht van het water is al opgemerkt dat de doorstroomprofielen van de geulen is gekoppeld aan hun getijprisma. Daarbij verwachten we dat de stroming die in de nieuwe gebieden initieel nog breed uitwaaiert, gaandeweg geconcentreerd zal worden in de geulen.

5.3.2 Import van sediment naar het Zwin

In paragraaf 5.3.1 is opgemerkt dat zand en slib van buiten het Zwin naar binnen wordt aangevoerd. De belangrijkste reden voor de aanvoer van sediment naar het Zwin is dat bij de monding en in het Zwin de stroomsnelheden bij vloed groter zijn dan de stroomsnelheden bij eb. Deze verschillen in de stroomsnelheden zijn het gevolg van de waterstanden bij de monding en van de hoogteligging van het Zwin, waardoor een drempel gecreëerd wordt. De vloeduur is veel korter dan de ebduur (Figuur 5-7). Anders gezegd: de waterstand stijgt snel bij vloed en daalt daarna langzamer bij eb.

De getij-asymmetrie aan de monding en de hogere stroomsnelheden bij vloed dan bij eb veranderen niet door de uitbreiding van het Zwin of door andere ingrepen in het Zwin (bijvoorbeeld veranderingen in de verhouding tussen de breedte en de diepte van de hoofdgeul). In het Zwin is dus een duidelijk naar het bekken gericht sedimenttransport.



Figuur 5-7: Hoogwater bij springtij (Cadzand). Het grootste deel van het Zwin ligt boven 2m TAW

5.3.3 De ontwikkeling van het Zwin via twee processen

Na de uitbreiding van het Zwin zal de ontwikkeling van het natuurlijke getijdenlandschap in het uitbreidingsgebied via twee processen verlopen: initiële geulvorming, gevolgd door opvulling van het bekken.

5.3.3.1 Initiële vorming geulen

Het begin van de morfologische ontwikkeling wordt gekarakteriseerd door de vorming van de geulen. De aanzet voor de geulen zijn al in het landschap aanwezig in de vorm van natuurlijke verdiepingen in het landschap (oude geulen) en in de vorm van de gegraven geultracés. De stroming van de (iets) hogere delen naar de geulen zal in toenemende mate worden geconcentreerd in geulen. Dit is een zelfversterkend proces, dat vergelijkbaar is met de vorming van een drainagepatroon van geultjes (*gullies*) op hellingen. Het sediment dat vrijkomt bij de erosie van de geulen, zal waarschijnlijk door de ebstroom worden meegevoerd en in de diepere delen van de uitbreidingsgebieden worden afgezet. Met de vorming van de geulen worden ook de contouren zichtbaar van de slikken en de schorren.

Omdat dit proces deels wordt gestuurd door toevalligheden, is het niet mogelijk om te voorspellen op welke locaties de geulen zullen worden gevormd.

Deze vorming van geulen verloopt relatief snel. Afhankelijk van de grootte van de uitbreiding en de mate waarin al een geulpatroon aanwezig is, duurt dit één tot tien jaar. Bij de vorming van de geulen vindt een lokale herverdeling van het sediment plaats.

5.3.3.2 Opvulling van het bekken

Als het uitbreidingsgebied een bekken vormt, dat wil zeggen een zekere watervolume heeft onder GLWS, dan zal dit bekken opgevuld worden met sediment. De reden voor de sedimentatie in het bekken is de doorgaande import van sediment naar het Zwin. De sedimentatie zal in ieder geval voor een deel bestaan uit slib.

De opvulling van het bekken is een proces dat langzamer verloopt naarmate het bekken verder opgevuld raakt. Afhankelijk van de grootte en de vorm van het bekken (en de mate waarin de doorlaatconstructie sediment doorlaat), zal de opvulling enkele tientallen jaren tot honderd jaar in beslag nemen.

5.3.4 De uitbreiding van het Zwin en de stabiliteit van de monding

De stabiliteit van de monding betreft de mate waarin de monding van nature open blijft. Het gaat hierbij niet om de locatiestabiliteit van de monding. Voor de stabiliteit van de monding is de verhouding tussen het getijprisma van het bekken (die de mondingsgeul open houdt) en het sedimenttransport langs de kust (die de mondingsgeul 'dichtdrukt') bepalend. Uitbreiding van het Zwin resulteert dus, via een toename van het getijprisma in een toename van de stabiliteit. Deze toegenomen stabiliteit is echter tijdelijk en zal samen met een afname van het getijprisma terug verminderen.

5.3.5 Het morfologische effect van doorlaatconstructies

In de alternatieven 4A/4B en 5C/5D is sprake van uitbreidingen van het gebied met behulp van een doorlaatconstructie. Uitgangspunt is dat de doorlaatconstructies worden gedimensioneerd op de situatie direct na uitbreiding. De constructies vormen dan geen belemmering voor het in- en uitstromen van het bekken.

De doorlaatconstructies zullen worden gesloten bij stormcondities waarbij het peil in de Willem-Leopoldpolder het overschrijdingsniveau voor de bestaande dijk nadert. Dit zal vermoedelijk een paar keer per jaar gebeuren²².

De sluiting van de constructie zal een merkbaar effect hebben op de morfologische ontwikkelingen. Een doorlaatconstructie vormt immers een rigide element in het natuurlijke systeem, waarvan de dimensionering gericht is op één situatie en niet op het zich progressief en dynamisch ontwikkelende getijdenlandschap.

Zonder constructie kan in het gehele gebied de hoogwaterstand toenemen. Hierdoor kan in het hele gebied sedimentatie plaatsvinden. De capaciteit om binnenkomend sediment te bergen onder een bepaald peil is hierdoor maximaal, en het positieve effect op de levensduur van het Zwin is dan ook het grootst.

Bij aanwezigheid van een doorlaatconstructie zal in het *uitbreidingsgebied* minder sediment geborgen worden dan in de situaties zonder springtijkering. Er wordt minder vaak water en sediment aangevoerd naar het bekken. En juist de situaties met naar verwachting veel aanvoer en sedimentatie (springtij en stormen) worden uitgesloten. Het uitbreidingsgebied kan dus zijn rol van zone voor sedimentberging slechts ten dele vervullen, met een negatief effect op de toename van de levensduur van het gehele Zwin als gevolg. Belangrijk is ook dat wanneer het doorlaatmiddel gesloten is, het uitbreidingsgebied niet onder invloed van het stormevent zal staan. Deze periode van verminderde waterdynamiek in de Willem-Leopoldpolder zal, hoe kort deze periode ook duurt, zijn stempel drukken op de 'natuurlijkheid' van het zich ontwikkelende intergetijdengebied, omdat de zware stormomstandigheden uitgesloten worden. Wat de gevolgen van deze verminderde dynamiek voor het slikken- en schorregebied zijn, wordt in het deelrapport Fauna en Flora beschreven.

In het *bestaande Zwin* worden de geulen groter (gemaakt), omdat deze de aanvoer van water naar het uitbreidingsgebied moet opvangen. Dat betekent dat de stroming in en uit het huidige Zwin makkelijker verloopt, ook tijdens storm en springtij. Het gevolg zal zijn dat de waterstanden in het Zwin bij springtij en stormen (wanneer de doorlaatconstructies gesloten zijn) waarschijnlijk iets hoger worden dan in de referentiesituatie. En daarmee zal de sedimentatie op de hoge delen van het bestaande deel van het Zwin waarschijnlijk ook iets toenemen. Het zand zal nu dus sedimenteren in het voorste deel van het Zwin, waar het aanleiding zal geven tot een snellere stijging van het maaiveldpeil tot een niveau boven het gemiddelde hoogwaterpeil en dus een vermindering van de levensduur van het Zwin als dynamisch intergetijdengebied.

²² In het morfologierapport van IMDC (2007) is dit als volgt geformuleerd: 'De doorlaatconstructies zullen worden gesloten bij condities waarbij het peil in de Willem-Leopoldpolder het overschrijdingsniveau voor de bestaande dijk nadert. Een eerste inschatting, uitgaande van een toelaatbaar overslagdebiet van 1 l/s/m (deze norm is zowel gebaseerd op het beschermen van het achterland tegen overstromingen, als op het toelaatbare overslagdebiet voor een grasdijk), geeft aan dat gemiddeld 5 keer per jaar de doorlaatconstructie zou moeten worden gesloten indien uitgegaan wordt van een dijkhoogte van 5,5 meter voor de huidige dijken, en 6 meter voor de nieuw te bouwen dijk aan de Retranchementstraat.'

Bij het stijgen van de zeespiegel kan het hierboven beschreven effect van de aanwezigheid van een doorlaatconstructie nog versterkt worden. De kans bestaat dat de constructie immers frequenter zal moeten sluiten, en de periodes tijdens dewelke het uitbreidingsgebied het binnenkomende zand kan bergen worden korter²³.

5.3.6 Het morfologische effect van spuien

Het gebruik van een spuibekken achter in het bekken leidt tot een kortdurende piek van hoge stroomsnelheden. Er wordt uitgegaan van het lozen van 200.000 m³ gedurende één uur (te beginnen bij laagwater), wat neerkomt op een lozingsdebiet van 55 m³/s. Dit hoge debiet verplaatst zich met de golf van spuiwater naar de monding. De hoogste stroomsnelheden treden op in de directe nabijheid van het spuibekken en nemen af naar de monding. Dit effect is het gevolg van het groter worden van de geul naar de monding en het afvlakken van de golf van spuiwater. De debieten bij de monding zijn vergelijkbaar met deze tijdens de piek van de ebstroom.

Ter hoogte van de lozing bedraagt het debiet dus 55 m³/s, in het bovenstroomse deel van het bestaande deel van het Zwin moet gerekend worden met een debiet in de hoofdgeul van zo'n kleine 40 m³/s. Dit zijn aanzienlijke debieten, die zich bovendien voordoen bij laag water (op het moment dat het Zwin voor het overige grotendeels droog staat), over een korte periode en zonder aanloophase. Vanuit het oogpunt van de veiligheid van personen is dit een gevaarlijke situatie; het valt dan ook aan te raden de lozing te doen vergezellen van een waarschuwingssysteem (sirene b.v.).

Het debiet bij de monding bedraagt nog zo'n 20 m³/s. Dit is beperkt ten opzichte van het debiet aan de monding door de ebstroom, dat van de orde van 100 m³/s is voor de alternatieven 1 en 4 en 150 m³/s voor de alternatieven 2 en 5.

Weliswaar levert het spuien een groter volume aan uitstromend water, maar deze toename betekent niet dat het getijprisma (dat wordt gebruikt voor het berekenen van de stabiliteit van de monding) met hetzelfde volume toeneemt.

Het spuien met zoet polderwater op 1 uur geeft een locale verhoging van de schuifspanning in de geulen. Deze verhoging is gedurende 3-4 uur te merken. Deze schuifspanning is vooral duidelijk in de geul dicht bij de spui-opening, en verzwakt naarmate de spui-golf zich verder verwijdt van de spui -installatie. Als gevolg van de verhoogde schuifspanning zal de hoofdgeul meer uitgeschuurd worden en daardoor langer op peil gehouden worden. Het resultaat is een (beperkte) vertraging van de afname van de komberging van het Zwin na de initiële ingreep. Dat het effect beperkt zal zijn, volgt uit de beperkte toename van de schuifspanning. De maximale verhoging van de schuifspanning die het gevolg is van het uitbreiden van het Zwin, is van de orde van 5 N/m², terwijl de bijkomende toename van de schuifspanning in de hoofdgeul als gevolg van het spuien maar in de orde van grootte van

²³ Indien naar de evolutie van de overslagdebieten (hetgeen over de dijken slaat) wordt gekeken, zijn er twee factoren die meespelen: 1/ de verwachte sedimentatie in de Willem-Leopoldpolder (de polder zal, vertrekkende van aan de dijken, naar het midden toe opvullen), zie hiervoor ook bvb de figuur in het hoofdrapport over de geschetste ontwikkeling van alternatief 1. Dit maakt dat de waterdiepte aan de teen van de dijk kleiner zal worden, doordat de waterdiepte aan de teen van de dijk kleiner zal worden, waardoor de golfhoogte kleiner wordt, waardoor de overslag kleiner wordt (de golven worden immers beperkt door de waterdiepte). Door deze factor zal dus het aantal keer dat het doorlaatmiddel moet gesloten worden eerder afnemen. 2/ de zeespiegelstijging: deze bedraagt (in de periode die bestudeerd werd) circa 13,5 cm over een periode van 30 jaar (voor het gemiddeld hoogwaterniveau). Het is inderdaad mogelijk dat een zeespiegelstijging leidt tot een verhoging van de overslagdebieten. Meer waarschijnlijk is echter dat de sedimentatie de effecten van de zeespiegelstijging zal tegengaan. Het inschatten van deze sedimentatie en sedimentatiesnelheid is echter een zeer moeilijke evenwichtsoefening. Zeer conservatief zou ervan uit kunnen gegaan worden dat deze sedimentatie niet plaatsgrijpt, in dat geval heeft een stijging van de zeespiegel inderdaad een effect op het aantal keren dat de overgangsconstructie moet gesloten worden.

0,5 N/m² is. Het effect van het spuien is met andere woorden relatief beperkt in vergelijking met het effect van het vergroten van de komberging.

Bovendien is niet steeds voldoende water beschikbaar om te spuien; zeker in de zomer vormt dit een probleem (zie ook Figuur 5-38). Uit de berekeningen met het bakmodel blijkt dat gemiddeld gezien bij minder dan de helft van de laagwaters kan gespuid worden.

De aanleg van en het gebruik van een spuikom achter in het Zwin levert bovendien een extra onzekerheid op voor de ontwikkeling van het gebied. De kans is niet nul dat spuien met zoetwater leidt tot een afname van de levensduur van het intergetijdengebied. Weliswaar is een estuariene circulatie tijdens het uitstromen min of meer uitgesloten door de beperkte waterdiepte, maar tijdens de daaropvolgende vloed kan het resterende zoete water resulteren in dichtheidsgedreven stromingen. Mogelijk leiden deze stromingen tot een residueel sedimenttransport naar de Willem-Leopoldpolder en daarmee tot een verhoogde sedimentatie (van slib) in dat gebied.

Door het feit dat het spuibekken (20 ha) groot in het gebied gelegen is, zal de oppervlakte waarin estuariene natuur kan ontwikkelen met 20 ha gereduceerd worden. Ook de komberging zal effect hiervan ondervinden: de waterstand in de Willem-Leopoldpolder zal sneller stijgen, waardoor er meer water in het Zwin zelf zal blijven staan en minder water in de polder zal geborgen worden. Hierdoor wordt de totale komberging van het gebied verminderd. Dit komt neer op een vermindering van ongeveer 50.000 m³ voor de alternatieven 1 en 4; en 70.000 m³ voor de alternatieven 2 en 5.

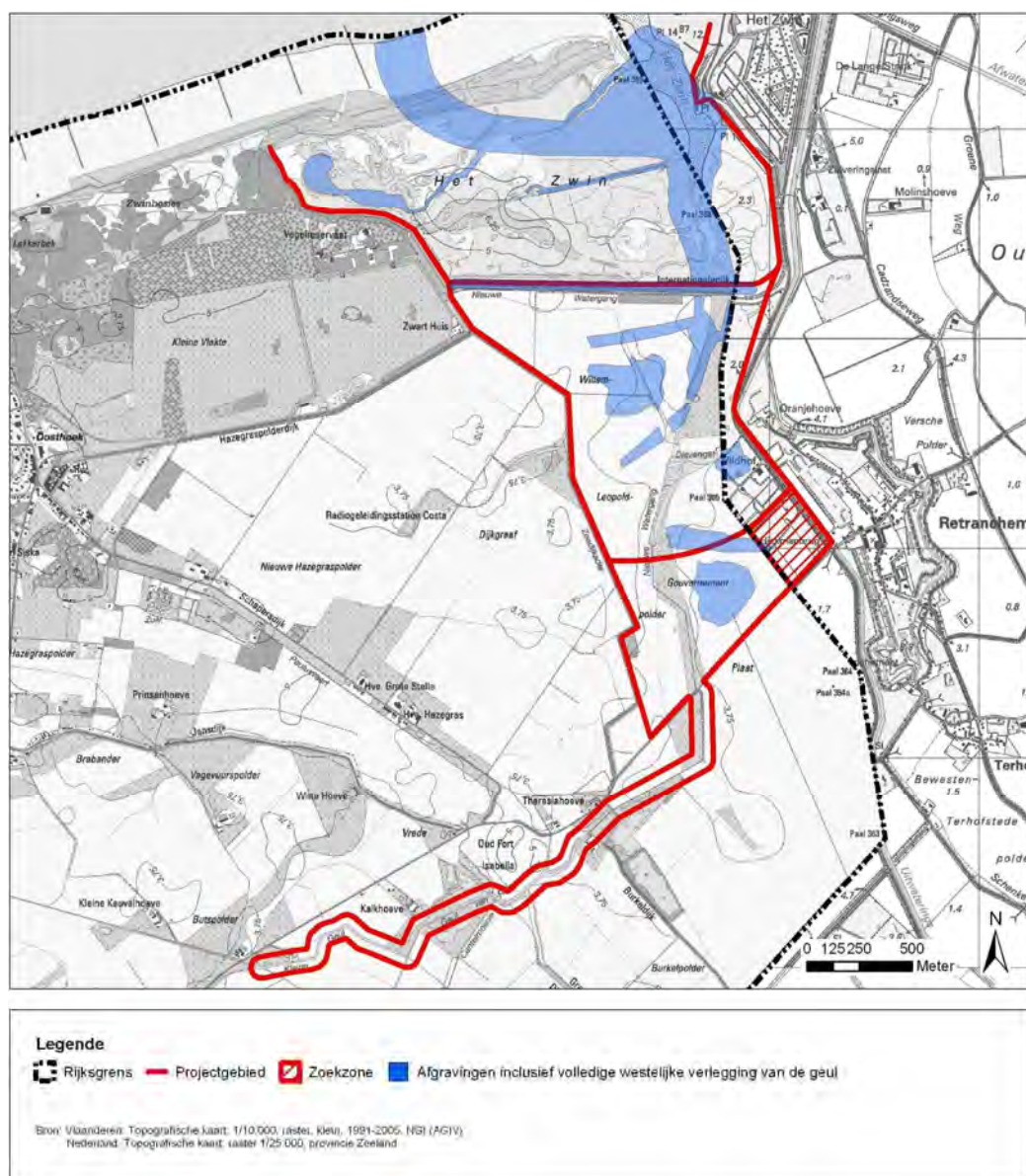
5.3.7 Het effect van een westelijke geulverlegging

Als aanvullende oplossing voor de verzanding van het Zwin werd in het voorstudietraject de optie bestudeerd om de Zwingeuol volledig naar het westen te verplaatsen. Gedreven door de dominante richting in het langstransport migreert de Zwingeuol immers meestal in oostwaartse richting. Deze migratie bedreigt de stranden langsheen de Nederlandse grens, en zorgt uiteindelijk ook voor het “dichtdrukken” van de Zwingeuol aangezien de geul tegen de oostelijke duinen zal aanlopen. Het volledig verplaatsen van de geul naar een nieuwe, meer westwaarts gelegen locatie tussen de duinen ter hoogte van het laatste strandhoofd van Knokke-Heist zou de geul meer ruimte geven om te migreren. Als ander mogelijk voordeel van het verleggen van de Zwingeuol dacht men dat de in- en uitstroming van de geul vergemakkelijkt zou worden, gezien de monding van de Zwingeuol op een steiler stuk strand kwam te liggen.

In Figuur 5-8 wordt de mogelijke ligging van de westwaarts verlegde geul getoond, in combinatie met de uitbreiding van het Zwin in de Willem-Leopoldpolder (IMDC, 2006). Dezelfde configuratie kan gelden voor de verschillende in dit MER bestudeerde projectalternatieven, zodat de westelijke geulverlegging in feite kan beschouwd worden als een subvariant voor elk van de onderzochte alternatieven.

Na het hydrodynamisch modelleren van deze oplossing bleek echter dat de in- en uitstroming van de geul niet vergemakkelijkt werd door de verlegging van de geul en dat de tijd die het water nodig heeft om uit de geul te stromen niet wijzigde ten opzichte van de huidige situatie (die ten aanzien van de verzanding problematisch is). De specifieke tijdsymmetrie van het Zwin die hoofdzakelijk de grote sedimentatie in het Zwin veroorzaakt, blijft bestaan bij een verlegging van de geul. Bovendien bleek dat de waterstanden in het Zwin bij hoog water zelfs eerder verlaagden, met een verminderde komberging en een gedaalde uitschurende kracht tot gevolg. Aan de doelstelling om de verzanding in een ruimer gebied tegen te gaan, werkt deze ingreep dus niet eenduidig positief, mogelijk zelfs negatief in vergelijking met het behoud van de ligging van de huidige geul. Deze conclusie geldt in

gelijke mate voor elk van de bestudeerde projectalternatieven, zodat het eventuele effect sowieso niet onderscheidend zou zijn.



Figuur 5-8: Situering van de westwaarts verlegde Zvingeul

5.3.8 De sedimentatie in het (uitgebreide) Zwin

Voor het bepalen van de globale morfologische ontwikkeling, namelijk het opvullen van het bekken, is een eenvoudige kwantitatieve benadering gekozen. In deze benadering wordt de opvulling van het bekken berekend aan de hand van:

C: de sedimentconcentratie bij de monding van het Zwin (langjarige gemiddelde over de gehele monding)

P: het getijprisma

ρ_s : de dichtheid van het sediment

E: de *trapping efficiency* van het bekken

t: de getijfactor

De sedimentatie per getij S_{tij} wordt dan gegeven door:

$$S_{tij} = E \cdot ((P \cdot C) / \rho_s)$$

De sedimentatie per jaar wordt gegeven door het aantal getijden per jaar (740) en de factor t die de bijdrage van springtij ten opzichte van het doodtij en normaal tij relateert, volgens:

$$S_{jaar} = 740 \cdot t \cdot S_{tij}$$

En het volume van het bekken in de loop van de tijd wordt gegeven door:

$$V_{water, t=n+1} = V_{water, t=n} - S_{jaar}$$

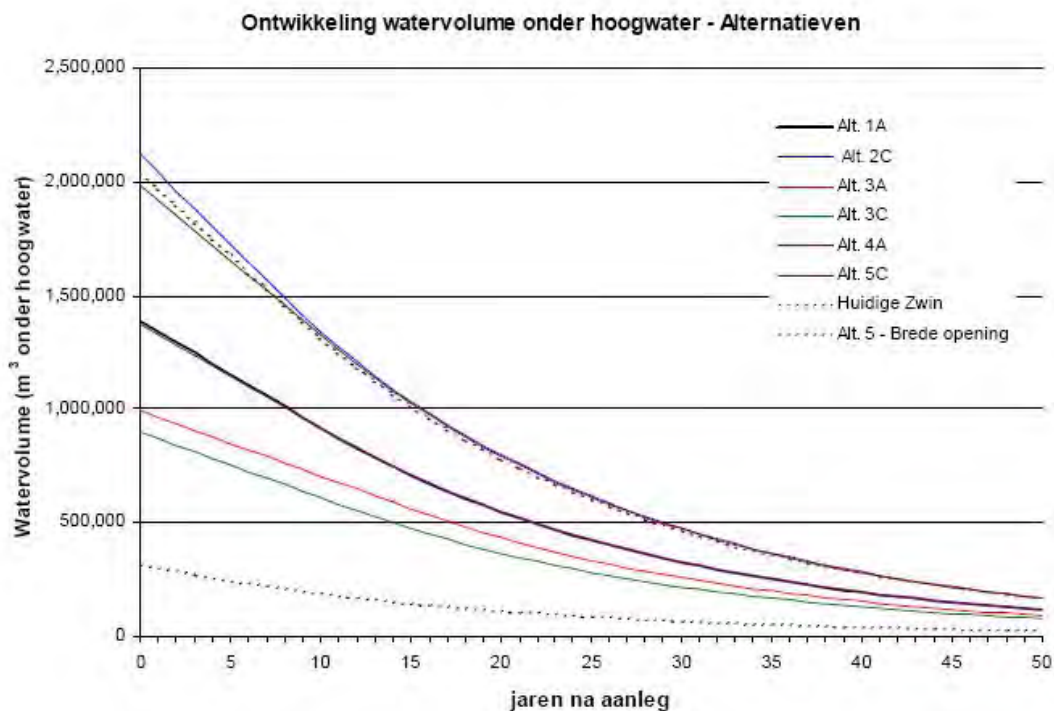
Zolang het watervolume van het bekken groter is dan het getijprisma, verandert het getijprisma niet. Wanneer het watervolume in het bekken kleiner dreigt te worden dan het getijprisma, dan wordt het getijprisma gelijkgesteld aan het watervolume in het bekken. Het watervolume wordt bepaald onder het lokale hoogwater in het Zwin en in de uitbreidingen.

Voor de berekening zijn waarden gebruikt van $C = 200 \text{ mg/l}$, $\rho_s = 1650 \text{ kg/m}^3$, $E = 75\%$ en $t = 0,75$. De initiële sedimentatie voor b.v. alternatief 1a/1b bedraagt bijna 47.000 m^3 of gemiddeld over de oppervlakte onder hoog water ongeveer 2 cm sedimentatie per jaar. De veranderingen gaan snel in de eerste 25 tot 30 jaar en vlakken daarna af. De resultaten hangen echter in sterke mate af van de gebruikte factoren, zodat rekening moet gehouden worden met een bandbreedte op de resultaten. Waar wordt gesproken over de 5 jaar wordt feitelijk gesproken over de situatie na 3 tot 10 jaar, bij 10 jaar gaat het feitelijk om 6 tot 20 jaar en bij de voorspelling over 30 jaar betreft het 20 tot 62 jaar.

De resultaten van de berekening van de sedimentatie en de corresponderende ontwikkeling van het watervolume van het bekken zijn weergegeven in Figuur 5-9.

In Figuur 5-9 is zichtbaar dat de verschillende scenario's convergeren naar dezelfde situatie²⁴. De snelheid waarmee dat gebeurt, is het grootst voor de gebieden met het grootste initiële watervolume. De oorzaak voor de snelheidsverschillen van de ontwikkelingen is overigens niet het verschil in watervolume, maar het verschil in de grootte van het getijprisma. Naarmate het getijprisma groter is, zal volgens dit model meer sedimentatie plaatsvinden. Het effect van het getijprisma verklaart ook, samen met het oppervlakteverschil door het al dan niet weghalen van de internationale dijk, de verschillen tussen de scenario's 1 en 4 en 2 en 5.

²⁴ De in de figuur vermelde alternatieven 3A en 3C werden bestudeerd in een voorbereidende studiefase, maar werden uiteindelijk niet als geschikte projectalternatieven beschouwd.



Figuur 5-9: Ontwikkeling van het watervolume van de verschillende scenario's.

In het model is geen rekening gehouden met de voorspelde toename van het hoogwater onder invloed van de stijgende zeespiegel. De toename van het niveau van hoogwater leidt tot een toename van het niveau van hoogwater in het Zwin. Deze toename van het niveau van hoogwater leidt tot een toename van het getijprisma die een deel van de afname van het getijprisma door de sedimentatie compenseert. De snelheid waarmee deze ontwikkeling plaatsvindt, is afhankelijk van de lokale stijging van het hoogwaterniveau bij Cadzand.

In deze studie is geen onderscheid gemaakt tussen de sedimentatie van zand en van slib. Waarschijnlijk zal in de diepe gelegen uitbreidingsgebieden initieel relatief veel slib sedimenteren. De lage stroomsnelheden in deze gebieden, in combinatie met de lange verblijftijd van het water, geven goede omstandigheden voor de sedimentatie van slib. Naarmate een patroon van geulen en slikken ontstaat, zal de sedimentatie van slib worden beperkt tot de slikken, omdat de stroomsnelheden in de geulen hoger zijn geworden. Kwantitatieve uitspraken over de sedimentatie van slib en zand kunnen echter niet worden gedaan, omdat hiervoor gegevens nodig zijn over de aanvoer van zand en slib.

5.3.9 Ontwikkeling van de arealen

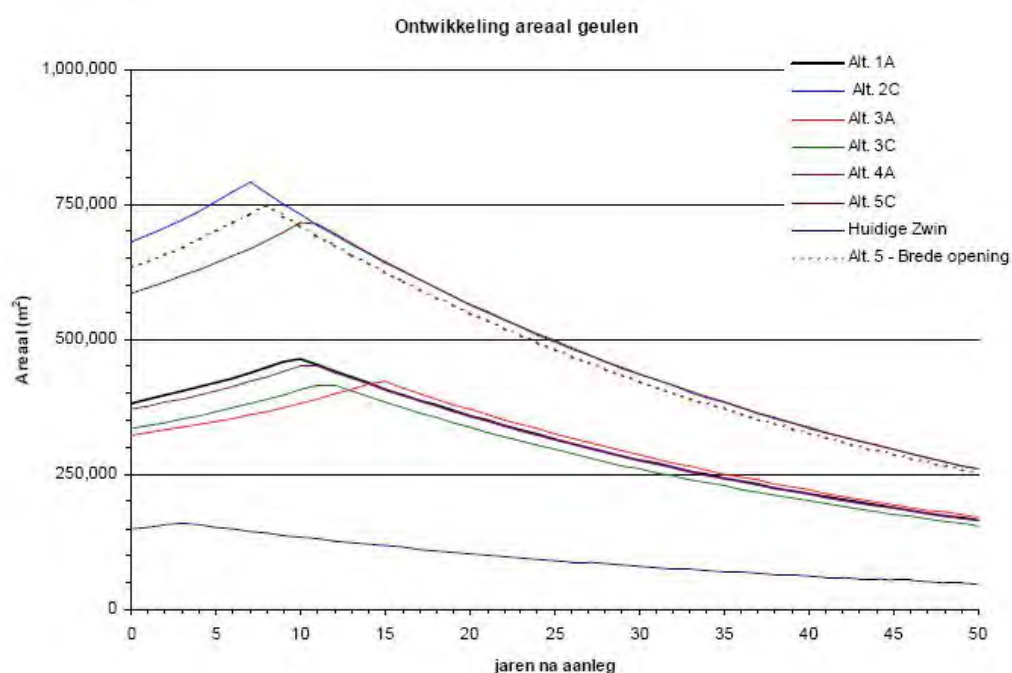
Op basis van een eenvoudig model dat een relatie legt met het getijprisma, de lengte van het bekken en de gemiddelde waterdiepte van het bekken, werd een berekening gemaakt van het areaal van de geulen. De resultaten van de berekening voor de verschillende alternatieven worden voorgesteld in Figuur 5-10²⁵. Het areaal slik en schor is berekend door van het totale areaal van het scenario het geulareaal af te trekken. Het areaal slikken en schorren is gepresenteerd in Figuur 5-11. De uitkomsten zijn ook weergegeven in Tabel 5-2, in de vorm van de arealen geul en slikken en schorren na 5, 10, 15, 20, 25 en 30 jaar per scenario. De getallen in deze tabel en de waarden in de grafieken moeten niet absoluut

²⁵ De in de figuur vermelde alternatieven 3A en 3C werden bestudeerd in een voorbereidende studiefase, maar werden uiteindelijk niet als geschikte projectalternatieven beschouwd.

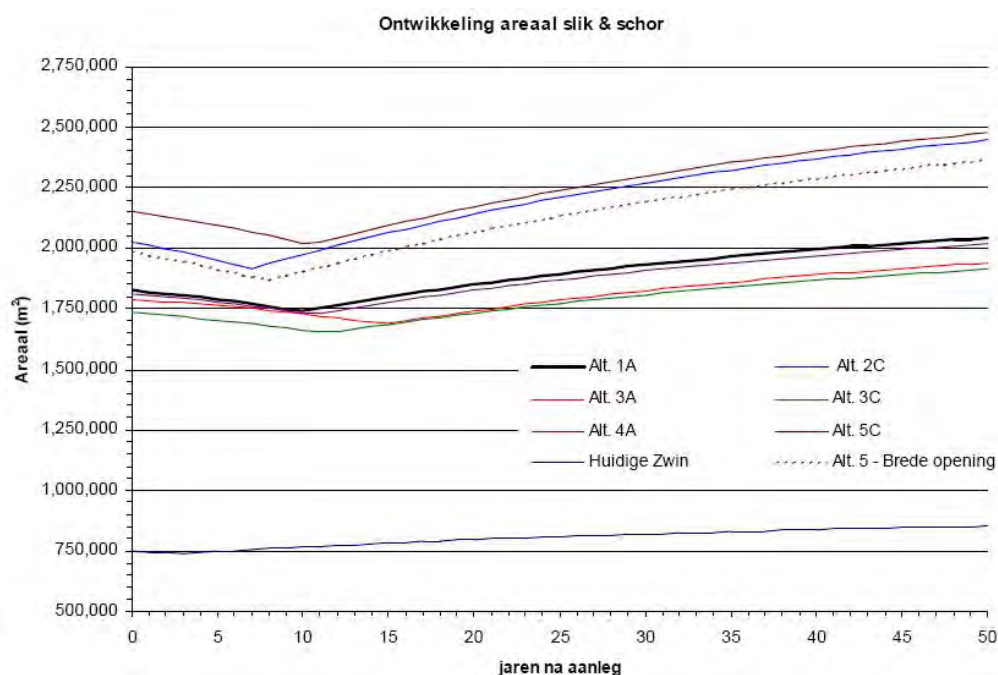
geïnterpreteerd worden en mogen alleen worden gebruikt voor een onderlinge vergelijking van de scenario's.

Tabel 5-2: Arealen in m² van de geulen en de slikken en schorren per scenario voor een aantal jaren.

	Alt. 1A		Alt. 2C		Alt. 4A		Alt. 5C	
Jaren	areaal geul	areaal slik & schor	areaal geul	areaal slik & schor	areaal geul	areaal slik & schor	areaal geul	areaal slik & schor
0	382,706	1,825,485	578,564	2,127,041	370,075	1,812,249	498,190	2,238,121
5	419,817	1,788,373	641,548	2,064,056	405,044	1,777,280	545,298	2,191,013
10	464,866	1,743,324	621,621	2,083,984	452,264	1,730,060	608,924	2,127,387
15	408,430	1,799,760	546,154	2,159,451	406,486	1,775,838	546,779	2,189,533
20	358,845	1,849,345	479,849	2,225,756	357,137	1,825,187	480,398	2,255,914
25	315,280	1,892,910	421,594	2,284,011	313,779	1,868,545	422,076	2,314,236
30	277,004	1,931,187	370,411	2,335,194	275,685	1,906,639	370,834	2,365,477



Figuur 5-10: Ontwikkeling van het areaal geulen bij de verschillende scenario's.



Figuur 5-11: Ontwikkeling van het areaal slikken en schorren bij de verschillende scenario's.

De berekeningen van het areaal van de geulen en van de slikken en schorren laten grote verschillen zien tussen de scenario's. De verschillen treden zowel op in de snelheid waarmee de arealen toe- en afnemen, als in de momenten waarop de overgang van de toe- naar afname plaatsvindt.

Met het model voor het berekenen van het areaal geulen kan het totale areaal slikken en schorren worden berekend. Wat niet kan worden vastgesteld, is hoe dat areaal verdeeld is over de slikken en de schorren. Met de gebruikte aanpak kan wel een gemiddelde sedimentatie en gemiddelde waterdiepte van het gehele gebied worden berekend, maar kan niet worden berekend hoe deze sedimentatie is verdeeld over de verschillende delen. De ontwikkeling van de hoogte kan dus niet worden berekend. Het ontstaan van schorren is daarbij niet alleen een functie van de hoogte, maar ook van de ontwikkeling van de schorvegetatie. De ontwikkeling van de schorvegetatie versterkt de sedimentatie ter plaatse en versterkt daarmee de ontwikkeling van de schorren.

Wel kan worden gesteld dat de ontwikkeling van schorren langer zal duren naarmate de uitbreidingsgebieden relatief diep liggen.

Het is niet bekend wat het effect van de doorlaatconstructies zal zijn op het ontstaan en de ontwikkeling van schorren. De doorlaatconstructie zal een beperking opleggen aan de maximale waterstand in de uitbreidingsgebieden, zodat de sedimentatie daar niet hoger zal kunnen plaatsvinden dan dat niveau. Maar het is niet bekend of het aftoppen van de waterhoogte en daarmee het minimaliseren van het effect van stormen betekent dat de schorren op lagere niveaus zullen ontstaan en verder ontwikkelen, of dat geen of een ander type schor zal ontstaan. De doorlaatconstructies introduceren hierdoor een onzekerheid in de ontwikkeling van de uitbreidingsgebieden.

5.3.10 De verwachte ontwikkeling in beeld

In Figuur 5-12 en Figuur 5-13 is in dwarsdoorsneden en in een kaart de ontwikkeling van het scenario 1 geschetst. De ontwikkeling is een schets, waarbij voor de tijdspanne waarin de situatie zich ontwikkeld heeft, een bandbreedte zoals die eerder is aangegeven dient

meegenomen te worden. De schets dient als een illustratie van de ontwikkelingen zoals die hierboven zijn beschreven en berekend. Hier zal kort worden stilgestaan bij de belangrijkste aspecten van de schetsen en bij vergelijkbare ontwikkelingen en verschillen in de andere scenario's.

In de dwarsdoorsnede (Figuur 5-12) is duidelijk zichtbaar dat het uitbreidingsgebied in de Willem-Leopoldpolder dieper ligt dan het oorspronkelijk Zwin. De ontwikkelingen in het oorspronkelijke Zwin wijken daardoor ook af van de ontwikkelingen in de uitbreiding. In het oorspronkelijk Zwin gaat de sedimentatie op het schor langzaam. De sedimentatiesnelheid op het schor neemt af, omdat de hoogte steeds verder toeneemt en er steeds minder vaak steeds minder sediment de schorren bereikt. Op het afgegraven deel van de schorren zal de sedimentatiesnelheid hoger zijn, totdat het gebied op hetzelfde niveau is aanbeland als het niet afgegraven deel. Omdat de dwarsdoorsnede (diepte en breedte) van de geul is aangepast aan het nieuwe getijprisma, zal de diepte van de geul in het Zwin niet wijzigen. In de loop van de tijd zullen deze geulen wel smaller worden, zoals zichtbaar is in de schetskaart (Figuur 5-13). In de uitbreiding ligt een belangrijk deel van het gebied onder het evenwichtsniveau van de geulen, zodat hier sedimentatie zal plaatsvinden totdat de evenwichtdiepte is bereikt. De rest van het gebied ligt ook relatief diep en hier zal doorgaande sedimentatie plaatsvinden. De snelheid waarmee de sedimentatie plaatsvindt, zal in de loop van de tijd afnemen.

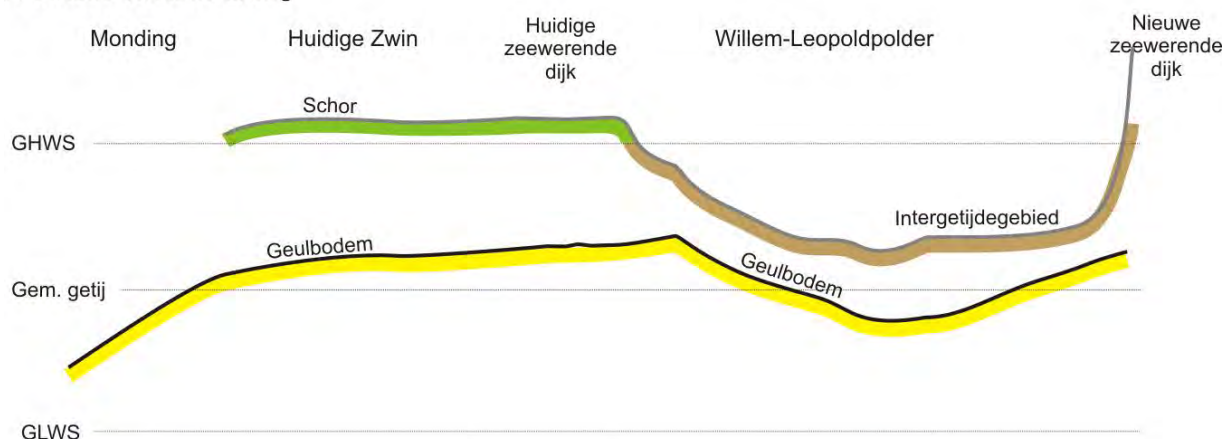
De sedimentatie in het uitbreidingsgebied zal leiden tot een steeds meer geprononceerd patroon van geulen en platen, zoals zichtbaar is kaart B in Figuur 5-13. Na verloop van tijd neemt de breedte van de geulen af, omdat het bekken vol sedimenteert en het getijprisma afneemt. De vorming van schorren zal waarschijnlijk op de hoge delen in de uitbreiding en vanaf de buitenranden van het gebied plaatsvinden.

Het geschetste patroon in Figuur 5-12 en Figuur 5-13 gaat vrijwel gelijk op voor scenario 4, waarbij de verbinding tussen het huidige Zwin en de uitbreiding uit een doorlaatconstructie zal bestaan. Het belangrijkste verschil ontstaat rond de aansluitconstructie, waar mogelijk ontgrondingen²⁶ zullen plaatsvinden. Daarnaast houdt de doorlaatconstructie zijn oorspronkelijke breedte, terwijl de breedte van de aangrenzende geulen geleidelijk zal afnemen.

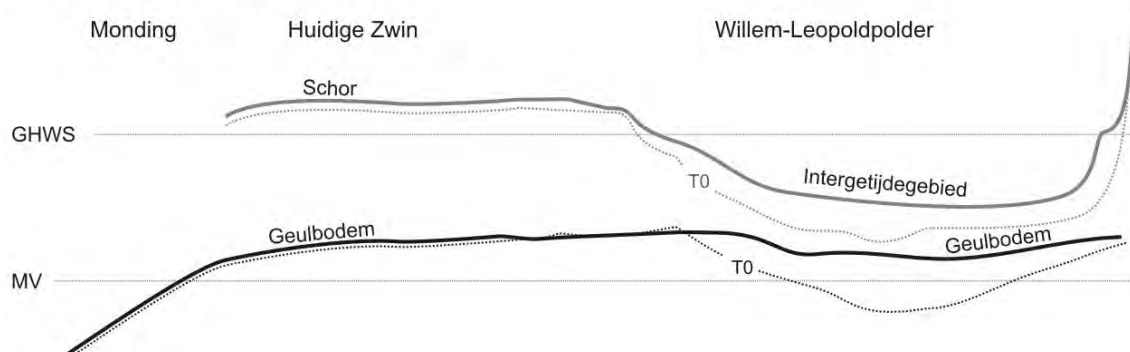
De geschetste patronen zullen op andere schaal en locaties ook ontstaan in de scenario's 2 en 5, met een grotere uitbreiding in de Willem-Leopoldpolder.

²⁶ Een doordacht ontwerp kan het ontstaan van ontgrondingskuilen tegengaan. Dit dient in de fase van het ontwerp verder bekeken te worden. Het doorstroomoppervlak van het doorlaatmiddel bij maatgevende condities (springtij, max. ebstroom) dient voldoende te zijn om ter plaatse geen versnelling van de stroom te veroorzaken. De dimensies van de doorlaatconstructie zijn in de fase van het voorontwerp berekend op basis van de resultaten van de hydrodynamische modellering met als hoofdcriterium het niet belemmeren van de stroming.

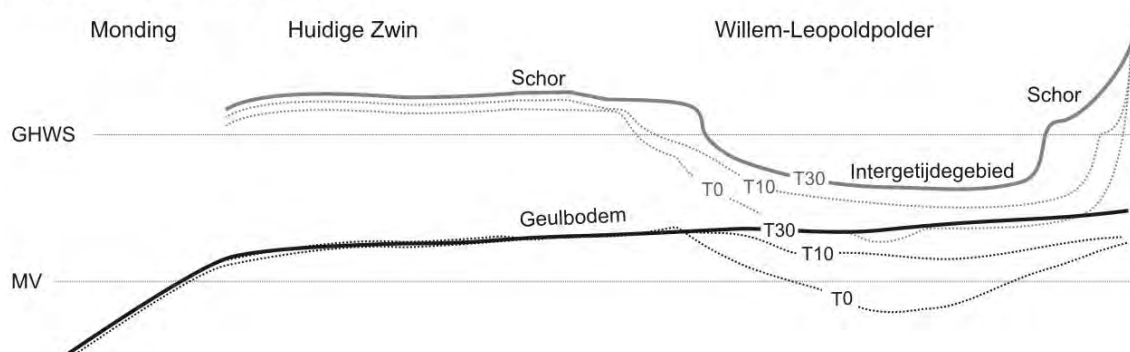
A. Situatie direct na aanleg



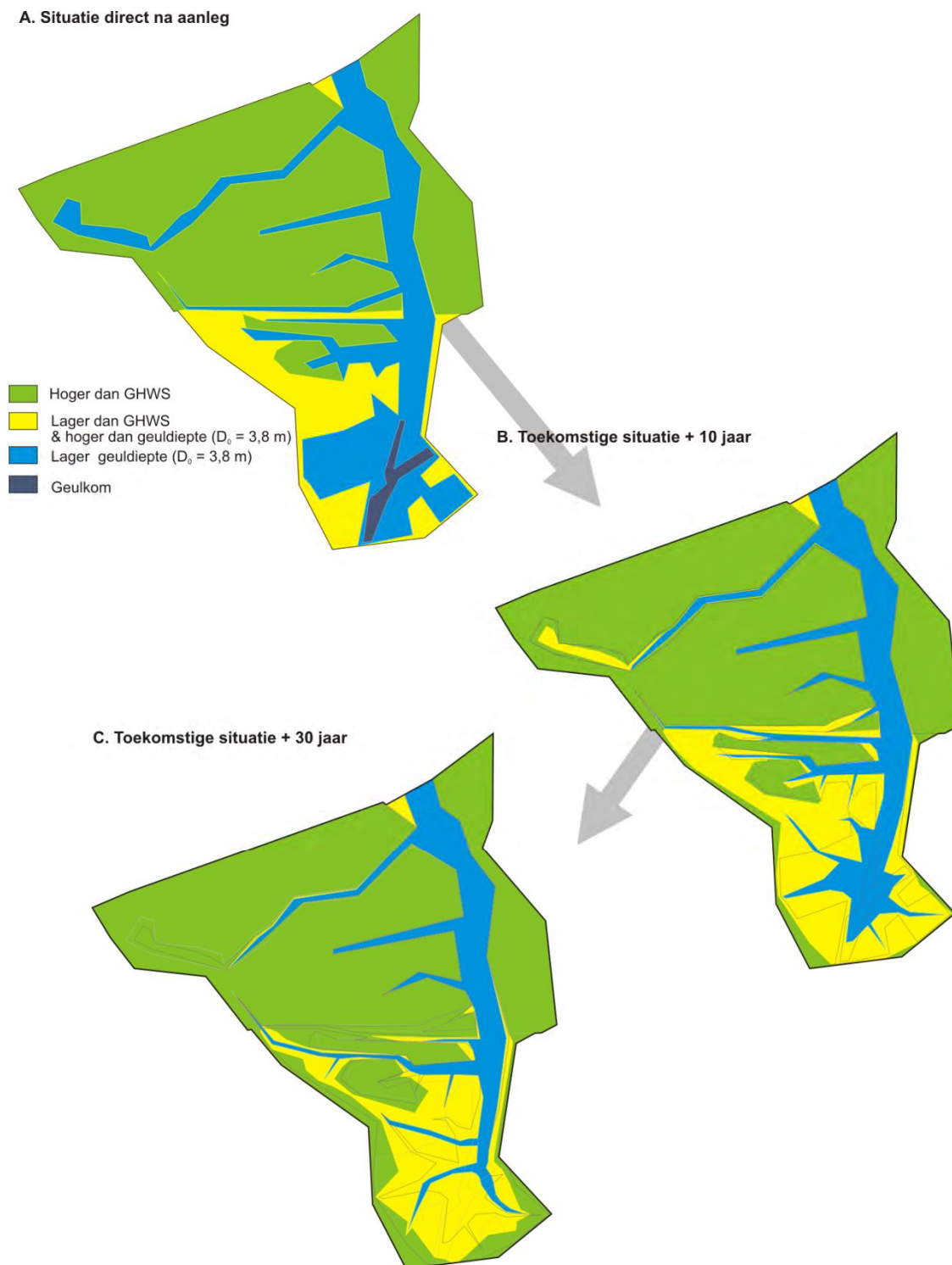
B. Toekomstige situatie + 10 jaar



C. Toekomstige situatie + 30 jaar



Figuur 5-12: Schets van ontwikkeling van scenario 1A/1B in dwarsdoorsnede



Figuur 5-13: Schets van ontwikkeling van scenario 1A/1B in kaart.

5.3.11 Vergelijking van de alternatieven –besluit

Vier verschillende hoofdalternatieven werden beschouwd voor de uitbreiding van het Zwin

- Alternatief 1: uitbreiding van het Zwin met de achterliggende Willem-Leopoldpolder, waarbij de zeewerende functie aan de zuidwaartse rand van de uitbreiding gebracht wordt.

- Alternatief 2: uitbreiding van het Zwin met de uitgebreide achterliggende Willem-Leopoldpolder, waarbij de zeewerende functie aan de zuidwaartse rand van de uitbreiding gebracht wordt.
- Alternatief 4: uitbreiding van het Zwin met de achterliggende Willem-Leopoldpolder, waarbij de zeewerende functie aan de huidige grens van het Zwin behouden blijft en de doorgang naar de Willem-Leopoldpolder gemaakt wordt door middel van een afsluitbare doorlaatconstructie.
- Alternatief 5: uitbreiding van het Zwin met de uitgebreide achterliggende Willem-Leopoldpolder, waarbij de zeewerende functie aan de huidige grens van het Zwin behouden blijft en de doorgang naar de Willem-Leopoldpolder gemaakt wordt door middel van een afsluitbare doorlaatconstructie.

Bijkomend aan deze basisscenario's werden een variant bestudeerd waarbij spuien met zoet polderwater voorzien wordt.

5.3.11.1 Effect van spuien

Het spuien met zoet polderwater op een periode van 1 uur (bij elk laagwater) geeft een locale verhoging van de schuifspanning in de geulen. Deze verhoging is gedurende 3-4 uur te merken. Deze schuifspanning is vooral duidelijk in de geul dicht bij de spui-opening, en verzwakt naarmate de spuigolf zich verder verwijderd van de spui-installatie. De behaalde snelheden in de geulen zijn vergelijkbaar met deze tijdens de piekebstroom. Door het feit dat het spuibekken in het gebied zelf dient geïnstalleerd te worden, gaat 20 ha aan estuariene natuur verloren. Doordat de komberging van de Willem-Leopoldpolder wordt ingeperkt, wordt ook de komberging verminderd. Deze vermindering wordt wel deels gecompenseerd door het extra uitstromende spuiwater tijdens de getijden wanneer er gespuid wordt.

5.3.11.2 Effect van doorlaatconstructies

Het plaatsen van een doorlaatconstructie vermindert de landschappelijke impact van het uitbreiden van het Zwin, aangezien de huidige dijken omheen de Willem-Leopoldpolder behouden blijven. In dit rapport is uitgegaan van een hoogte van de dijk omheen de Willem-Leopoldpolder van 5.5 m TAW, gebaseerd op de gegevens uit het Digitaal Hoogtemodel (DHM) Vlaanderen. De nieuw op te bouwen dijk aan de Retranchementstraat wordt op +6 m TAW gebracht om te compenseren voor de potentieel langere fetchlengte. Bij normale waterstanden zal de doorlaatconstructie geen effect hebben op de hydrodynamica en morfologie in het gebied. Naarmate het gebied evolueert en de komberging vermindert, zal een gedeelte van de doorlaatconstructie buiten gebruik raken.

De doorlaatconstructies zullen worden gesloten bij condities waarbij het peil in de uitbreidingsgebieden het overschrijdingsniveau voor de bestaande dijk nadert. Dit betekent dat gedurende stormcondities het waterpeil en het aangevoerde water en sediment naar deze gebieden zal beperkt worden, wat gevolgen zal hebben voor de morfologische ontwikkelingen.

In het *uitbreidingsgebied* zal minder sediment afgezet worden dan in de situaties zonder springtijkering. Er wordt immers minder vaak water en sediment aangevoerd naar het bekken, en juist de situaties met naar verwachting veel aanvoer en sedimentatie (stormen) worden uitgesloten. De rol van het uitbreidingsgebied als "sedimentvang", die de levensduur van het Zwin kan helpen vergroten, komt daardoor niet volledig tot uiting.

In het *bestaande Zwin* worden de geulen groter (gemaakt), omdat deze de aanvoer van water naar het uitbreidingsgebied moet opvangen. Dat betekent dat de stroming in en uit het huidige Zwin ook bij stormtij (wanneer de doorlaatmiddelen gesloten zijn) makkelijker verloopt. Het gevolg zal zijn dat de waterstanden in het Zwin bij springtij en stormen waarschijnlijk iets hoger worden. Daarmee zal de sedimentatie op de hoge delen van het Zwin waarschijnlijk ook iets toenemen, met een negatief effect op de levensduur van het Zwin als gevolg.

5.3.11.3 Bespreking van de hoofdalternatieven

Alternatief 1

Het getijprisma neemt toe, zodat de stabiliteit van de monding zal toenemen. Er is geen sprake van doorlaatconstructie, zodat de ruimte voor natuurlijke dynamiek optimaal is. Het areaal slik en schorren neemt beperkt toe, omdat de toename van het getijprisma een relatief groot areaal geulen noodzakelijk maakt. Na 30 jaar is het areaal slikken en schorren weer vrijwel terug op het initiële niveau.

De uitbreiding met de relatief diepe Willem-Leopoldpolder zal de mogelijkheden voor de sedimentatie van slib vergroten, maar de diepe uitbreiding vormt een belemmering voor de vorming van schorren. De Willem-Leopoldpolder fungeert namelijk als een relatief diepe bak aan de achterzijde van het Zwin. Deze bak is zo diep dat er in grote delen gedurende lange tijd water blijft staan. De verwachting is dat een groot deel van het fijne sediment dat wordt aangevoerd naar de WL-polder er ook zal sedimenteren. De stroomsnelheden en de bodemschuifspanningen in de WL-polder zijn zo laag dat het gesedimenteerde materiaal vervolgens niet meer wordt geërodeerd. De uitzonderingen hierop zijn de geulen en krekens die zullen ontstaan in het intergetijdengebied. Ook de 'meertjes' in het westelijke deel van het huidige Zwin zullen waarschijnlijk als sedimentvang gaan fungeren.

De sedimentatiesnelheid in het Zwin zal naar verwachting het hoogst zijn in de diepe delen van het gebied en lager bij de hogere delen. In de delen die als geul ontwikkelen, zal geen of beperkte sedimentatie plaatsvinden. De snelheid waarmee de sedimentatie plaatsvindt, zal in de loop van de tijd afnemen, omdat het getijprisma afneemt. In een latere fase zal er in de Willem-Leopoldpolder een lokale herverdeling van het sediment plaatsgrijpen.

Doordat de komberging vergroot wordt, verhoogt ook het getijprisma. Hierdoor wordt de monding minder dichtgedrukt door het langstransport. De monding zal echter nog steeds blijven migreren, aangezien hiervoor meerdere factoren verantwoordelijk zijn.

Alternatief 2

Het getijprisma neemt sterk toe, zodat de stabiliteit van de monding flink zal toenemen. De ruimte voor natuurlijke dynamiek is optimaal, omdat geen sprake is van doorlaatconstructie. Het areaal slik en schorren neemt initieel flink toe, doordat het uitbreidingsgebied relatief groot is. Na 30 jaar is het areaal slikken en schorren groter dan het initiële niveau, omdat het getijprisma aan het afnemen is. De uitbreiding met de relatief diepe Willem-Leopoldpolder zal de mogelijkheden voor de sedimentatie van slib vergroten, maar de diepe uitbreiding vormt een belemmering voor de vorming van schorren.

De morfologische evolutie van het scenario 2 komt in grote lijnen overeen met deze voor het scenario 1. Het scenario 2 heeft in vergelijking met scenario 1 een grotere toename van het areaal van het Zwin. Naar verhouding neemt het getijprisma van het gebied bij scenario 2 méér toe dan bij scenario 1. Naar verwachting zal hierdoor de sedimentatiesnelheid in scenario 2 hoger zijn dan in scenario 1 en het bekken zal daarom naar verwachting iets sneller opvullen met sediment. Samen met de meer dan proportionele toename van het

getijprisma neemt immers ook de hoeveelheid sediment die per eenheid van oppervlakte kan neerslaan toe.

Alternatief 4

In vergelijking met het scenario 1 is het enige verschil de aanwezigheid van de doorlaatconstructie, met bijbehorende beperking van de sedimentatie in het uitbreidingsgebied (zie hoger voor een bespreking van het effect van de doorlaten). De aanwezigheid van de dijk levert iets kleinere arealen slikken en schorren ten opzichte van het scenario 1. Waterstanden in het Zwin en in de WLP zijn gelijklopend met scenario 1.

Alternatief 5

Dit scenario komt grotendeels overeen met het scenario 2, met als belangrijke verschil de aanwezigheid van de doorlaatconstructie met bijbehorende beperking van de sedimentatie in het uitbreidingsgebied. Door de doorlaatconstructie wordt de waterstand in het Zwin hoger en deze in de WLP lager dan de waterstanden bij alternatief 2. Indien ervoor geopteerd wordt om met de bredere doorlaatconstructie te werken, zijn getijprisma en waterstanden vergelijkbaar met scenario 2.

De eindbeoordeling van het criterium “verzanding en aanslibbing van het Zwin” is sterk gerelateerd aan de beoordeling voor het criterium “komberging”. Toch spelen bij het tegengaan van aanslibbing en verzanding andere aspecten een rol. Met name moet hier gewezen worden op het effect van het afsluiten van de Willem-Leopoldpolder tijdens stormvloeden in alternatief 4 en 5 en van het spuien in de alternatieven 1B, 2B, 2D, 4B, 5B en 5D.

De alternatieven waarbij de Willem-Leopoldpolder wordt afgesloten van stormtijden worden gekenmerkt door minder berging van sediment in het uitbreidingsgedeelte. Anderzijds zullen in het bestaande deel van het Zwin hogere waterstanden voorkomen met een verder ophogen van de hoge schorren als gevolg. Deze effecten zullen nog verder toenemen bij stijgende zeespiegel, aangezien de doorlaten dan vaker zullen moeten gesloten worden om de veiligheid van het achterland te garanderen. Om deze redenen worden de alternatieven 4 resp. 5 minder gunstig beoordeeld dan de alternatieven 1 resp 2²⁷.

Spuien blijkt een gunstig effect te hebben op de schuifspanningen in de hoofdgeul en draagt dus bij tot het behoud van het systeem, door de geulen langer open te houden. Het effect is echter relatief beperkt in vergelijking met het effect van de areaalvergroting van het Zwin. Bovendien betekent de constructie van de spui om een (weliswaar beperkte) vermindering van het getijprisma en is er niet steeds voldoende water beschikbaar om te spuien. Eén en ander doet ons er toe besluiten geen verschillende score toe te kennen aan de alternatieven met en zonder spui-inrichting.

Deze beschouwingen leiden tot onderstaande scoretoekenning:

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	++	++	+++	+++	+	+	++/+++	++/+++

²⁷ De doorlaatmiddelen zorgen ook voor een “andere” morfologische ontwikkeling in het uitbreidingsgedeelte: trager, met minder input van materiaal en energie tijdens stormen. Het is echter moeilijk om hier een “waardeoordeel” aan te koppelen vanuit zuiver morfologisch standpunt; wij doen dat hier dan ook bewust niet. Wel kan een andere morfologische ontwikkeling eventueel gevolgen hebben op de mate waarin of de snelheid waarmee de instandhoudingsdoelstellingen voor natuur gehaald worden; overwegingen van die aard horen echter thuis in het deelrapport Fauna en Flora.

Het verschil tussen de alternatieven met en zonder Zoekzone in Nederland wordt niet significant beschouwd. Bovenstaande beoordeling geldt voor het Zwin als geheel, waarbij het onderscheid tussen Vlaams en Nederlands grondgebied niet aan de orde is.

5.4 Invloed op de waterkwaliteit in het Zwin

Bij spuien wordt gebiedsvreemd water in het Zwin ingebracht. Het gaat hierbij om een volume van zo'n 200.000 m³ per getijcyclus, wat, afhankelijk van het alternatief, neerkomt op 13 à 24% van de totale hoeveelheid zeewater die binnen dezelfde periode in en uit het Zwin stroomt. Gezien het feit dat het spuien plaatsvindt bij laag tij, zal weinig menging plaatsvinden van het in het Zwin aanwezige water met het spuiwater. Het spuien vindt plaats gedurende een korte periode (één uur per tijcyclus) en aan hoge debieten; het spuiwater beweegt daarbij als een plotse vloed en aan hoge snelheid door de hoofdgeul. Interactie met de rest van het Zwin is minimaal; het spuidebiet kan in alle gevallen gemakkelijk geacommodeerd worden door de hoofdgeul, die aangepast is aan de grotere debieten die via het getij worden aan- en afgevoerd. Het spuiwater stroomt dus niet over in de rest van het Zwin maar blijft beperkt tot de hoofdgeul, en dit dan nog slechts gedurende één twaalfde van de tijd.

Voor wat het effect betreft, kan nog een onderscheid gemaakt worden tussen het zoutgehalte en de andere kwaliteitsparameters:

- Het zoutgehalte van het spuiwater zal lager liggen dan het zoutgehalte van de zee, maar toch ook niet geheel zoet zijn. Immers, het water in de poldergrachten, dat de bron vormt voor het spuiwater, is in de huidige toestand al redelijk verzilt. Hoe dan ook zal weinig interactie plaatsvinden. Enige menging zou leiden tot, zeer plaatselijk en tijdelijk, brakke in plaats van zoute toestanden. Dit effect zal allicht niet significant zijn en hoe dan ook niet negatief.
- De kwaliteit van het polderwater laat op dit moment nog sterk te wensen over. Enige beterschap is te verwachten op korte termijn, maar een volledige sanering kan toch maar in rekening gebracht worden op lange termijn. Dit betekent dat zeker de eerste jaren na de aanleg nog redelijk vervuild polderwater zal gebruikt worden om te spuien. Bovendien moet ook rekening gehouden worden met het feit dat het sediment in de waterlopen van slechte kwaliteit is. Hierdoor is nalevering van vervuiling mogelijk nadat de sanering van de vervuilsbronnen van het oppervlaktewater een feit is. Spuien met vervuild water is, ten aanzien van het Zwin, niet zozeer een probleem voor de oplosbare bestanddelen (die worden immers uitgespoeld richting zee –iets wat anders ook zou gebeuren, maar dan via het Leopoldkanaal) maar wel voor particuliere vervuiling of stoffen die zich hechten aan sedimentdeeltjes. Hoewel deze deeltjes allicht ook zullen bezinken in het spuibekken, zal een deel ervan toch mee gespoeld worden en zich, naar het einde van de spuicyclus toe, kunnen afzetten nabij de monding en in lager gelegen delen van de geulen, waar water blijft staan. Als gevolg van het spel van eb en vloed zal een deel van deze vervuiling gedurende lange tijd binnen de grenzen van het Zwin op en neer bewegen en zich op termijn verspreiden –zij het nog steeds binnen de grenzen van de hoofdgeul.

Het valt moeilijk te voorspellen in welke mate dit theoretisch model in de praktijk aanleiding zal geven tot een significante vervuiling van de bodem van de hoofdgeul van het Zwin. Wij gaan er vanuit dat dit effect (in potentie) beperkt negatief is en vergelijkbaar qua omvang voor alle spuivarianten. De spuihoeveelheden zijn immers in

alle gevallen even hoog en de eventueel toegediende vuilvracht dan ook. Voor de varianten zonder spui-inrichting is er uiteraard geen invloed.

Dit leidt tot de volgende beoordeling:

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	0	-	0	-	0	-	0	-

Gezien het kleine verschil in oppervlakte wordt het onderscheid tussen alternatieven met en zonder Zoekzone in Nederland niet significant geacht.

Op de schaal van het Nederlandse deel van het studiegebied is de Zoekzone wel relatief belangrijk in oppervlakte, maar gezien de ligging hiervan ten opzichte van het spuibecken en de hoofdgeul is het niet te verwachten dat al dan niet opnemen van de Zoekzone in het uitgebreide Zwin een significant verschil zou maken voor de beoordeling van de impact op Nederlands grondgebied. Bovenstaande beoordeling geldt met andere woorden zowel voor het Vlaams als het Nederlands grondgebied.

5.5 Invloed op de verzilting van oppervlaktewater en grondwater

5.5.1 Beoordeling van de alternatieven

Door uitbreiding van het Zwin met delen van de Willem-Leopoldpolder dringt het getij, en daarmee het zoute zeewater, dieper het land in. Door de lage ligging van de polder en zijn afstand van de zee blijft het zeewater er redelijk lang staan; de overstromingsduur per getijcyclus varieert in de Willem-Leopoldpolder van een tweetal uur op de relatief hoger gelegen delen, tot permanent in de hoofdgeul. Tijdens deze periode kan zout water infiltreren naar het grondwater. Het gevolg is het ontstaan van een verzilte en zeer ondiepe grondwaterlaag onder het ontpolderde gebied, zoals nu reeds het geval is voor het bestaande Zwin. Bovenop dit grondwater bouwt zich geen duurzame zoete laag op onder invloed van de neerslag, omdat verscheidene keren per dag vers zout water wordt aangevoerd via het getij.

We bevinden ons dus in een situatie waarin zich vlak onder of aan het maaiveld een permanent zoute grondwaterlaag bevindt. Deze laag bevindt zich op een hoger peil dan de grondwatertafel in de omringende polders, aangezien hier het waterpeil gecontroleerd wordt door drainage en een stelsel van afwateringsgrachten. Onder invloed van dit potentiaalverschil zal zich onvermijdelijk een flux voordoen van verzilt grondwater vanuit het uitgebreide Zwin in de richting van de omliggende landbouwgebieden. Het gevolg hiervan is dat bij gelijkblijvend grondwaterpeil in de polder (er van uitgaande dat dit voldoende wordt gecontroleerd door het afwateringssysteem) het peil van de overgang tussen zout en zoet water hoger zal komen te liggen, wat gevolgen kan hebben voor de rechtstreekse watervoorziening aan de vegetatie (doordringen van verzilt grondwater tot in de wortelzone), en voor het gebruik van het grondwater voor andere doeleinden, zoals het drenken van vee (verziltten van het putwater). Parallel met dit hoger peil van de zoutwatergrens en met de toegenomen zoute kweldruk zal ook het zoutgehalte in de afvoerende waterlopen verder toenemen.

Dat dit fenomeen zich zal voordoen is zeker; over de mate waarin het significant zal zijn, is het minder eenvoudig om een harde uitspraak te doen. Dit kan enkel gebeuren aan de hand van simulaties met een mathematisch model dat dichtheidsafhankelijke grondwaterstromingen kan simuleren. In het kader van het project "Herverzilting van de Kleyne Vlakte" is zo'n model ingezet om de gevolgen van de genoemde herverzilting van het

gebied op de omringende landbouwgronden te kunnen inschatten. Hieruit is gebleken dat, zonder passende maatregelen, de invloed van de ingreep zich tot op een afstand van verscheidene honderden meters onder het landbouwgebied kan laten voelen.

Weliswaar is de situatie in de Kleyne Vlakte verschillend van die van de Willem-Leopoldpolder; het gebied ligt topografisch merklijk hoger dan de Willem-Leopoldpolder, en de resulterende gradiënt zal dan ook sterker zijn. Anderzijds gaat het bij de ontpoldering van de Willem-Leopoldpolder om een veel grotere oppervlakte dan in het geval van de Kleyne Vlakte, met een corresponderend groter grensvlak, zodat het te beïnvloeden gebied potentieel ook groter zal zijn. Hoe groot dit gebied zal zijn en in welke mate zich een stijging van de zout-zoetwaterinterface zal voordoen, valt, zoals gezegd, niet te voorspellen zonder grondwatermodel. Een eventuele invloed zal zich vermoedelijk vooral laten voelen ten zuiden van de uitbreiding, d.i. volgens de regionale stroomrichting.

Wel kan gesteld worden dat de invloed zich zal beperken tot het omringende landbouwgebied; de zoetwaterbel onder de duinen en daarmee de drinkwaterwinning in Knokke Heist wordt niet bedreigd. De winning ligt immers op meer dan 3 km ten westen van het Zwin. Bovendien ligt het peil van de zoetwaterbel, behoudens in zeer droge zomers, ruim boven het grondwaterpeil in de polders, zodat de gradient eerder weg is van de zoetwaterbel dan in de richting ervan. Tenslotte kan ook vermeld worden dat het sowieso de bedoeling is om deze winning geleidelijk aan af te bouwen, zodat in de toekomst de stijghoogte in dit zoetwatergebied nog zal toenemen in vergelijking met de huidige situatie en de bel zich verder zal stabiliseren.

Wij gaan er in dit MER vanuit dat de effecten van de uitbreiding van het Zwin op de omringende landbouwgronden potentieel matig tot sterk negatief zullen zijn, afhankelijk van de omvang van de uitbreiding. Het verschil tussen de alternatieven met 120 en 180 ha uitbreiding wordt daarbij als significant gezien; het verschil tussen de varianten met of zonder zoekzone in Nederland niet. Het verschil in oppervlakte dat het gevolg is van de inname door een spuikom wordt evenmin als significant gezien.

We nemen ook aan dat het verschil tussen alternatieven met en zonder spui-inrichting niet significant zal zijn voor wat betreft de invloed op het grondwater. Weliswaar wordt via spuien extra water in het Zwin gebracht, maar dit water is ook al deels verzilt. Een eventuele verzoetende invloed hiervan zou zich overigens vooral in de winter laten voelen, op een moment dat de verziltingsproblematiek in de omliggende polders sowieso minimaal is; in de zomer is immers vaak niet voldoende water beschikbaar om te spuien. Ook het feit dat de invloed van het spuiwater beperkt blijft tot de hoofdgeulen en dat het water snel wordt afgevoerd richting zee, maken het weinig waarschijnlijk dat het spuien een significant verschil zou maken in termen van impact op de verzilting van de grondwatertafel. Een ander potentieel voordeel van de spui-inrichting, namelijk het feit dat door de betere afwatering van de Zwinpolder die er het gevolg van is de afvoer van brak water uit de polder beter kan beheerst worden, beschouwen we niet als significant. Het effect van de betere afwatering komt immers vooral tot uiting in periodes van wateroverlast, wanneer het verziltingsprobleem sowieso van lagere orde is.

Op basis van het bovenstaande worden voor het criterium “verzilting van grond- en oppervlaktewater” de volgende scores toegekend aan de verschillende projectalternatieven:

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	--	--	---	---	--	--	---	---

Bovenstaande scores gelden in principe zowel voor het Vlaamse als voor het Nederlandse deel van het studiegebied. In Nederland zal de impact ruimtelijk weliswaar erg beperkt zijn.

Er kan immers verwacht worden dat zoute kwel vanuit de ontpolderde Willem-Leopoldpolder in de richting van Nederland voor een groot deel zal opgevangen worden door het uitwateringskanaal van Cadzand, dat de oostgrens vormt van het te ontpolderen gebied en/of het studiegebied.

Voor de varianten 2A, 2B, 5A en 5B, waarbij de zogenaamde “zoekzone” op Nederlands grondgebied niet mee opgenomen wordt in dit project, zou deze zoekzone, die ten westen van het kanaal van Cadzand gelegen is, mee verzilten. In de varianten waarbij de zoekzone mee opgenomen wordt in de projectafbakening, is dit effect uiteraard niet meer relevant. Hoe dan ook is de oppervlakte van de zoekzone dermate klein in vergelijking met het gebied dat (in Vlaanderen) potentieel aan verzilting onderhevig is, dat het onderscheid tussen varianten met en zonder zoekzone niet als significant wordt beschouwd.

Bovenstaande score heeft, zoals eerder aangegeven, betrekking op de situatie waarbij geen enkele maatregel wordt genomen om de verzilting tegen te gaan. De praktijk toont echter aan dat mits een aangepast waterbeheer de invloed van zoute kwel drastisch kan ingeperkt worden. Voorbeelden uit de praktijk zijn de laaggelegen polders op de Zeeuwse eilanden en de polders gelegen langs verzilte kanalen met een waterpeil hoger dan het omringende maaiveld (b.v. Kanaal Gent-Terneuzen in Zeeuws Vlaanderen, Boudewijnkanaal, Kanaal door Zuid Beveland). In al deze gevallen blijft de verziltende invloed bijna overal beperkt tot enkele tientallen meters van de bron, wat grotendeels het gevolg is van een aan de verzilting aangepast oppervlaktewaterbeheer.

Hierop wordt verder teruggekomen onder het hoofdstuk “mitigerende maatregelen”.

5.5.2 Resultaten grondwaterstudie

De beschreven impact op het grondwater is ondertussen aangetoond in de grondwaterstudie uitgevoerd door de Universiteit Gent, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Cel Grondwatermodellering (Prof. L. Lebbe, 2009²⁸). Bedoeling was de gevolgen van de uitbreiding van het Zwin op de verzilting te onderzoeken en om mogelijke maatregelen om de verzilting tegen te gaan te selecteren. De opdracht omvatte het uitvoeren van boringen, uitvoeren en verwerken van EM39-metingen²⁹, opmeten van geleidbaarheden en stijghoogten in de verschillende observatieputten, diver-metingen, de analyse van deze metingen en de het opstellen van een grondwaterstromingsmodel. Tenslotte werd een interpretatie gegeven van de modelresultaten naar verwachte effecten op de landbouwgewassen.

Figuur 5-14 toont het modelgebied (oppervlakte 5 op 3,6 km, zijde cellen : 50 m, hoogte 1,5 m). Het model werd opgesteld om de effecten van de uitbreiding van het Zwin op het ondiepe grondwater en op de vegetatie van het omringende gebied te begroten. Om het continue verticale verloop van het zoutgehalte van het poriënwater in de omringende sedimenten van het boorgat te begroten werden EM39-metingen in de diepste peilbuizen verricht.

²⁸ Lebbe, L., Vandenbohede, A., Courtens, C. & Cosyns, E. (2009) Grondwaterstudie in kader van de uitbreiding van het Zwin. Universiteit Gent, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Cel Grondwatermodellering in opdracht van het Uitvoerend Secretariaat Technische Scheldec commissie, 50 p.

²⁹ De EM-39 methode is een gefocuseerde elektromagnetische inductiemethode ontworpen door Geonics Ltd om de geleidbaarheid van sedimenten en poriënwater rond een observatieput te meten. Men kan er dus lithologische lagen, contaminatiepluimen en zoutwaterlenzen mee identificeren. De EM39 meet de geleidbaarheid van de sedimenten én het poriënwater.



Figuur 5-14: Modelschema grondwaterstudie



Figuur 5-15: Positie van de zes boringen

De twee opties van uitbreiding (120 en 180 ha) werden gesimuleerd. De effecten van de ontpoldering alsook mogelijkheden voor milderende maatregelen zowel op het Nederlandse als op het Vlaamse gedeelte werden verkend. De dichtheidsafhankelijke grondwaterstroming werd in het modelgebied gemodelleerd in een eindig-verschil 3D-model.

In totaal werden zes boringen geplaatst (Figuur 5-15) : 5 langs het uit te breiden gebied en 1 in het midden van het uit te breiden gebied. Boring P1 tot en met P4 liggen op Vlaams grondgebied, boring P5 en P6 zijn op Nederlands grondgebied gesitueerd. Per boring zijn twee peilbuizen geplaatst; één met een filter tussen 23 en 25 m onder het maaiveld en één met een filter tussen 5 en 6 m onder het maaiveld.

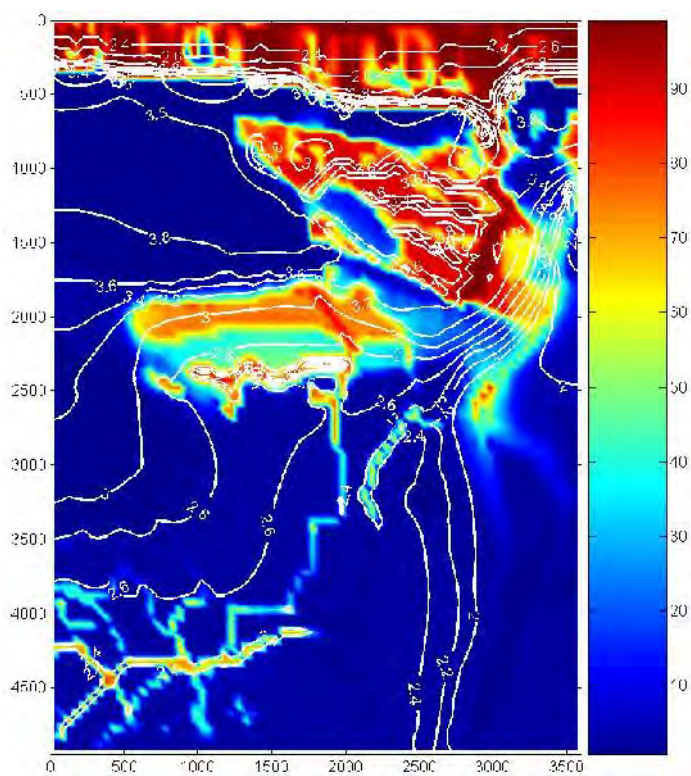
Om het continue verticale verloop van het zoutgehalte van het poriënwater in de omringende sedimenten van het boorgat te begroten werden EM39-geleidbaarheidsmetingen in de diepste peilbuizen uitgevoerd. Om de horizontale en de verticale grondwaterstroming te begroten in een grondwaterreservoir dat gevuld is met water van verschillende dichtheden (zoet, brak, zout), werd tevens de zoetwaterstijghoogte opgemeten.

Voor de grondwatersimulaties werd gebruikt gemaakt van het MOCDENS3D-model, een dichtheidsafhankelijk eindig-verschil grondwaterstromingsmodel. De modelleringsperiode is ingedeeld in negen tijdstappen elk met een duur van 10 jaar (1970 – 2050). In het model werd de klimaatsverandering in de loop van de tijd door middel van zeespiegelstijging in het model opgenomen.

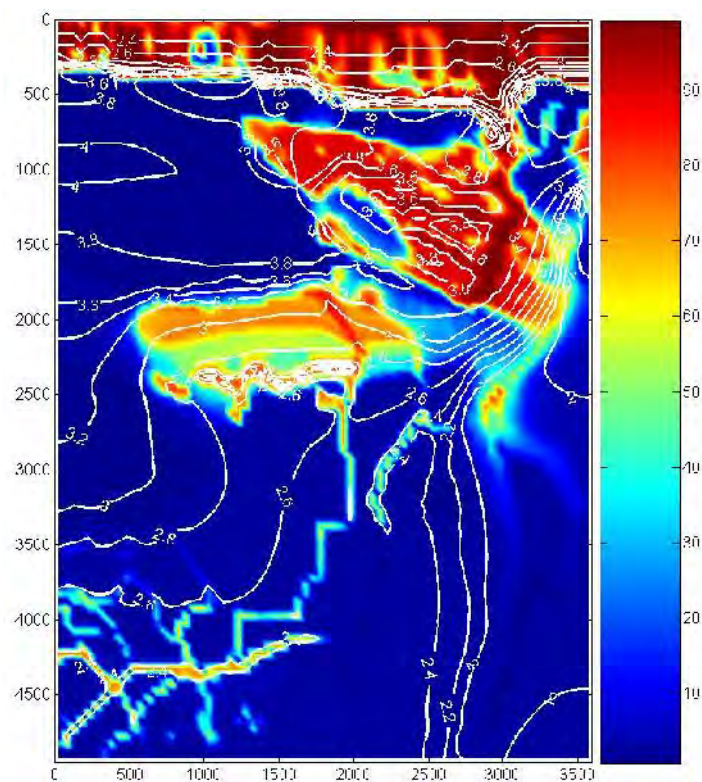
De natuurlijke zoet/zoutwaterverdeling en de evolutie met uitbreiding van het Zwin met 120 ha en 180 ha werden gesimuleerd.

5.5.2.1 Evolutie zonder uitbreiding van het Zwin

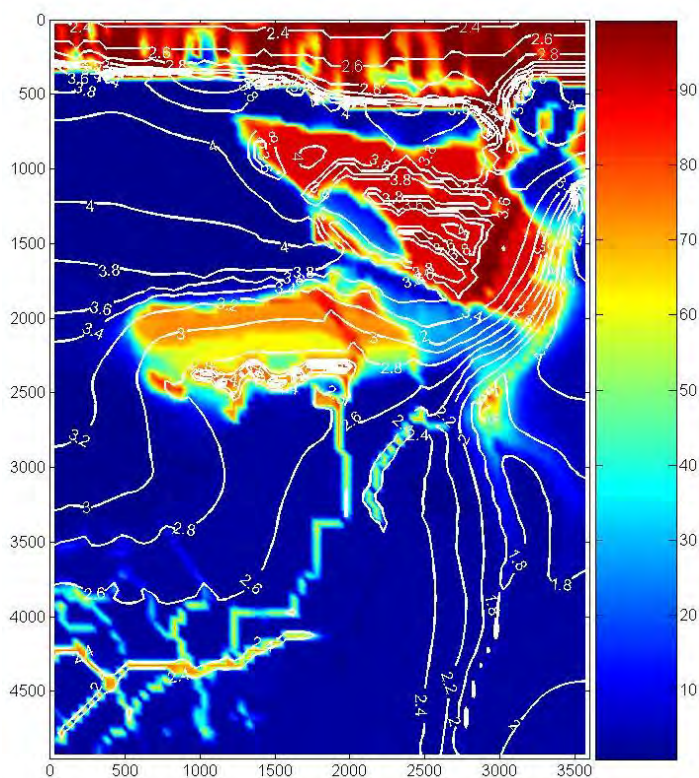
Figuur 5-16 toont de zoutwaterpercentages en de zoetwaterstijghoogten op het niveau van 1,5 m TAW. Figuur 5-17 en Figuur 5-18 geven de zoutwaterpercentages en de zoetwaterstijghoogten na respectievelijk 10 en 30 jaar weer in dezelfde laag.



Figuur 5-16: Huidige zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) in de freatische laag



Figuur 5-17: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na 10 jaar in de freatische laag



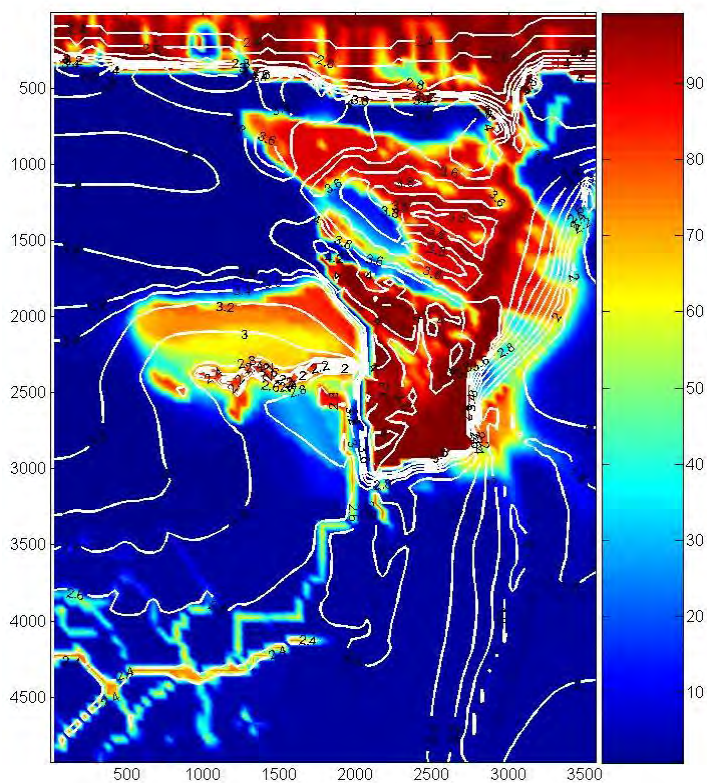
Figuur 5-18: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na 30 jaar in de freatische laag

Onder het strand en het Zwin (Figuur 5-16) komt zout grondwater voor tot aan het oppervlak ten gevolge van dagelijkse overstromingen door de getijdencyclus. Ter hoogte van het strand stroomt het zoetwater vanuit de duinen onder het geïnfilterde zout water en vervolgens opwaarts naar de zee zodat onder het strand een zoutwaterlens voorkomt. In het oosten in de richting van het uitwateringskanaal naar de Wielingen nemen de stijghoogtegradiënten toe. Ten zuiden van de Internationale dijk en in het noorden van de Nieuwe Hazegraspolder is er zout water aanwezig.

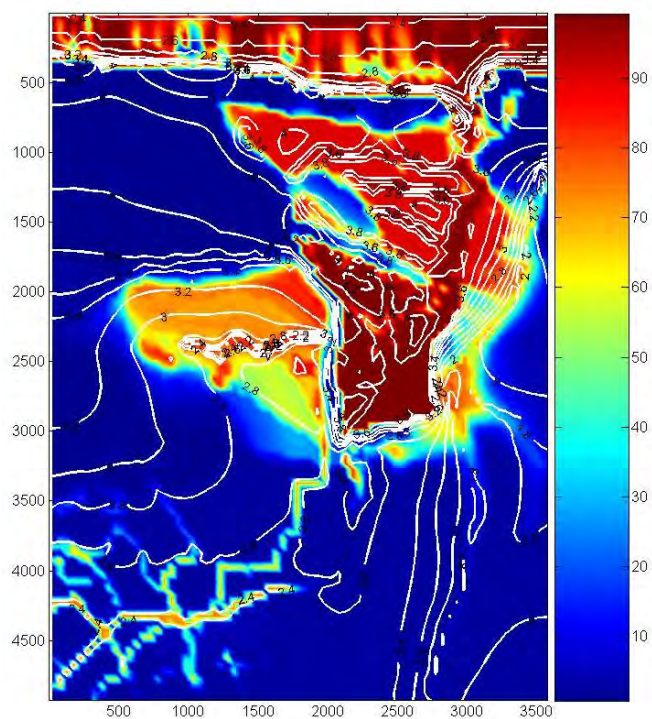
Na 10 jaar (Figuur 5-17) en zeker na 30 jaar (Figuur 5-18) kan waargenomen worden dat de verzilting van het Zwin toeneemt. Dit geldt ook voor het noorden van de Nieuwe Hazegraspolder.

5.5.2.2 Evolutie met uitbreiding van het Zwin

Het effect van de geplande ingreep op de grondwaterstroming en op de evolutie van de zoet/zoutwaterverdeling wordt weergegeven in Figuur 5-19 en Figuur 5-20. Na 10 jaar **uitbreiding met 120 ha** is in het volledige gebied de zoetwaterstijghoogte gestegen. Ter hoogte van de dijk die het uitbreidingsgebied omringt zijn er grote stijghoogtegradiënten aanwezig. Het doorbreken van de Internationale dijk over een breedte van 250 m zorgt voor een toevoer van zout water in het uitbreidingsgebied waardoor na 10 jaar het zoete water verdrongen is door het zoute water. In de Nieuwe Hazegraspolder breidt in de loop van de tijd de invloed van het zoute water verder uit van noord naar zuid. In het zuidoosten van de uitbreidingszone wordt er ook verzilting waargenomen. Onder de polders en in het bovenste gedeelte van de freatische aquifer kan het zoutwaterpercentage lateraal sterk verschillen en over het algemeen sterk toenemen met de diepte.

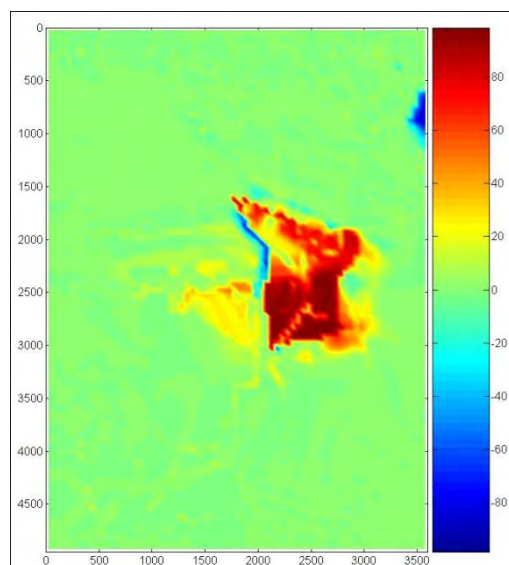


Figuur 5-19: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 120 ha na 10 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW)

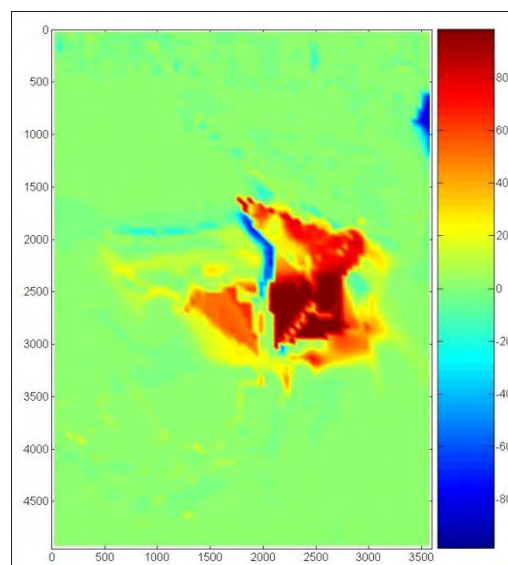


Figuur 5-20: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 120 ha na 30 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW)

Figuur 5-21 en Figuur 5-22 tonen de toename in zoutwaterpercentage voor de uitbreiding met 120 ha na 10 en 30 jaar. Deze figuren tonen grote verschillen in zoutwaterpercentage in het uitbreidingsgebied zelf, in het zuidoosten van het uitbreidingsgebied en in het midden van de Nieuwe Hazegraspolder. De verandering in zoutwaterpercentage t.g.v. de uitbreiding is een relatief traag proces en evolueert nog steeds 30 jaar na de uitbreiding van het Zwin (zelfs na 50 jaar). In het noorden en noordoosten van de Nieuwe Hazegraspolder treedt er in de loop van de tijd verzoeting op (blauwe kleur, negatieve waarden).

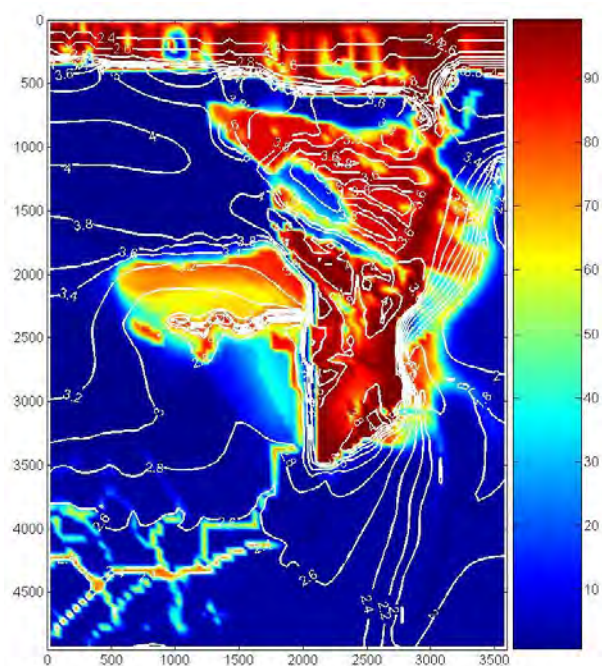


Figuur 5-21: Toename in zoutwaterpercentage na 10 jaar t.g.v. uitbreiding met 120 ha

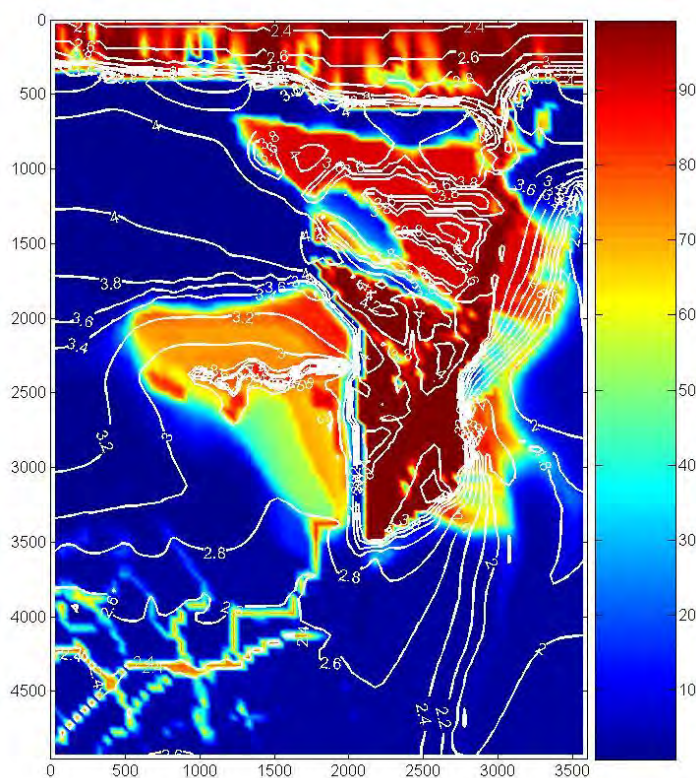


Figuur 5-22: Toename in zoutwaterpercentage na 30 jaar t.g.v. uitbreiding met 120 ha

Figuur 5-38 en Figuur 5-39 geven de zoutwaterpercentages na respectievelijk 10 en 30 jaar weer voor de **uitbreiding met 180 ha**. Een uitbreiding over een grotere oppervlakte zorgt ervoor dat een grotere oppervlakte buiten het uitbreidingsgebied wordt beïnvloed.

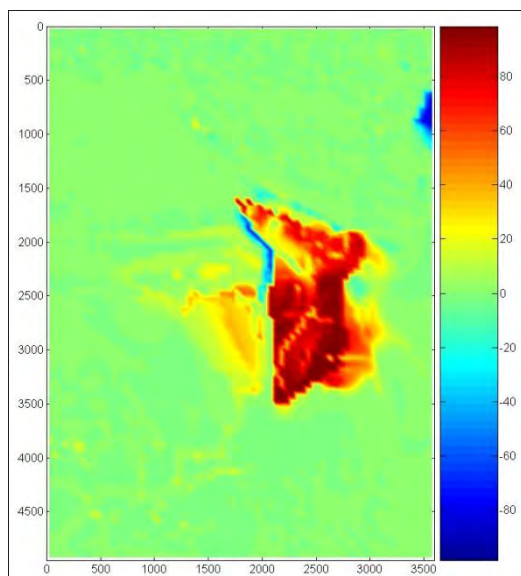


Figuur 5-23: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 180 ha na 10 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW)

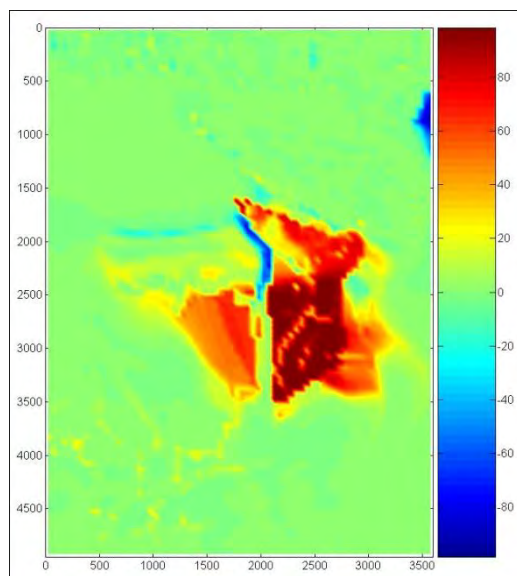


Figuur 5-24: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 180 ha na 30 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW)

Figuur 5-40 en Figuur 5-41 tonen de toename in zoutwaterpercentage bij een uitbreiding van het Zwin met 180 ha na respectievelijk 10 en 30 jaar.



Figuur 5-25: Toename in zoutwaterpercentage na 10 jaar t.g.v. uitbreiding met 180 ha



Figuur 5-26: Toename in zoutwaterpercentage na 30 jaar t.g.v. uitbreiding met 180 ha

5.5.2.3 Mildering van de verzilting

Om de laterale uitbreiding van het infiltrerende zout water uit het uitbreidingsgebied naar de omgeving te verminderen werden verschillende mogelijkheden onderzocht. Hierbij bleek dat de beste methode de overschakeling inhoud van de huidige ondiepe drainage naar een diepe drainage. Bij een diepe drainage wordt het te veel aan (zout) grondwater weggenomen uit het onderste gedeelte van de freatische aquifer via een reeks putten gelegen aan de voet van de omringende dijk van het uitbreidingsgebied die door een hevelleiding verbonden worden met één zuigput (of twee zuigputten) die voorzien is (of zijn) van de nodige pompcapaciteit. Het opgepompte zout water kan rechtstreeks via een leiding van beperkte lengte gevoerd worden naar een dieper gelegen deel van het uitbreidingsgebied dat steeds met zoutwater overspoeld is. Deze pumping zou zodanig moeten geoptimaliseerd worden dat het debiet van verwijderd zout water gelijk is aan het debiet van infiltrerend zout water in het uitbreidingsgebied van het Zwin vermeerderd met het debiet van zoet water dat momenteel afgevoerd wordt door de ondiepe drainage in de omringende polders.

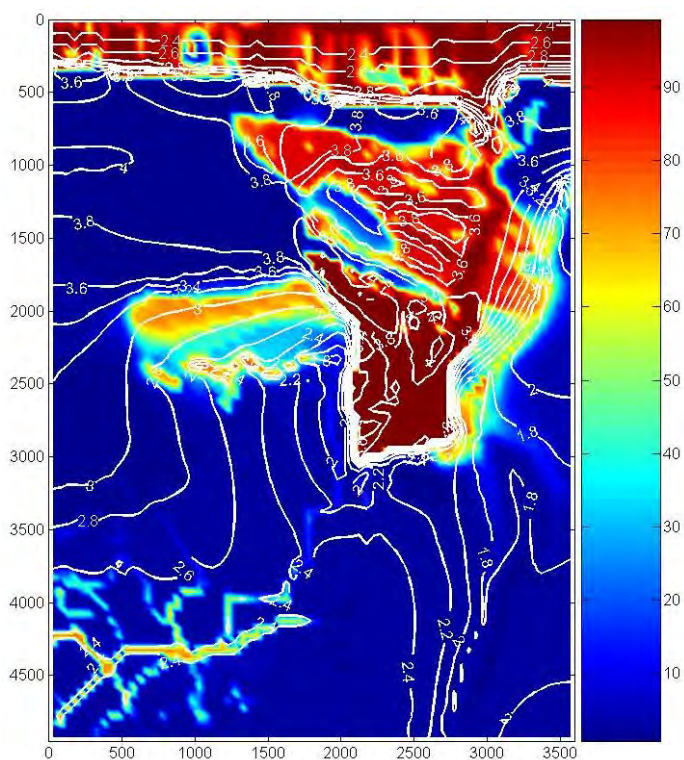
Aan de hand van één simulatie per uitbreidingsgeval wordt aangetoond hoe door de toepassing van de diepe drainage de toename in oppervlakte met zoute kwel in het aangrenzende gebied kan verhinderd worden³⁰.

Het effect van de mildering op de evolutie van de zoet/zoutwaterverdeling (zoutwaterpercentages) voor een uitbreiding van 120 ha wordt weergegeven in Figuur 5-27 (na 10 jaar) en Figuur 5-28 (na 30 jaar). Langs de buitenrand van de dijken die het uitbreidingsgebied van het Zwin omringen is de stijghoogte door het pompen verlaagd. Uit deze figuren kan afgeleid worden dat de laterale verbreiding van het infiltrerende zoutwater afkomstig van de uitbreiding van het Zwin in de freatische laag tot in zekere mate kan bedwongen worden³¹.

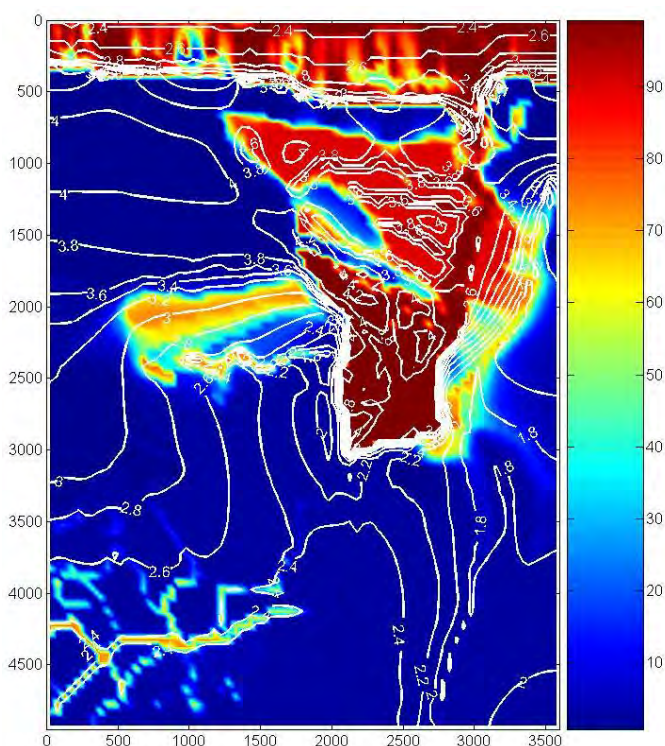
In het kader van het verfijnen en uitwerken van het inrichtingsplan is er een vervolg geohydrologisch onderzoek uitgevoerd (2011) en heeft tevens de Dienst Landelijk Gebied (DLG, NL) compenserende maatregelen voor het Nederlands grondgebied opgesteld op basis van de waterhuishoudkundige effecten (2012). Aangezien deze onderzoeken betrekking hebben op het inrichtingsplan worden de resultaten hiervan in het hoofdrapport besproken in hoofdstuk 12.

³⁰ Erwerd gerekend met een ruw ingeschat debiet dat vereist is om het voorgestelde doel te bereiken. Enkel door het uitvoeren van gedetailleerder veldonderzoek kan een betrouwbaar optimaal, minimaal onttrekkingsdebiet bepaald worden dat enerzijds de laterale uitbreiding van zoutwater aan de watertafel verhindert in het omringende landbouwgebied en dat anderzijds de verlaging van de watertafel tot het vereiste minimum in dit gebied beperkt. Door de stijgende zeespiegel zal dit vereiste minimum debiet toenemen in de tijd.

³¹ Verdere studie kan gedaan worden naar het onttrekken van het zoute water in het noorden van de Nieuwe Hazegraspolder.

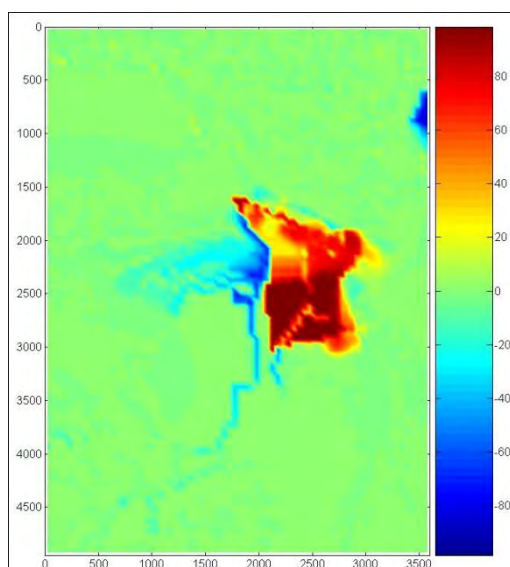


Figuur 5-27: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 120 ha na 10 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW), inclusief milderende maatregelen

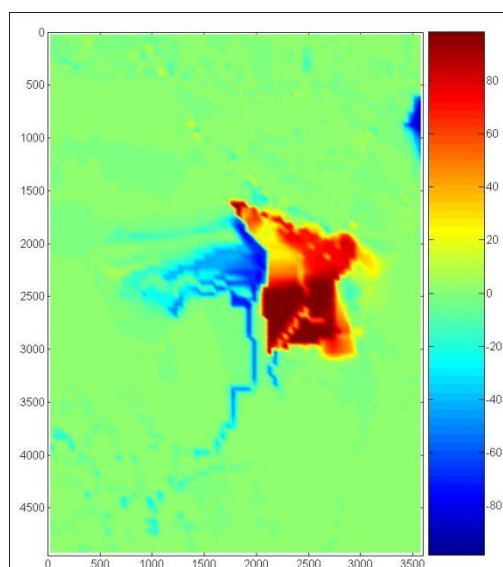


Figuur 5-28: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 120 ha na 30 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW), inclusief milderende maatregelen

De toename van het zoutwaterpercentage ten gevolge van een Zwinuitbreiding met 120 ha en met milderende maatregelen na respectievelijk 10 en 30 jaar is weergegeven in Figuur 5-29 en Figuur 5-30. In deze figuren is ten westen van het uitbreidingsgebied verzoeting opgetreden (negatieve toename van het zoutwaterpercentage in de blauwe kleur). Deze verzoeting neemt toe in de loop van de tijd. Ten zuidoosten van het uitbreidingsgebied is er in de loop van de tijd een uitbreiding van de zoutwaterkwelzone. Deze uitbreiding is het gevolg van het feit dat het ingevoerde onttrokken debiet op deze plaats te klein is, dit is ten gevolge van de grote horizontale zoetwaterstijghoogtegradiënt tussen het uitbreidingsgebied en het Uitwateringskanaal³².



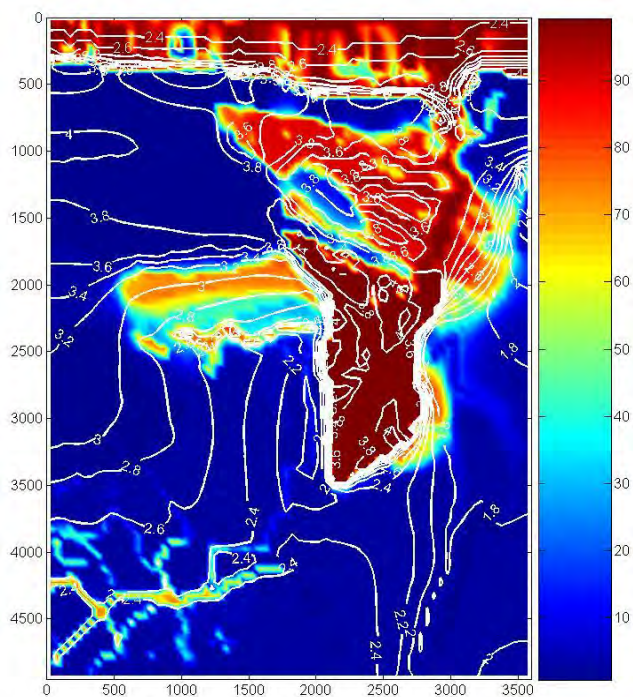
Figuur 5-29: Toename in zoutwaterpercentage na 10 jaar t.g.v. uitbreiding met 120 ha en met milderding d.m.v. diepe drainage



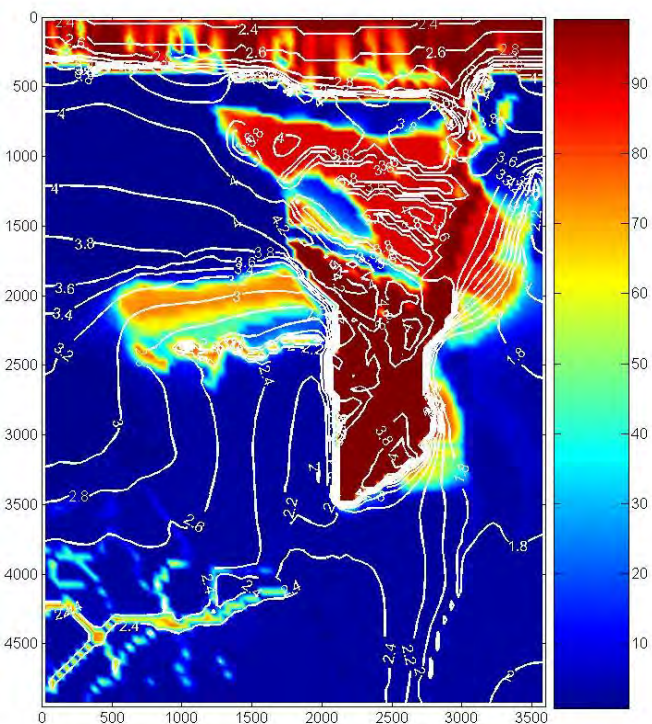
Figuur 5-30: Toename in zoutwaterpercentage na 30 jaar t.g.v. uitbreiding met 120 ha en met milderding d.m.v. diepe drainage

Figuur 5-31 en Figuur 5-32, Figuur 5-33 en Figuur 5-34 geven dezelfde berekeningsresultaten voor de uitbreiding met 180 ha. Langs de buitenrand van de westelijke helft van de ringdijken omheen het uitbreidingsgebied is de stijghoogte door het pompen verlaagd. Uit deze figuren kan afgeleid worden dat het bedwingen van de laterale verbreiding van het infiltrerende zoutwater onder de oostelijke helft van de ringdijk reeds geringer is dan bij de simulatie van de Zwinuitbreiding met 120 ha en met milderende maatregelen. Hieruit blijkt dus dat in deze simulatie er nog steeds een te kleine onttrekking is onder dit gedeelte van de ringdijk.

³² Ook hier kan dit grotere optimale debiet bepaald worden door een gedetailleerd aanvullend veldonderzoek.



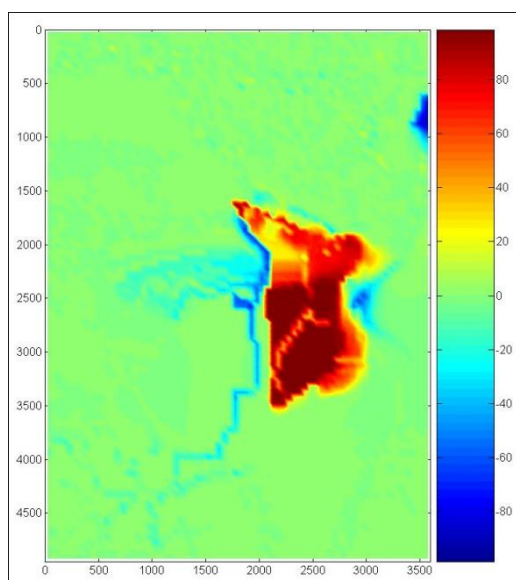
Figuur 5-31: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 180 ha na 10 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW), inclusief milderende maatregelen



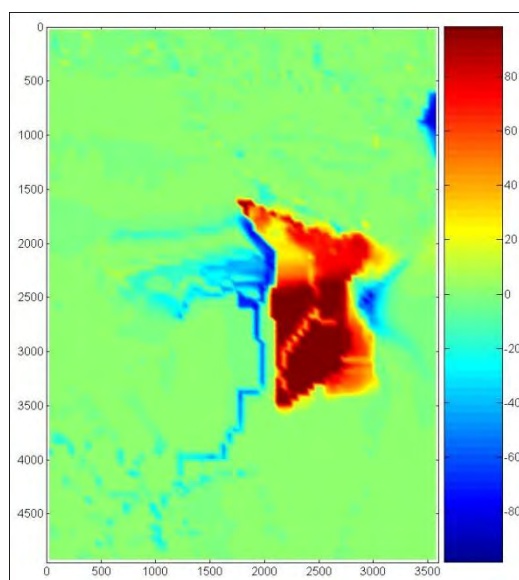
Figuur 5-32: Zoutwaterpercentages (blauw 0% = zoet water, rood 100% = zout water) en zoetwaterstijghoogtes (m TAW, witte lijnen) na uitbreiding met 180 ha na 10 jaar in de freatische laag (1,5 m TAW), inclusief milderende maatregelen

Ook hier is ter hoogte van de westelijke ringdijk een afname van de zoetwaterstijghoogte. Het ingevoerde onttrokken debiet aan zout water is er eveneens te groot. Het optimale onttrekkingsdebiet kan ook hier enkel bepaald worden door een gedetailleerd aanvullend veldonderzoek. Dan pas kan het minimale debiet bepaald worden waardoor de zoetwaterstijghoogte-verlaging kan geminimaliseerd worden waarbij nog steeds een laterale uitbreiding van de zoutwaterkwelzone in het aangrenzende poldergebied verhinderd wordt.

Hetzelfde kan vastgesteld worden als bij Figuur 5-29 en Figuur 5-30 met als enige verschil dat er verzoeting optreedt ten noordoosten van het uit te breiden gebied.



Figuur 5-33: Toename in zoutwaterpercentage na 10 jaar t.g.v. uitbreiding met 180 ha en met mildering d.m.v. diepe drainage



Figuur 5-34: Toename in zoutwaterpercentage na 30 jaar t.g.v. uitbreiding met 180 ha en met mildering d.m.v. diepe drainage

5.5.2.4 Interpretatie modelresultaten naar verwachte effecten op de landbouwgewassen

Op basis van de modelresultaten is een inschatting gemaakt van de effecten van een zich in de toekomst eventueel wijzigende kwaliteit en regime van het ondiepe grondwater op de gebruikelijke landbouwteelten in het studiegebied (graanteelten (tarwe), consumptieaardappelen en ook gras- en maïs- en voeder- en suikerbieten).

5.5.2.4.1 Hydrologisch model huidige situatie en landbouwteelten 2009 in het studiegebied

Voor de huidige situatie (2009) zou men op basis van de modeluitkomsten enerzijds en de gevoeligheid van aardappelen anderzijds kunnen verwachten dat aardappelen niet zouden (kunnen) verbouwd worden in de matig verzilte gronden (114 ha) ten noorden van het radiogeleidingsstation Costa en de zuidwest-noordoost verlopende watergang (Figuur 5-35 – verziltingsrisico 2009). Dit bleek volgens terreinwaarnemingen echter niet het geval te zijn.

In de veronderstelling dat zout water, met de berekende hoeveelheden, in het wortelmilieu aanwezig is, mag nochtans verondersteld worden dat zeker in het geval van consumptieaardappelen en plantui dit tot zware opbrengstverliezen zou leiden. Dit lijkt vooralsnog niet het geval te zijn. Ook voor een zelfde teelt werden medio juni 2009, in het studiegebied geen waarneembare verschillen in gewasgroei vastgesteld tussen teelten verbouwd ten noorden van Costa (met verhoogde zoutconcentratie) en ten zuiden hiervan.

Mogelijke verklaringen voor deze schijnbare contradictie zijn de volgende:

- De gebruikte schadedrempels zijn indicatieve waarden waarop een zekere “foutenmarge” zit, die ondermeer te maken heeft met bv. rasverschillen, proefomstandigheden (in vergelijking tot situatie doelgebied). Tevens gaan deze drempelwaarden uit van de permanente aanwezigheid van zout water in het wortelmilieu. De wortelzone is voor de beschouwde gewassen tussen ca. 0 en 50 cm gesitueerd. Deze zone wordt door het gebruikte model niet in beeld gebracht omdat ze in het studiegebied doorgaans onverzadigd is aan (grond)water. Het water dat in de bodemporiën, door capillaire werking, aanwezig is, is meestal zoet maar kan onder “extreme omstandigheden” bv. lange droogte perioden of te sterk doorgevoerde drainage toch zout zijn. Op dat moment zal zoutstress optreden met schade voor het gewas als gevolg.
- In de praktijk blijken zout en zoet water niet zomaar te vermengen; vaak vormt zich onder invloed van hemelwater, een zoet waterlens bovenop het zout water. De zoutconcentratie in de wortelzone is daardoor in het studiegebied meestal zeer laag of onbestaande. Zoals al aangegeven is het precies de aanwezigheid van deze zoetwaterlens die toelaat om zelfs boven ondiep verzilte grondlagen nog landbouw te bedrijven. Echter houdt het ondiep aanwezig zijn van zout grondwater risico's in. De modeluitkomsten in het bijzonder deze voor de laag op 1,5 m TAW, geven duidelijk aan waar zich de huidige risicozones voor verziltingseffecten bevinden.

5.5.2.4.2 Landbouwteelten in relatie tot het hydrologisch model voor enkele toekomstige situaties

Uitbreiding Zwin en de mogelijke effecten ervan na 30 jaar op een selectie van landbouwteelten

Dertig jaar na de uitbreiding van het Zwin, zonder mitigerende maatregelen, zal, volgens het hydrologisch model, zich in een aanzienlijk deel van de Hazegraspolder in de ondiepe grondlagen zout water bevinden. Ten noorden van Costa is de zoutconcentratie verder toegenomen tot ca 60-80% (9240 – 12320 mg/l Cl⁻). Ten zuiden hiervan heeft zich als gevolg van de Zwinuitbreiding een nieuwe ondiep verzilte zone ontwikkeld. De zoutconcentratie bedraagt er ca 50% (7700 mg/l Cl⁻) met uitschieters tot meer dan 70% (10780 mg/l Cl⁻) tegen de toekomstige nieuwe zeedijk.

Naast de toegenomen verzilting van het ondiepe grondwater, is er in het meest oostelijk deel van de polder een toename van de zoetwater stijghoogte met 20 tot 50 cm. De zoetwaterlens komt in die zone hoger in het terrein te zitten.

Voor de landbouwvoering betekent de toegenomen hoeveelheid ondiep zout grondwater ondermeer :

- Een groter risico op zoutschade over een groter deel van de polder.
- Een groter risico op zoutschade door de toegenomen concentratie.

De vernatting van het oostelijk deel van de polder houdt tevens een verhoogde kans in op verminderde opbrengst door verdichting van de bouwvoor door het berijden van de bodem onder natte(re) omstandigheden. Tevens bestaat het risico dat door een ondoordachte drainagereflex zout grondwater toch in het wortelmilieu terecht komt.

Een precieze inschatting van de verwachte rendementsverliezen is moeilijk omdat deze van jaar tot jaar zullen verschillen ondermeer in relatie tot de weersomstandigheden. Volgens de huidige prognoses neemt het risico op extreme weersomstandigheden ten gevolge van de

klimaatwijziging toe. Wanneer er meer en langere perioden van droogte zullen zijn, zal het risico op zoutschade toenemen omdat precies dan zout water door capillariteit in het wortelmilieu kan terecht komen.

Anderzijds neemt onder perioden van langdurige natte omstandigheden in het bijzonder in het voorjaar de kans op bodemverdichting en dus de belemmering van de wortelgroei toe.

Uitbreiding Zwin en de mogelijke effecten ervan na 50 jaar op een selectie van landbouwteelten

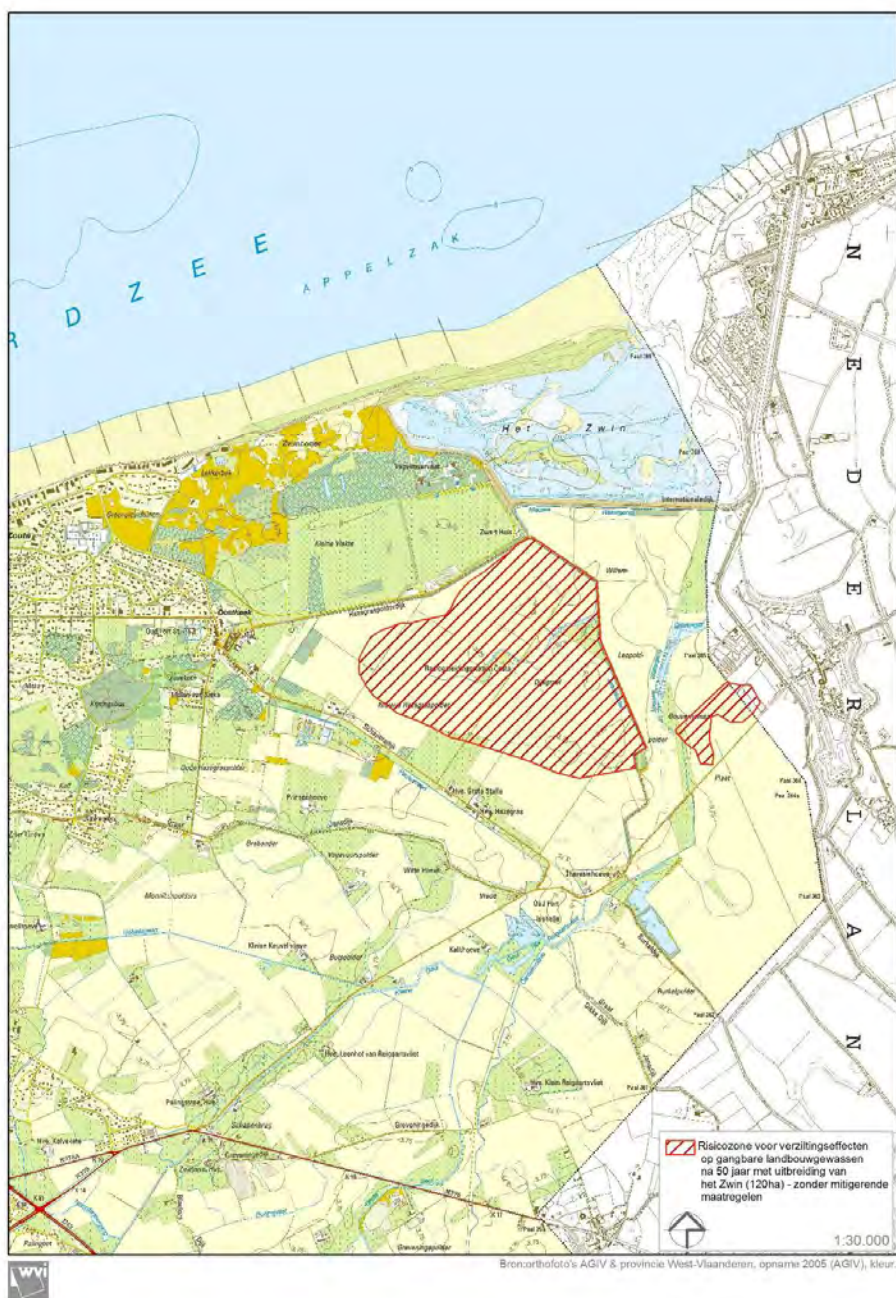
Vijftig jaar na de uitbreiding van het Zwin, zonder mitigerende maatregelen, zal, volgens het hydrologisch model, zich over het grootste deel van de Hazegraspolder in de ondiepe grondlagen zout water bevinden. Ten noorden van Costa is de zoutconcentratie globaal genomen gestabiliseerd rond dezelfde waarden als na 30 jaar namelijk ca 60-80% (9240 – 12320 mg/l Cl⁻). Centraal in deze zone zal lokaal een daling van de concentratie opgetreden zijn (tot ca. 30%).

Ten zuiden hiervan is de zoutconcentratie een weinig verder toegenomen tot ca 55-60% (ca 9240 mg/l Cl⁻). In het oosten, tegen de zeedijk, zal de zoutconcentratie zich stabiliseren rond de 70 % (10780 mg/l Cl⁻).

Naast de toegenomen verzilting van het ondiepe grondwater, is er in het meest oostelijk deel van de polder een toename van de zoetwater stijghoogte met 20 tot 50 cm t.a.v. de situatie na 50 jaar zonder uitbreiding. De zoetwaterlens zal in die zone hoger in het terrein komen te zitten.

De risico's voor verziltingseffecten zijn nog enigszins toegenomen ten opzichte van de beschreven situatie na 30 jaar. Onder extreme weersomstandigheden of bij ondoordachte drainage-ingrepen kunnen er ten gevolge van de verzilting of van de vernatting aanzienlijke rendementsverliezen optreden.

Op Figuur 5-36 is aangegeven in welke delen van het studiegebied er een verhoogd risico is voor verziltingseffecten op de landbouwgewassen wanneer geen milderende maatregelen worden toegepast. Deze zones hebben een gezamenlijke oppervlakte van 192 ha.



Figuur 5-36: Risicozone voor verziltingseffecten volgens hydrologische modelberekeningen op landbouwgewassen, na 50 jaar met uitbreiding van het Zwin (120 ha) en zonder mitigerende maatregelen. In totaal bestaat er 192 ha landbouwgrond een risico op opbrengstverliezen door de eventuele aanwezigheid van zout in het wortelmilieu max. 50% (7700 mg/l Cl-) tot 70% (10780 mg/l Cl-)

Uitbreiding Zwin met mitigerende maatregelen en de mogelijke effecten ervan na 50 jaar op een selectie van landbouwteelten

Onder de voorgestelde mitigerende maatregelen van hydrologische aard, zal het risico op rendementsverliezen in vergelijking tot de huidige situatie afnemen. Door de voorziene dieptepomping zal de zoutconcentratie na 50 jaar in de Hazegraspolder lager zijn dan zonder uitbreiding van het Zwin het geval zou zijn op dat moment. Ook de zoetwaterstijghoogte zal enigszins dalen, wat kan bijdragen tot een verminderd risico op bodemverdichting en rendementsverliezen ten gevolge hiervan. Globaal kan daarom

verwacht worden dat in het gebied op dat moment landbouw onder gunstiger voorwaarden (afgezien van andere milieu- en andere factoren) zal kunnen bedreven worden.

5.5.2.4.3 Theoretisch mogelijke maatregelen om zoutschade te voorkomen of te beperken

Maatregelen op het niveau van het gewas

Het is bekend dat de zouttolerantie tussen cultivars enigszins kan verschillen. Echter is totnogtoe amper op deze eigenschap geselecteerd. Veredeling en genetische modificatie is echter niet evident vanwege de complexe fysiologie van zouttolerantie.

Een min of meer succesvolle route om via genetische modificatie de zouttolerantie te verhogen is verhoging van de vorming van trehalose in de cellen. Deze suiker beschermt de cel tegen een verhoogd osmotisch potentiaal. De zouttolerantie van rijst werd via deze weg verhoogd. Echter een te hoog trehalose gehalte kan toxisch zijn voor de plant. Verder worden ook nog andere mogelijkheden van gen-modificatie onderzocht (hogere weerstand tegen Na^+ en verhoging van de zoutexcretie).

Het onderzoek in deze materie staat nog in de kinderschoenen. Op korte termijn is er dus geen keuzemogelijkheid op dit niveau bij gebrek aan een markt aanbod. Echter, zoals aangegeven met tabel 6.1 bestaat er wel een aanzienlijk verschil in zouttolerantie tussen gewassoorten. Met name de granen zijn vrij zouttolerant in vergelijking tot andere teelten bv. aardappelen. Op bedrijfsniveau zou mits een doordacht teeltschema enigszins op een verhoogd verziltingsrisico kunnen ingespeeld worden. Deze mogelijkheid kent echter zowel fysische beperkingen (de zouttolerantie blijft beperkt in verhouding tot de maximaal berekende zoutconcentraties in het wortelmilieu) als bedrijfseconomische beperkingen (op het niveau van individuele bedrijven)

Maatregelen op het niveau van het teeltsysteem

Naast de onder 6.4.1 vermelde teeltplanning is de zorg voor goede groeiomstandigheden een ander belangrijk aandachtspunt. Indien een goede bodemstructuur en voldoende nutriënten (extra bemesting) aanwezig zijn, zullen minder groeiremmingen en gewasopbrengsten optreden.

Maatregelen op het niveau van de landbouwvoering

Een minder voor de hand liggende optie, is de volledige omschakeling van gangbare teelten naar deze van specifiek zouttolerante gewassen met name bv. Lamsoor en Zeekraal die als delicatessen kunnen verkocht worden. Dit alternatief heeft alleen maar perspectief als er voor deze gewassen een bredere markt kan gecreëerd worden.

5.5.2.5 Conclusie

In de huidige situatie wordt vastgesteld dat er reeds verzilting aanwezig is in het noorden van de Nieuwe Hazegraspolder. In de toekomst zal deze verzilting zich verder lateraal uitbreiden indien geen milderende maatregelen worden voorzien.

Bij de uitbreiding van het Zwin zal niet alleen het uitbreidingsgedeelte verzilt maar ook de Nieuwe Hazegraspolder en een kleiner gebied in het zuidoosten van het uitbreidingsgebied. De omringende gebieden worden meer beïnvloed bij uitbreiding met 180 ha dan met 120 ha.

Onder de polders en in het bovenste gedeelte van de freatische aquifer wordt vastgesteld dat het zoutwaterpercentage lateraal sterk kan verschillen en over het algemeen sterk toeneemt met de diepte.

Na verschillende mogelijkheden van milderende maatregelen onderzocht te hebben bleek de overschakeling van de huidige ondiepe drainage naar een diepe drainage de beste methode te zijn om de laterale uitbreiding van het infiltrerende zout water in het uitbreidingsgebied naar de omgeving te verminderen. Deze laterale uitbreiding van het infiltrerende zoutwater afkomstig van de uitbreiding van het Zwin in de freatische laag kan tot in zekere mate bedwongen worden. Verdere studie zou moeten verricht worden naar een optimaal onttrekkingsdebiet dat enerzijds de laterale uitbreiding van zout water aan de watertafel verhindert in het omliggende gebied en dat anderzijds de verlaging van de watertafel tot het vereiste minimum in dit gebied beperkt.

Bij interpretatie van de modelresultaten naar verwachte effecten op de landbouwgewassen moeten de modelresultaten noodzakelijk met de nodige omzichtigheid geïnterpreteerd worden. Uit de modelresultaten van de huidige situatie enerzijds en de gevoeligheid van aanwezige gewassen anderzijds kan verwacht worden dat deze gewassen niet zouden (kunnen) verbouwd worden in de matig verzilte gronden (114 ha) ten noorden van het radiogeleidingsstation Costa en de zuidwest-noordoost verlopende watergang. In werkelijkheid is dit niet het geval.

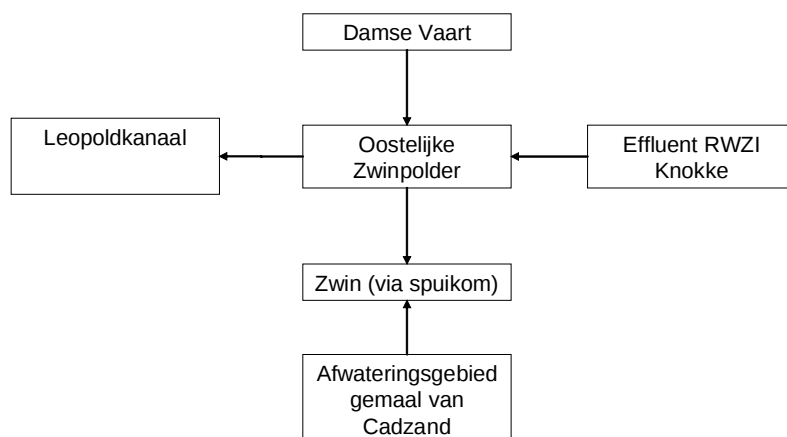
Na 30 jaar landbouwvoering kan op basis van de modelresultaten een groter risico op zoutschade over een groter deel van de polder en door toegenomen zoutconcentratie verwacht worden. Na 50 jaar zijn de risico's voor verziltingseffecten nog toegenomen. Rendementsverliezen kunnen niet eenvoudig ingeschat worden aangezien deze in relatie staan tot de weersomstandigheden.

Door het toepassen van diepe drainage van zout grondwater zal het risico op rendementsverlies in vergelijking tot de huidige situatie afnemen waardoor kan verwacht worden dat in het gebied op dat moment landbouw onder gunstiger voorwaarden (afgezien van andere milieu- en andere factoren) zal kunnen bedreven worden. Er bestaan ook een aantal maatregelen op niveau van het gewas, het teeltsysteem en de landbouwvoering om zoutschade te voorkomen of te beperken.

5.6 Invloed op de afwatering van de polders

Het Zwinproject voorziet de benutting van de afwatering van de polders in Nederland en Vlaanderen voor het creëren van een spuidebiet om de aanzanding in het Zwin tegen te gaan. Het beschikbare water zou afkomstig zijn uit Nederland (Afwateringsgebied van het gemaal van Cadzand, met een oppervlakte van minimaal 13.825 ha en maximaal 23.767 ha) en Vlaanderen (Oostelijke Zwinpolder, met een oppervlakte van 6.840 ha). De mogelijkheid om ook water te betrekken uit de bekkens van de Kerkebeek, het Zuidervaatje en het Leopoldskanaal (met een gezamenlijke extra oppervlakte van bijna 30.000 ha) is in het verleden eveneens onderzocht (Belgroma, 1998 en IMDC, 2007), maar werd in het kader van dit MER niet als een geschikt alternatief beschouwd. De reden hiervoor is dat het effect op het aantal maal dat in de zomer kan gespuid worden, slechts gering is. Bovendien is hiervoor een verhoging van het peil van het Leopoldskanaal tot 2 m TAW nodig, wat elders langs het kanaal wateroverlast kan veroorzaken.

Er wordt dus enkel rekening gehouden met toevoer vanuit het afwateringsgebied van het gemaal van Cadzand en vanuit de Oostelijke Zwinpolder, samen minimaal 19.660 ha. Onderstaande figuur geeft schematisch de relatie tussen de verschillende watervoorraden weer. Merk op dat de afwateringsmogelijkheid van de Zwinpolder naar het Leopoldskanaal blijft bestaan; bijkomend wordt een afwatering voorzien in de richting van het nieuwe gemaal annex spui om ten zuiden van het Zwin. De bijdragen vanuit de RWZI Knokke en de Damse Vaart zijn vooral tijdens de zomermaanden van belang, om het oppervlaktewater in de polder op peil te houden en verzilting tegen te gaan.



Figuur 5-37: Relatie tussen de relevante componenten van het watersysteem dat betrokken is bij het project.

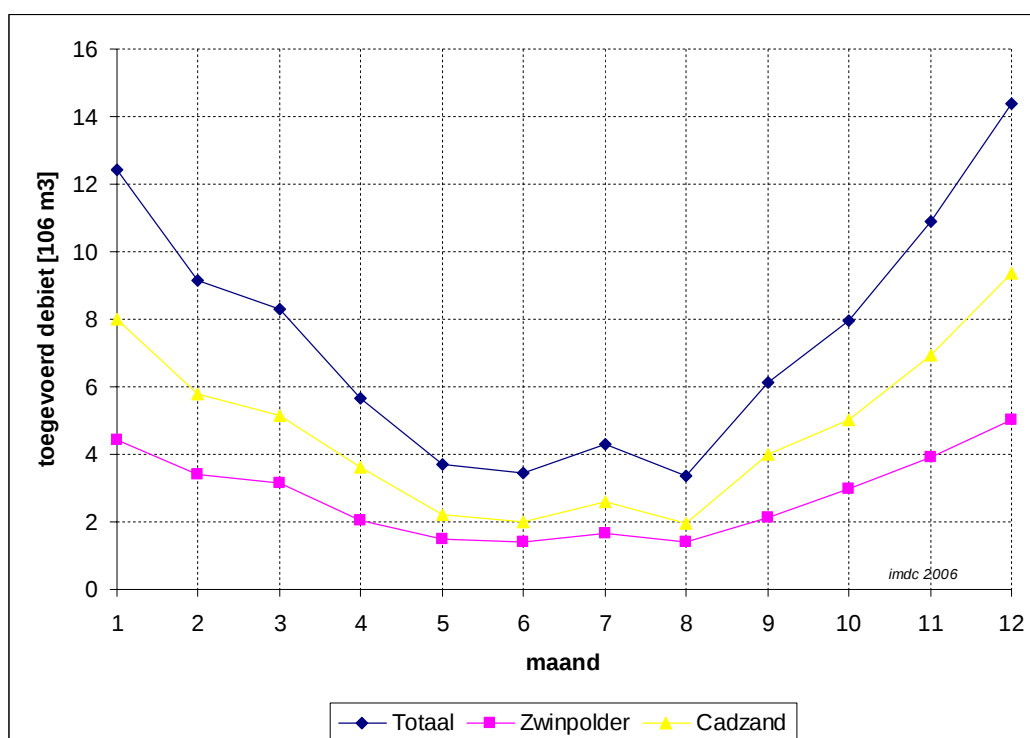
Figuur 5-38 geeft aan welke volumes op deze manier kunnen afgevoerd worden naar de spuikom bij het Zwin.

De aangevoerde gemiddelde volumes blijken te variëren van bijna 15 miljoen kubieke meter water in de maand december tot minder dan 4 miljoen kubieke meter in augustus.

In het kader van dit MER dient onder meer onderzocht te worden wat de gevolgen zijn van deze aanpassingen aan het afwateringssysteem op de peilen in de polders. Met name dient bestudeerd te worden wat het effect is op het bereiken van de nagestreefde winter- en zomerpeilen. Elders in dit rapport werden de effecten van het spuisysteem op de aanzanding van het Zwin al besproken. Hier wordt de invloed van het spuisysteem op het oppervlaktewatersysteem *buiten* het Zwin bestudeerd.

In de technische voorstudies werden verschillende scenario's bestudeerd, uitgaande van verschillende pompcapaciteiten, afmetingen en peil van de spuikom en spuiregimes. Om een uitspraak te doen over de impact op de afwatering van de polders, zijn enkel de gegevens met betrekking tot de pompen relevant. De aanname is steeds dat er aparte pompen zijn voor de Nederlandse en Vlaamse afvoer; zo kunnen de beide systemen apart beheerd worden en blijven ze de facto onafhankelijk van elkaar. De capaciteit van de pompen aan Nederlandse zijde is daarbij dezelfde als die van het gemaal van Cadzand, namelijk 16 m³/s. Aan Vlaamse zijde werden de effecten van pompen met een capaciteit van 5 m³/s respectievelijk 2 m³/s bestudeerd.

Voor wat de minimale zomerpeilen betreft, kan gesteld worden dat het effect van de voorziene pompinstallatie nihil is. De aanslagpeilen van de pompen worden immers zo afgesteld dat de pompen slechts in werking treden als het peil in het oppervlaktewater hoger ligt dan het minimale zomerpeil. Bij watertekort in de zomer zullen de pompen dus niet in werking treden (en zal er ook niet gespuid kunnen worden).



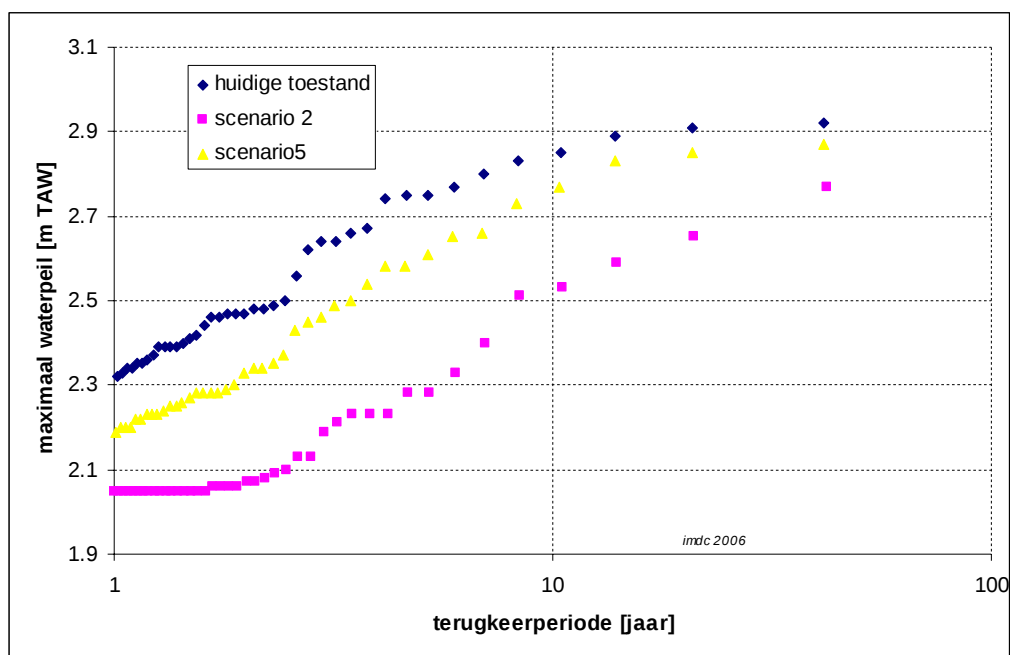
Figuur 5-38: Verloop over het jaar van de gemiddeld aangevoerde volumes naar de spui, vanuit de Zwinpolder en het afwateringsgebied van het gemaal van Cadzand (voor een pomp van 5 m³/s)

Bij hogere peilen treden de pompen in werking; dit kan zowel het geval zijn bij hoge waterstanden in winter en voorjaar (die een meer continu karakter hebben) als bij tijdelijke pieken in de zomerwaterstanden als gevolg van stortbuien of lange periodes met veel regen.

Voor Nederland kan zonder meer gesteld worden dat de situatie in de winter zeker niet zal verslechteren. De afwateringssituatie is er nu al goed en de afwateringscapaciteit van 16 m³/s blijft behouden. Bovendien zal deze capaciteit nu permanent ingezet worden, waar in de huidige situatie in Cadzand bij laag water gravitair wordt geloosd (met een gemiddelde reële lozingscapaciteit van minder dan 14m³/s als gevolg).

De impact van het pompstation op het voorkomen van wateroverlast in de Zwinpolder is positief, en uiteraard des te meer naarmate de pompcapaciteit hoger is. Dit wordt duidelijk aangetoond in Figuur 5-39, die het resultaat weergeeft van de berekeningen met het "Bakkenmodel"³³.

³³ In dit model vormt de Zwinpolder één compartiment, met dus maar één corresponderend peil.

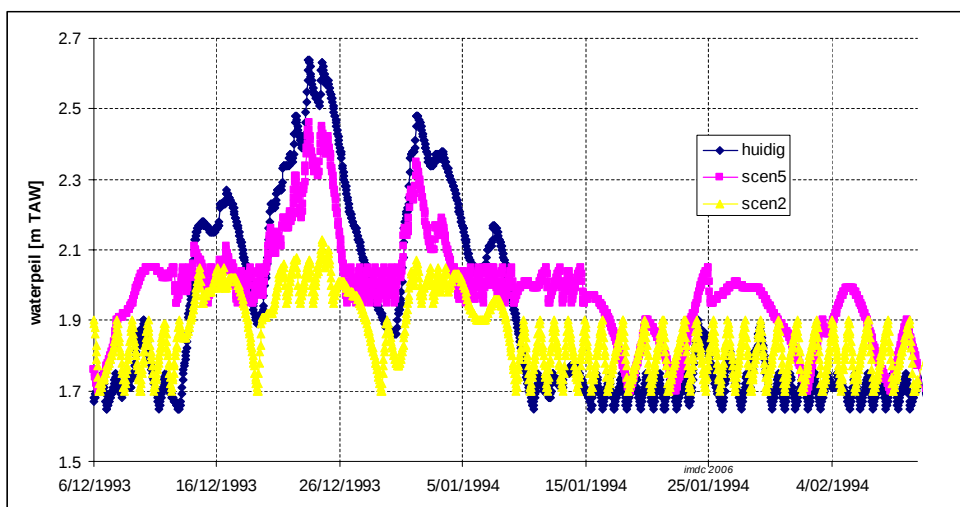


Scenario 2 = pomp van 5 m³/s; scenario 5 = pomp van 2 m³/s

Figuur 5-39: Waterpeil in de Zwinpolder in functie van de terugkeerperiode

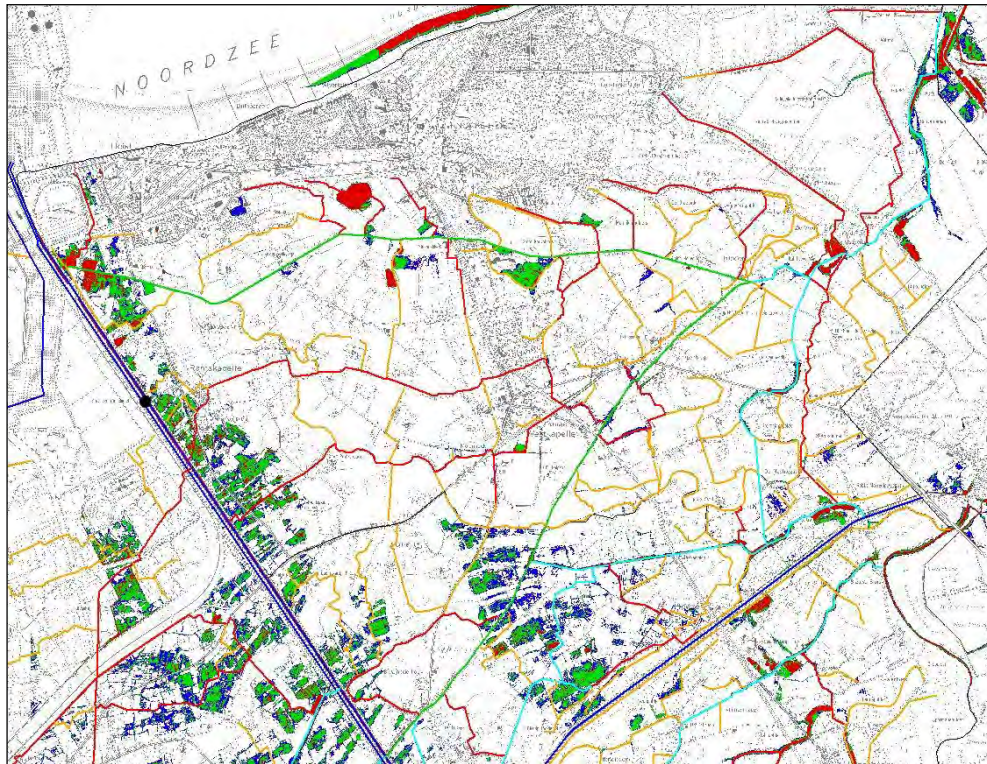
De figuur laat zien dat het plaatsen van een pompgemaal vanuit de Zwinpolder naar de spui om een positief effect heeft op de maximale waterpeilen (en dus op de overstromingskansen) in de Zwinpolder. Dit pompgemaal pompt immers niet alleen bij laagwater, maar wordt ook bij hevige neerslag in de polder ingeschakeld, bovenop de eventuele gravitaire afvoer naar het Leopoldkanaal die ook dan nog blijft bestaan. Uiteraard is het positieve effect voor de Zwinpolder des te groter naarmate de capaciteit van het pompgemaal groter is. Een gemaal met een capaciteit van 5 m³/s heeft een aanzienlijk positiever effect dan een van 2 m³/s, zeker bij relatief lage terugkeerperiodes.

Om de betekenis van deze betere afwatering nog wat beter te duiden, werd de neerslaggebeurtenis van december '93 – januari '94 apart doorgerekend en ruimtelijk vertaald. De resultaten zijn te vinden in onderstaande figuren.



Scenario 2 = pomp van 5 m³/s; scenario 5 = pomp van 2 m³/s

Figuur 5-40: Waterpeil in de Zwinpolder voor de neerslaggebeurtenis van dec' 93 – jan' 94.



Figuur 5-41: Overstromingen in de Zwinpolder voor de neerslaggebeurtenis van december '93 – februari '94 in de veronderstelling dat er geen lokale knelpunten zijn in de polder zelf (blauw = huidige toestand; groen = pompgemaal 2 m³/s ;rood = pompgemaal 5 m³/s).

Figuur 5-40 toont het effect op de maximale waterpeilen tijdens deze gebeurtenis. De (gesimuleerde) peilen voor de huidige situatie lopen op tot bijna 2,7 m TAW; bij dit peil beginnen de waterlopen over te stromen in de riolering, en gaat wateroverlast in de bebouwde gebieden tot de mogelijkheden behoren. Bij een pompcapaciteit van 2 m³/s (scenario 5 op de grafiek) is er een lichte verbetering in de maximale peilen, maar het bereikte peil komt toch nog zeer dicht in de buurt van het kritische peil. Een gemaal met een capaciteit van 5 m³/s daarentegen (scenario 2 op de grafiek) verlaagt de maximale peilen met ruim een halve meter en voorkomt daarmee significante overstromingen.

Figuur 5-41 geeft weer wat dit ruimtelijk gezien betekent. Het is duidelijk dat een gemaal met een capaciteit van 2 m³/s de overstroomde oppervlakte wel doet afnemen, maar slechts in relatief beperkte mate. Bij een gemaal met een capaciteit van 5 m³/s daarentegen neemt de overstroomde oppervlakte drastisch af. Een kanttekening die hierbij wel kan gemaakt worden, is dat de gebieden lager gelegen dan 2,5 m TAW in de Zwinpolder een natuurlijke bufferfunctie vervullen die niet resulteert in aanzienlijke schade. Door de installatie van een krachtig pompgemaal vervangt men deze natuurlijke bufferfunctie door een dure technologische oplossing. Dit is vanuit duurzaamheidsoogpunt geen goede keuze.

Bijkomende berekeningen met een 1D-model van de Zwinpolder toonden aan dat bij gebruik van een pompgemaal met een capaciteit van 2 m³/s inderdaad wateroverlast kan optreden ter hoogte van de riooloverstorten op de Isabellavaart, als geen bijkomende maatregelen worden genomen om de waterafvoer te verbeteren. Bovendien bleek de toevoer van het nodige debiet niet steeds verzekerd, door de aanwezigheid van lokale knelpunten op de waterlopen. Om hieraan te verhelpen zijn ingrijpende maatregelen nodig in het traject tussen de samenvloeiing van Zwinnevaart en Isabellavaart en het pompgemaal. De waterloop moet over deze afstand verdiept en verbreed worden (tot een bodembreedte van 20 meter en een diepte van 1 m TAW), en vier kunstwerken op dit traject moeten aangepast worden.

Als basis voor dit MER werd uiteindelijk gekozen voor een gemaal met (aan Vlaamse zijde) een capaciteit van 2 m³/s, in combinatie met de hierboven beschreven ingrepen op de waterlopen.

De invloed van deze ingreep is matig positief op de afwatering van de polder. Als gevolg hiervan is ook een betere werking van het rioleringsstelsel te verwachten, gezien de kans dat oppervlaktewater via overstorten overstroomt in de riolering sterk is afgenomen.

Deze beoordeling geldt voor alle varianten met een spui-inrichting, onafgezien van de omvang of aard van de ruimtelijke uitbreiding van het Zwin³⁴, van de afmetingen van de spuirom of van het toegepaste spuiregime. Voor alternatieven zonder spui-inrichting geldt dat geen verbetering te verwachten is van de afwateringssituatie in vergelijking met de referentiesituatie.

Opgemerkt dient te worden dat bij de varianten met spuiwerking, waar het gemaal van Cadzand dat bij laag water gravitaire afvoer van zoet water naar zee toelaat, vervangen zou worden door een pompinstallatie ter hoogte van het uitgebreide Zwin aandacht moet besteed worden aan het aspect vismigratie.

Samengevat wordt voor het criterium "afwatering" dan ook volgende score toegekend aan de verschillende alternatieven:

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	0	++	0	++	0	++	0	++

Bovenstaande scores hebben enkel betrekking op het Vlaamse deel van het studiegebied. In Nederland zijn geen effecten op de afwatering te verwachten en scoren alle alternatieven neutraal (score "0").

Het al dan niet meenemen van de Zoekzone in Nederland heeft geen enkele invloed op de score, noch in Vlaanderen, noch in Nederland.

5.7 Invloed op zeestroming

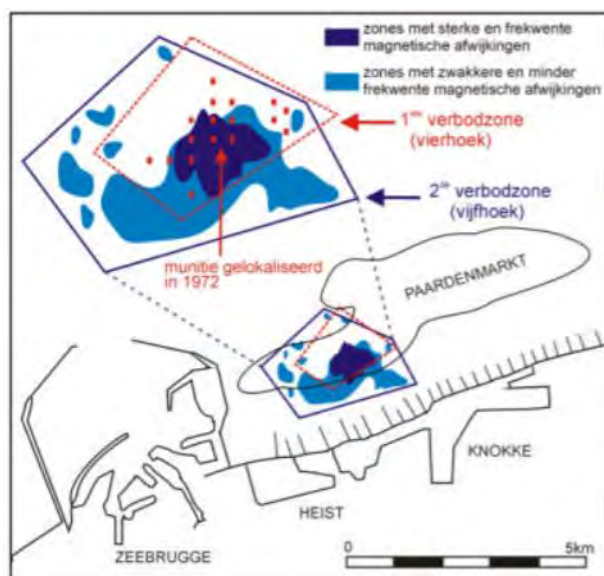
Na de Eerste Wereldoorlog als ook na de Tweede Wereldoorlog, werd in zee, tussen de 300 en 1500 m voor de kust van Knokke-Heist/Duinbergen, een grote hoeveelheid oorlogsmateriaal gestort, op een ondiepe zandplaat genaamd "Paardenmarkt". Op hydrografische kaarten wordt het voorgesteld als een vijfhoek waarin een anker- en visverbod heerst (Figuur 5-42). Het betreft ruim 35000 ton (Duitse) oorlogsmunitie, waarvan ruim 2500 ton explosieven en 100-500 ton (potentieel) giftige munitie (VLIZ). De munitie bevindt zich onder een dikke sliblaag. De huidige waterdiepte varieert tussen 1,5 en 5,5 m t.o.v. het gemiddelde laagste laag water bij springtij.

De hele kust vanaf de "Paardenmarkt" tot aan de Zeeuwse Delta is geomorfologisch niet stabiel en zal dit, na verwacht wordt, ook niet worden. Doordat het gebied niet regelmatig gemonitord wordt, zijn voorspellingen over mogelijke erosie of sedimentatie onmogelijk. Er wordt wel gewerkt aan een optimale langetermijnstrategie van de stortplaat.

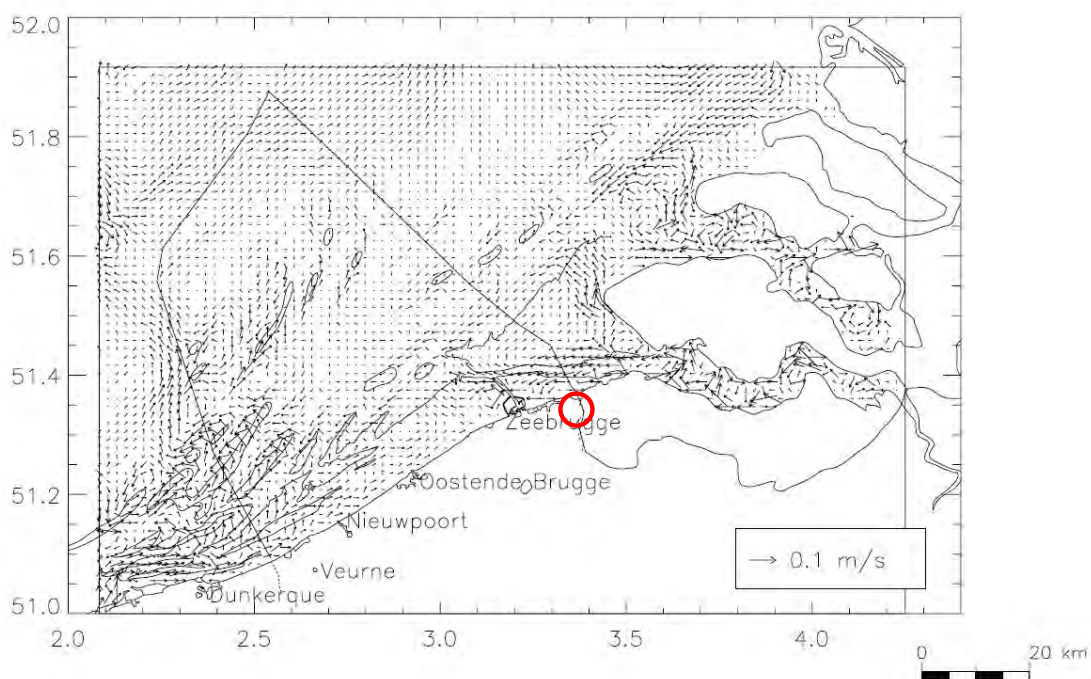
De uitgraving van de hoofdgeul en de uitbreiding van het intergetijdengebied in het Zwin zal een beperkte invloed hebben op lokale zeewaterstromen. De residuele stromingen en

³⁴ Het verschil van 60 ha in afwateringsgebied tussen de alternatieven 1/4 en 2/5 is verwaarloosbaar tegenover de bijna 20.000 ha extra afvoergebied.

residueel sedimenttransport ter hoogte van het Zwin is oostelijk georiënteerd (Figuur 5-44). Gezien de locatie op ruim 5 km van de monding van het Zwin en de aard van de ingreep zal dit met zekerheid, voor alle alternatieven, geen waarneembaar effect hebben op de erosie of sedimentatie ter hoogte van de Paardenmarkt.

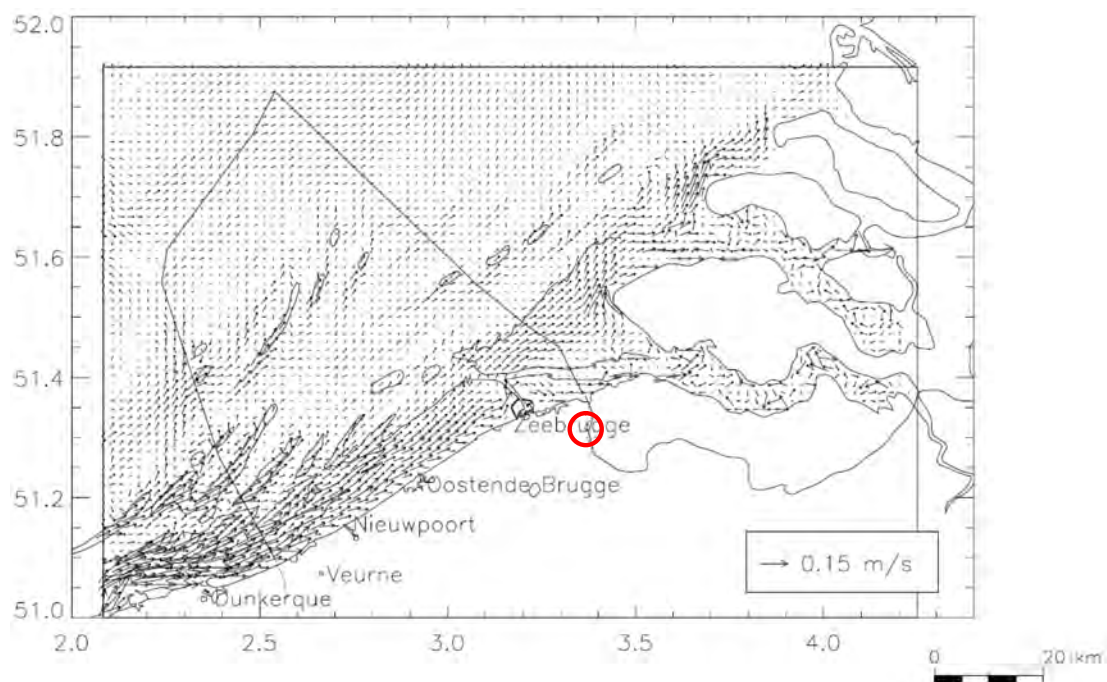


Figuur 5-42: Lokalisatie van de eerste verbodzone uit 1972 (vierhoek) en de tweede verbodzone uit 1989 (vijfhoek)



Figuur 5-43: Residuele stroming gedurende de eerste 6 maanden van 1999 (enkel getij)

(Bron: Fettweis et al, 2002)



Figuur 5-44: Residueel watertransport gedurende de eerste 6 maanden van 1999 (enkel getij)

(Bron: Fettweis et al, 2002)

5.8 Evaluatie van de effecten

In Tabel 5-3 wordt een overzicht gegeven van de scores voor de verschillende bestudeerde criteria. Op basis van dit overzicht is het mogelijk een vergelijking te maken van de merites van de verschillende projectalternatieven en tot een besluit te komen voor de discipline Water.

Wat in de eerste plaats opvalt, is het verschil tussen enerzijds de effecten binnen het Zwin en anderzijds de effecten buiten het Zwin. Een goede score voor de effecten binnen het Zwin betekent niet automatisch een goede score voor de effecten erbuiten, en omgekeerd. Iets vergelijkbaars geldt voor de verhouding tussen de gewilde en ongewilde effecten. Alternatieven die er op vergelijkbare mate in slagen de gewilde effecten (vertegenwoordigd door de sterk gerelateerde criteria “wijziging getijprisma” en “tegengaan van verzanding”) te realiseren, kunnen sterk verschillende niet-beoogde (maar daarom niet noodzakelijk negatieve) effecten met zich meebrengen. Bij de besluitvorming rond het project zal dus terdege rekening moeten gehouden worden met het relatief belang dat gehecht wordt aan effecten binnen en buiten het Zwin enerzijds, en met de mate waarin men niet-beoogde (positieve) effecten wil nastreven als onderdeel van het project anderzijds.

Een overzicht van de te verwachten effecten per projectalternatief kan helpen deze verschillen en keuzes te verduidelijken.

Voor wat de effecten binnen het Zwin betreft, scoort **alternatief 2** (en zijn verschillende varianten) duidelijk het beste. Dit is het gevolg van het feit dat de gewilde effecten (duurzaam behoud van het Zwin) in dit alternatief het sterkst tot uitdrukking komen, en dat het ongewilde effect (mogelijke vervuiling van water en sediment bij inzet van spuiwater) in omvang niet significant verschilt met de andere alternatieven. Binnen alternatief 2 worden de varianten met zoekzone in Nederland (de varianten C resp D) gelijk beoordeeld met de

varianten zonder deze zoekzone (varianten A resp B)³⁵. Alternatief 2 resulteert in de hoogste initiële toename in getijprisma en het hoogste residuele getijprisma in 2030. Als dusdanig biedt alternatief 2 de beste garanties voor het openhouden van de monding en het tegengaan van de verzanding³⁶.

De variant met westelijke verlegging van de hoofdgeul heeft geen eenduidig positief en mogelijk zelfs een licht negatief effect op het tegengaan van de verzanding; bovendien is dit effect identiek voor elk van de bestudeerde alternatieven. We kunnen er dus van uitgaan dat, althans voor de discipline Water, deze variant niet relevant is.

Het al dan niet installeren van een spuisysteem heeft op de aan de projectdoelstelling gebonden criteria een effect dat zo gering is, dat het in dit kader als niet-significant wordt beschouwd. Wel heeft een variant met spui-inrichting een licht negatief effect op de water- en slibkwaliteit in het Zwin en een matig positief effect op de afwatering van de Zwinpolder. Met andere woorden, de keuze om al dan niet een spui-inrichting met bijhorend pompemaal te installeren, zal voor wat de discipline Water betreft geen rekening dienen te houden met het beoogde positieve effect op het behoud van het Zwin (dit effect is immers zeer gering) maar wel met de balans tussen de niet-beoogde negatieve (vervuiling) en positieve (afwatering van de Zwinpolder) effecten³⁷.

Aan de debetzijde van alternatief 2 dient ook vermeld te worden dat er een potentieel sterk negatief effect te verwachten is op de verzilting van het grondwater in de omringende landbouwgebieden, tenminste als geen milderende maatregelen genomen worden.

De effecten van **alternatief 5** zijn in grote mate te vergelijken met die van alternatief 2. Ook hier is een potentieel sterk negatief effect op de verzilting van het grondwater te verwachten en, als de variant met spui-inrichting gekozen wordt, een licht negatief effect op de waterkwaliteit in het Zwin en een matig positief effect op de afwatering van de Zwinpolder. Het grootste verschil tussen alternatief 2 en 5 heeft, voor de discipline Water, betrekking op de mate waarin de projectdoelstellingen gehaald worden. Bij alternatief 5 is het getijprisma zowel in 2010 als in 2050 kleiner dan in alternatief 2, ondermeer als gevolg van het behoud van de Internationale Dijk. De potentie om de Zwingel open te houden is dus minder groot. Het afsluiten van de Willem-Leopoldpolder bij stormtijden heeft daarnaast een aantal effecten die als minder gunstig worden beoordeeld: minder berging van sediment in de Willem-Leopoldpolder, hogere waterstanden en verdere sedimentatie van hoger gelegen schorren binnen het bestaande Zwin, en minder inzet van de Willem-Leopoldpolder (en de bijbehorende komberging) naarmate de zeespiegel stijgt.

Op basis van deze overwegingen geldt voor alternatief 5 een minder gunstige score in vergelijking met alternatief 2 voor wat het bereiken van de projectdoelstellingen betreft, en daarmee ook voor de algemene waardering van dit voorstel (gezien de gelijke scores op de andere criteria). Varianten met of zonder zoekzone in Nederland en met of zonder westelijke verlegging van de hoofdgeul worden niet anders gescoord dan de basisvarianten.

Alternatief 1 scoort voor het bereiken van de projectgebonden doelstellingen minder goed dan alternatief 2 en 5, als gevolg van de kleinere uitbreiding en de ermee samenhangende geringere toename in getijprisma. Voor wat de (positieve en negatieve) effecten van de spui-installatie betreft, zijn er geen verschillen met de andere alternatieven. Ook hier geldt overigens dat de positieve effecten van de spui-inrichting eerder toe te schrijven zijn aan een

³⁵ Dit geldt overigens voor alle alternatieven; het al dan niet beschouwen van de zoekzone in Nederland vormt dus voor de discipline Water geen betekenisvol verschil.

³⁶ Wel dient hierbij benadrukt te worden dat dit effect, net zo min als voor de andere bestudeerde alternatieven, stabiel is. Onderhoud zal blijvend nodig zijn om de positieve effecten min of meer te bestendigen.

³⁷ Deze vaststelling geldt in gelijke mate voor alle alternatieven, dus niet enkel voor alternatief 2.

verbeterde afwatering van de Zwinpolder, dan wel aan een merkbare invloed op het verzandingsproces in het Zwin. De invloed op de verzilting van het grondwater is naar verwachting wel kleiner dan voor alternatieven 2 en 5, gezien de geringere ruimtelijke uitbreiding.

Alternatief 4 tenslotte is in de meeste opzichten te vergelijken met alternatief 1, maar scoort toch minder goed voor wat het effect op het tegengaan van de verzanding betreft. De redenen hiervoor zijn dezelfde als deze hierboven aangegeven bij de vergelijking tussen alternatief 2 en 5.

Samenvattend kan gesteld worden dat:

- Voor wat betreft het bereiken van de projectdoelstellingen alternatieven met een grote ruimtelijke uitbreiding merkelijk beter scoren dan alternatieven met een kleinere ruimtelijke uitbreiding. Alternatieven met behoud van de Internationale Dijk in combinatie met een doorlaatmiddel scoren licht minder goed dan alternatieven met volledige ontpoldering van de Willem-Leopoldpolder.
- Het positieve effect van een spui-inrichting vooral ligt in de betere afwatering van de Zwinpolder die er mee samenhangt en niet of nauwelijks in het tegengaan van de verzanding van het Zwin. Met de spui-inrichting hangt echter ook het negatieve effect van een mogelijke vervuiling van delen van het Zwin (voornamelijk de hoofdgeul) samen. De veiligheid van personen tijdens het spuien is eveneens een aandachtspunt.
- Er bij afwezigheid van milderende maatregelen een reëel gevaar bestaat voor een significante verzilting van het grondwater onder de omliggende landbouwgronden. Dit effect is belangrijker voor alternatieven met een grote ruimtelijke uitbreiding dan bij effecten met een beperktere uitbreiding. Bij de alternatieven met spuiwerking dient aandacht besteed te worden aan het aspect vismigratie.
- Voor de effecten die beperkt blijven tot de grenzen van het uitgebreide Zwin een onderscheid tussen de effecten op Vlaams of Nederlands grondgebied niet relevant is of niet zinvol te maken valt.
- Voor de effecten die zich uitstrekken buiten de grenzen van het uitgebreide Zwin er een onderscheid moet gemaakt worden tussen:
 - Effecten op de afwatering van de polders: deze gelden enkel voor het Vlaamse deel van het studiegebied; in Nederland zijn er geen significante effecten te verwachten. Het relatieve voordeel van de varianten met spui-inrichting valt dus vanuit het standpunt van de effecten op Nederlands grondgebied weg.
 - De mogelijke verzilting van het grondwater: de *relatieve* scores voor dit criterium gelden in gelijke mate voor Nederland en Vlaanderen, maar de impact zal in *absolute* waarde (in termen van beïnvloede oppervlakte) aanzienlijk sterker negatief zijn in Vlaanderen dan in Nederland. De oppervlakte verzilt gebied door de uitbreiding van het Zwin zal in Vlaanderen groter zijn dan in Nederland.
- Voor de discipline Water er geen significant onderscheid te maken valt tussen de varianten met en zonder zoekzone in Nederland.
- De Westelijke Geulverlegging voor geen enkel van de in de discipline Water bestudeerde criteria onderscheidend is tussen de verschillende varianten.

Tabel 5-3: Overzicht van permanente effecten voor de discipline Water en ernst van de effecten (excl. mitigerende maatregelen)

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Effecten binnen het Zwin								
Wijziging getijprisma	+	+	+++	+++	+	+	++	++
Verzanding van het Zwin	++	++	+++	+++	+	+	++/ +++	++/ +++
Waterkwaliteit in het Zwin	0	-	0	-	0	-	0	-
Effecten buiten het Zwin								
Verziltig van het grondwater	--	--	---	---	--	--	---	---
Afwatering van de polders	0	++	0	++	0	++	0	++

6. MITIGERENDE MAATREGELEN

6.1 Bevorderen van de positieve impact op de komberging

De impact op de komberging is voor alle projectvarianten positief, dus hier kan geen sprake zijn van mildering, enkel van bevorderen van de reeds positieve impact. Binnen de besproken projectalternatieven zijn weinig mogelijkheden om de positieve impact verder te bevorderen, los van de voor de hand liggende vaststelling dat vanuit dit criterium beschouwd, de keuze van het projectalternatief dat het meest bijdraagt tot extra komberging uiteraard te verkiezen valt.

Een bijkomende maatregel zou er in kunnen bestaan de spuikom buiten het ontpolderde gebied te plaatsen. Dit levert een toename van de komberging met zo'n 5% op, maar eerder werd gesteld dat dit verschil niet als significant te beschouwen is. Het marginale verschil (in termen van komberging) tussen alternatieven met en zonder spuikom zou daarmee ongedaan gemaakt worden, echter vermoedelijk ten koste van niet verwaarloosbare bijkomende impacts voor wat andere disciplines en beoordelingscriteria betreft. Overigens zou een uniform toepassen van deze maatregel de voorkeursvolgorde tussen de alternatieven niet wijzigen.

Dezelfde beschouwingen gelden voor alle maatregelen die erop gericht zouden kunnen zijn de beschikbare komberging te verhogen binnen de grenzen van de bestudeerde projectalternatieven. Voorbeelden van dergelijke maatregelen zijn het nog verder afgraven van delen van het Zwin of het aanhouden van een zo steil mogelijk binnentalud voor de ringdijken. Wij gaan er van uit dat geen van deze maatregelen voldoende haalbaar, efficiënt of effectief zijn, vermits ze bij de definitie van de basisalternatieven niet mee in beschouwing genomen zijn.

Samengevat kan gesteld worden dat geen maatregelen worden voorgesteld ten behoeve van het verder vergroten van de initiële toename in komberging, bovenop wat in elk van de projectalternatieven al bestudeerd werd. De beoordeling van dit criterium blijft dus onveranderd.

Maatregelen ter bevordering van de positieve impact van het vergroten van de komberging dienen eerder gezocht te worden in het zo volledig mogelijk en zo lang mogelijk bestendigen van de initieel verkregen toename in komberging. Dit komt neer op het nemen van maatregelen, bijkomend aan de uitbreiding van de komberging, die de onvermijdelijke hernieuwde aanslibbing en verzanding van het Zwin na de initiële toename van de komberging zo veel mogelijk vertragen. Voor een bespreking hiervan wordt verwezen naar de paragraaf met betrekking tot de effecten op aanslibbing en verzanding.

6.2 Invloed op verzanding en aanslibbing van het Zwin

Hoger werd onderzocht op welke wijze de verzanding en aanslibbing van het Zwin vertraagd kan worden. Elk van de onderzochte alternatieven draagt daar in mindere of meerdere mate toe bij. Daarbij dient opgemerkt te worden dat elk van de alternatieven in de voorgaande studiefasen geoptimaliseerd werd, door verschillende combinaties en varianten van maatregelen met elkaar te vergelijken. Er kan dus van uitgegaan worden dat geen realistische bijkomende maatregelen, eigen aan de alternatieven, te bedenken zijn die de effecten van de ingrepen nog zouden kunnen doen toenemen.

Een belangrijk gemeenschappelijk kenmerk van alle projectalternatieven is dat de effecten ervan tijdelijk zijn; na een initiële verbetering van de situatie leiden ze op termijn terug tot de

uitgangssituatie. De alternatieven verschillen vooral van elkaar in de lengte van deze periode.

Bijkomende maatregelen, bedoeld om het effect van de ingrepen te bestendigen, moeten dus niet zozeer gezocht worden in de aard van de initiële maatregel, maar wel in de ingrepen die kunnen gebeuren om een terugkeer naar de uitgangssituatie zo ver mogelijk vooruit te schuiven.

Voor een lange termijn behoud van het Zwin (na de 30 jaar die in deze studie is gehanteerd) is dan ook grootschalig onderhoud noodzakelijk. De aanbevolen onderhoudsstrategie is voor alle scenario's om (een deel van) de schorren gelijkmatig af te graven. Deze ingreep levert relatief veel extra getijprisma en ruimte voor sedimentatie. Het vereiste aantal ingrepen is een functie van het gewenste aantal interventies per periode (oftewel de herhaaltijd) en de grootte van het gewenste effect. Dit wordt vooral ingegeven door ecologische aspecten aan (vegetatie ontwikkeling, verstoring etc.).

Deze maatregelen zullen voor alle alternatieven een vergelijkbaar effect hebben, zij zullen met andere woorden de voorkeursvolgorde tussen de alternatieven niet wijzigen.

6.3 Invloed op waterkwaliteit in het Zwin

De eventuele negatieve invloed van het project op de water- en sedimentkwaliteit van het Zwin is het gevolg van een onvolledige sanering van de water- en sedimentvervuiling binnen de Zwinpolder in het referentiejaar. Bijkomende milderende maatregelen om de impact van de watervervuiling te milderen, kunnen dan ook bestaan uit het versnellen en vervolledigen van maatregelen om de waterkwaliteit in de Zwinpolder te verbeteren. Aandachtspunten hierbij zijn de sanering van Ramskapelle, Oostburg en Hoeke en de doelgerichte sanering van de meest vervuilde waterbodems. Deze brongerichte maatregelen zijn te verkiezen boven een reinigingsinstallatie ter hoogte van het spuibecken. Het is te verwachten dat door uitvoeren van deze maatregelen de impact op de water- en sedimentkwaliteit van het Zwin kan teruggebracht worden tot een niet-significant niveau. Aangezien het evenwel duidelijk is dat deze maatregelen niet kunnen uitgevoerd worden tegen het referentiejaar 2010, resulteert dit niet in een wijziging van de beoordeling.

6.4 Mitigeren van de verzilting van oppervlaktewater en grondwater

Hoger is aangegeven dat uitbreiding van het Zwin aanleiding kan geven tot verzilting van het grondwater in de omliggende landbouwgebieden. Die verzilting uit zich als een toename in de zoute kweldruk, zodat het grensvlak tussen zout en zoet grondwater ondieper komt te liggen. Ook de beken en grachten, waarop de kweldruk in eerste instantie gericht is, zullen verder verzilten.

Mitigatie van dit effect is mogelijk door een aangepast zoetwaterbeheer. Belangrijke elementen van dit zoetwaterbeheer zijn:

1. Het infiltreren van voldoende zoet water naar de grondwatertafel, om de zoetwaterlaag bovenop het verzilte grondwater in stand te houden en voldoende tegendruk te leveren aan de zoute kwel. Vooral in de zomer, wanneer de zoetwaterlaag sowieso onder druk staat door evapotranspiratie, is dit belangrijk. De neerslag volstaat in deze periode niet om het zoete grondwater op peil te houden. In de winter is dit wel het geval. Infiltreren van zoet water gebeurt via het aanhouden van een constant voldoende hoog zoetwaterpeil in de beken en grachten. Een voldoende dicht netwerk van aanvoerende grachten en een voldoende voorraad aan zoet water zijn daarbij essentieel.

2. Het efficiënt capteren van de zoute kwel. Zoals gezegd kunnen dieper gelegen grachten een deel van de kwel capteren. Dit principe kan ook gericht toegepast worden, door op plaatsen waar de kwel aan of dichtbij de oppervlakte komt, en zo dicht mogelijk bij de bron van de verzilting, diepe grachten of interceperende drains te voorzien dwars op de kwelrichting. Concreet zou dit de vorm kunnen aannemen van een voldoende diepe ringgracht rond de ontpolderde gebieden.
3. Het efficiënt afvoeren van het brakke grondwater dat gecapteerd wordt door de grachten. Dit houdt in dat er een goed werkend afwateringssysteem moet zijn dat kan zorgen voor een vlotte afvoer van het brakke water en voor het voortdurend verversen van het water in de grachten met zoet water.

Bovenstaande maatregelen maken het nodig te kunnen beschikken over een voldoende grote permanente bron van zoet water. In de praktijk wordt in de zomer nu al zoet water ingelaten in de oostelijke Zwinpolder, vanuit de Damse Vaart en het effluent van de RWZI van Knokke. De beheerders van de Zwinpolders zijn dus vertrouwd met de principes van zoetwaterbeheer in de zomer en beschikken over de middelen om deze principes toe te passen.

In de toekomst zal bij uitbreiding van het Zwin allicht een aanvoer van grotere hoeveelheden zoet water nodig zijn dan nu het geval is. De vraag dient daarbij gesteld te worden of dit zoet water ook beschikbaar zal zijn, gezien de toenemende druk die op de zoetwatervoorraden wordt gelegd en het gevaar van toenemende verzilting van het oppervlaktewater bij toenemende zeespiegelstijging. Mogelijk zullen ook maatregelen nodig zijn om een de zoetwaterverdeling via de grachten te optimaliseren in de richting van die deelgebieden waar de zoute kweldruk het sterkst zal toenemen. Hoe groot de extra benodigde waterhoeveelheden zullen zijn en of en welke bijkomende maatregelen op het niveau van de aanvoer- en verdeelinfrastructuur zullen nodig zijn, kan zonder de inzet van een model niet bepaald worden; wél is het de verwachting dat een aangepast zoetwaterbeheer in combinatie met de aanleg van een ringgracht rond de ontpolderde gebieden in staat moet zijn de potentiële problemen op te vangen. We gaan er daarbij ook vanuit dat de beschikbaarheid van water vanuit de Damse Vaart geen beperkende factor is.

Het bovenstaande geldt mutatis mutandis ook voor de Nederlandse situatie. Er kan wel vanuit gegaan worden dat de verziltingsimpact vanuit het Zwin op Nederlands grondgebied a priori beperkter zal zijn dan in Vlaanderen. In absolute termen is de verziltingsimpact kleiner, gezien de oppervlakte waar het om gaat veel kleiner is. Bovendien wordt de impact beperkt door de aanwezigheid van het afwateringskanaal.

Samengevat kan gesteld worden dat de milderende maatregelen voorhanden zijn om voor alle projectvarianten de impact van verzilting terug te dringen tot een beperkte residuele impact, die voor alle projectvarianten vergelijkbaar is qua orde van grootte en als gering negatief wordt beoordeeld. Dit geldt echter enkel voor zover ook in de toekomst voldoende zoet water zal ter beschikking zijn.

De resulterende scores (na mildering) worden hieronder gegeven:

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Score	-	-	-	-	-	-	-	-

De resultaten van het ondertussen uitgevoerde verziltingsonderzoek door de Universiteit Gent (2009), waarbij als mildering diepe drainage van zout grondwater is gesimuleerd bleek deze conclusies te bevestigen. Onder de voorgestelde mitigerende maatregel van hydrologische aard (diepe drainage), zal het risico op rendementsverliezen bij

landbouwgewassen in vergelijking tot de huidige situatie afnemen. Door de voorziene dieptepomping zal de zoutconcentratie na 50 jaar in de Hazegraspolder lager zijn dan zonder uitbreiding van het Zwin het geval zou zijn op dat moment. Ook de zoetwaterstijghoogte zal enigszins dalen, wat kan bijdragen tot een verminderd risico op bodemverdichting en rendementsverliezen ten gevolge hiervan. Globaal kan daarom verwacht worden dat in het gebied op dat moment landbouw onder gunstiger voorwaarden (afgezien van andere milieu- en andere factoren) zal kunnen bedreven worden.

Uit de berekeningen bleek dus zelfs een betere situatie te kunnen ontstaan dan de huidige verziltingstoestand, waardoor de scores na mildering strikt genomen zelfs tot een neutrale (0) of positieve (+) score zouden kunnen omgezet worden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat een verdere optimalisatie van het onttrekkingsdebiet nodig zal zijn (ook naar kostenefficiëntie) en dat de zoutpomp eerder in functie van de effectieve opbrengstderving zal gestuurd worden, waarbij een zekere mate van verzilting wel getolereerd kan worden. De scores na mildering kunnen bijgevolg globaal tot het niveau gering negatief behouden worden.

6.5 Bevorderen van de positieve invloed op de afwatering van de polders

Hoger is aangegeven dat de voorziene installatie van een pompgemaal met een capaciteit van 2 m³/s een positieve impact heeft op het Vlaamse deel van het studiegebied, te weten de Nieuw Hazegraspolder en het oostelijk deel van de Zwinpolder. Het effect op Nederlands grondgebied is neutraal.

De positieve impacten in Vlaanderen uiten zich in een betere beheersing van de polderpeilen in de winter en bij hevige zomerneerslag, minder interferentie met het rioleringsstelsel en dus minder wateroverlast in bewoonde gebieden, en een betere beheersing van de zoutproblematiek.

Uit de beschrijving van de impacten is echter ook duidelijk gebleken dat de hier beschreven positieve effecten nog aanzienlijk versterkt zouden kunnen worden als een pompgemaal van 5 m³/s in plaats van 2 m³/s zou geïnstalleerd worden. Een dergelijke keuze zou de voorkeur, op basis van dit criterium, voor de projectalternatieven met spui-inrichting nog sterker maken. Toch stellen we de uitbreiding van de pompcapaciteit niet als milderende maatregel voor. In de variant met 5 m³/s wordt immers nauwelijks nog gebruik gemaakt van de natuurlijke buffercapaciteit van de gebieden gelegen beneden 2,50 m TAW; deze natuurlijke buffercapaciteit wordt daarbij als het ware vervangen door bijkomende pompcapaciteit. Dit is vanuit het standpunt van duurzaamheid geen wenselijke evolutie.

Zoals eerder gesteld kunnen de positieve impacten op de waterhuishouding pas ten volle tot uiting komen mits een verdere optimalisatie van het bestaande afwateringssysteem. We gaan er van uit dat alle relevante maatregelen in dit verband opgenomen zijn in het deelbekkenbeheerplan van de Zwinpolder (zie ook hoger) en als dusdanig deel uitmaken van de autonome ontwikkeling.

Als besluit kan gesteld worden dat geen bijkomende maatregelen worden voorgesteld ter bevordering van de positieve impact van de installatie van een pompgemaal met een capaciteit van 2 m³/s. We gaan er van uit dat alle nodige en haalbare maatregelen voor de korte en middellange termijn reeds vervat zitten in de projectdefinitie³⁸ en de autonome ontwikkeling.

³⁸ Tenminste voor de projectalternatieven met spui-inrichting. Keuze voor één van dergelijke alternatieven ten voordele van de anderen wordt niet als een milderende of bevorderende maatregel beschouwd.

Bij de varianten met spuiwerking, waar het gemaal van Cadzand dat bij laag water gravitaire afvoer van zoet water naar zee toelaat, vervangen zou worden door een pompinstallatie ter hoogte van het uitgebreide Zwin zal aandacht moeten besteed worden aan het aspect vismigratie.

6.6 Gevolgen voor de evaluatie van de alternatieven

Tabel 6-1 geeft een overzicht van de scores na mildering voor de verschillende criteria en alternatieven. De enige scores die gewijzigd zijn, zijn diegene die betrekking hebben op de verzilting van het grondwater; dit effect wordt nu minder ernstig beoordeeld dan in de situatie zonder mildering, en bovendien is het onderscheid tussen de verschillende projectalternatieven weggevallen. Het gevolg hiervan is dat de alternatieven met grote uitbreiding (2 en 5) nu relatief nog beter scoren tegenover alternatief 1 en 4. Met andere woorden, de voorkeur voor een grotere uitbreiding wordt nog sterker.

Dit heeft geen gevolg voor de relatieve beoordeling van de alternatieven vanuit het standpunt van de impact op Nederlands grondgebied.

Tabel 6-1: Overzicht van permanente effecten voor de discipline Water en ernst van de effecten (incl. mitigerende maatregelen)

	1A	1B	2A/2C	2B/2D	4A	4B	5A/5C	5B/5D
Effecten binnen het Zwin								
Wijziging getijprisma	+	+	+++	+++	+	+	++	++
Verzanding van het Zwin	++	++	+++	+++	+	+	++/ +++	++/ +++
Waterkwaliteit in het Zwin	0	-	0	-	0	-	0	-
Effecten buiten het Zwin								
Kwaliteit van het oppervlaktewater	-	-	-	-	-	-	-	-
Afwatering van de polders	0	++	0	++	0	++	0	++

7. LEEMTEN IN KENNIS

De voornaamste leemten in kennis hebben te maken met de betrouwbaarheid van de modeluitkomsten. In functie van de gekozen modelparameters worden andere uitkomsten bekomen; bij de interpretatie van de cijfers dient dus rekening gehouden te worden met een bandbreedte, waarvan de omvang in feite niet precies gekend is.

Voor wat betreft de effecten op het grondwater moet gesteld worden dat de eerste besluiten gebaseerd waren op vereenvoudigde aannames en analogieën met resultaten verkregen in andere situaties. Er werd geopperd dat het inzetten van een grondwatermodel zou toelaten een deel van deze onzekerheid te lichten.

Specifiek werd gesteld dat voor het begroten van de verziltingseffecten op de omringende landbouwgronden en voor het beoordelen van de effectiviteit van nog nader uit te werken milderende maatregelen de inzet van een mathematisch model dat dichtheidsafhankelijke grondwaterstromingen simuleren nodig was.

Zoals eerder aangegeven werd er in deze studie van uitgegaan dat aangepast zoetwaterbeheer er voor kan zorgen dat de verziltingsimpact op de landbouwgronden beperkt wordt tot aanvaardbare proporties.

Deze aanname is slechts correct voor zover er nu en in de toekomst voldoende zoet water ter beschikking staat om dit zoetwaterbeheer inderdaad toe te passen. Het al dan niet beschikbaar zijn van deze voorraad aan zoet water vormt op dit moment een leemte in de kennis. Verder doorgedreven hydrologisch onderzoek kan er toe bijdragen deze leemte in te vullen, maar de veelvuldige claims die in de toekomst op de beschikbare zoetwatervoorraden zullen gelegd worden, en de wijze waarop onder invloed van de klimaatverandering deze voorraden zullen evolueren, blijven een element van onzekerheid vormen.

Ondertussen is nader verziltingsonderzoek met behulp van een dichtheidsafhankelijk grondwatermodel uitgevoerd door de Universiteit Gent (2009) waardoor de hoger genoemde leemte grotendeels opgelost kon worden.

In het kader van het verfijnen en uitwerken van het inrichtingsplan is er een vervolg geohydrologisch onderzoek uitgevoerd (2011) en heeft tevens de Dienst Landelijk Gebied (DLG, NL) compenserende maatregelen voor het Nederlands grondgebied opgesteld op basis van de waterhuishoudkundige effecten (2012). Aangezien deze onderzoeken betrekking hebben op het inrichtingsplan worden de resultaten hiervan in het hoofdrapport besproken in hoofdstuk 12.

8. MONITORING EN EVALUATIE

Het is aan te raden de verzilting van het grondwater te monitoren aan de hand van peilputten rondom de grenzen van het ontpolderde gebied. Deze peilputten zullen toelaten de nood aan extra milderende maatregelen en de effectiviteit van deze maatregelen te bepalen. Om de optimale locatie en kenmerken van de peilputten te bepalen, is verder studiewerk noodzakelijk.

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Doodtij	Doodtij is het moment dat het verschil tussen laag- en hoogwater minimaal is. Dit treedt eens in de 14 dagen op bij het eerste en laatste kwartier van de maan. Doodtij is het tegenovergestelde van springtij.
Getijprisma	Het getijprisma is de hoeveelheid water die bij vloed door een bepaalde dwarsdoorsnede stroomt. In deze studie wordt de monding van het Zwin als dwarsdoorsnede gebruikt en GHWS als referentiegetij.
Komberging	De komberging is de het volume water dat boven maaiveld kan geborgen worden bij een bepaalde waterstand. In deze studie wordt met komberging de reële (dynamische) komberging van het Zwin bedoeld bij gemiddeld springtij (GHWS).
Isobath	Lijn die punten van gelijke diepte verbindt.
Springtij	Springtij is het moment dat het verschil tussen laag- en hoogwater maximaal is. Dit treedt eens in de 14 dagen op bij volle en nieuwe maan. De maximale hoogte van het water is bij springtij hoger dan bij een normaal getij, de minimale hoogte van het laagwater is lager.

AFKORTINGENLIJST

DGPS	Differential Global Positioning System
DHM	Digitaal Hoogtemodel
GLWS	Gemiddeld Laagwater bij Springtij
GHWS	Gemiddeld Hoogwater bij Springtij
IPPC	International Pannel on Climate Change
MAP	Mest Actie Plan
NAP	Normaal Amsterdams Peil; referentiepeil voor hoogtemetingen in Nederland (NAP = TAW – 2,30 m)
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
TAW	Tweede Algemene Waterpassing; referentiepeil voor hoogtemetingen in België (TAW = NAP + 2,30 m)
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij

REFERENTIELIJST

Belgroma - Grontmij (1998) Afvoer van het polderwater via het Zwin – Onderzoek van het Wateraanbod

Dienst Landelijk Gebied (2012) Uitbreiding ZWIN (Nederland) Voorstel compenserende maatregelen op basis van waterhuishoudkundige effecten. Ministerie van Economische zaken, Landbouw en Innovatie

Fettweis, M., Van den Eynde, D., Francken, F. (2002). Bepaling van de sedimentbalans voor de Belgische Kustwateren (SEBAB-II). Eindrapport: een fijnmazig hydrodynamisch en sedimenttransportmodel van het Belgisch Continentaal Plat. SEBAB/2/MF/200204/NL/ER/1

IMDC (2006a) Internationale Milieueffectenrapportage voor de uitbreiding van het Zwin – Conceptnota hydrodynamische modellering

IMDC (2006b) Opmaak van laagwaterstrategieën. Deelopdracht 1a: Inventarisatie van het Kanalenstelsel rond Gent

IMDC (2007a) Internationale Milieueffectenrapportage voor de uitbreiding van het Zwin – Schetsontwerp

IMDC (2007b) Internationale Milieueffectenrapportage voor de uitbreiding van het Zwin – Numerieke modellering

IMDC (2007c) Internationale Milieueffectenrapportage voor de uitbreiding van het Zwin – Hydrodynamische en morfologische vergelijking van de scenario's

Lebbe, L., Vandenbohede, A., Courtens, C. & Cosyns, E. (2009) Grondwaterstudie in kader van de uitbreiding van het Zwin. Universiteit Gent, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Cel Grondwatermodellering in opdracht van het Uitvoerend Secretariaat Technische Scheldec commissie, 50 p.

Lebbe, L. & Courtens C. (2011) Uitwerking van maatregelen voor milderen van verzilting in aangrenzende polders bij uitbreiding ZWIN (hydrogeologische deelaspect). Universiteit Gent, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Cel Grondwatermodellering in opdracht van het Uitvoerend Secretariaat Technische Scheldec commissie, 133 p.

Projectgroep WB21 Zeeland (2004). WB 21 in Zeeland. Deelstroomgebiedsvisie Zeeland

Provinciale Staten van Zeeland (2002) Samen omgaan met (grond)water. Grondwaterbeheersplan 2002-2007

Universiteit Gent (2007) Hydrologische studie t.b.v. de herverzilting en/of vernatting van de "Kleyne Vlakte" (VNR De Zwinduinen en –polders), inclusief een uitvoeringsklaar bestek.

Waterschap Zeeuws Vlaanderen (2006). De rioolwaterzuiveringsinstallatie Retranchement

WES (2005) Waterhuishoudingsplan Zwinstreek

BIJLAGE A ANALYSERESULTATEN GRONDWATERKWALITEIT MEETPUNT CADZAND

X	17570		Diepte (m-mv)
Y	376170	Filter 1	3
z	-0,98 m NAP	Filter 2	10,87
		Filter 3	17,81

Year	Filter	EC_25	pH	Temp	Na	K	Mg	Ca	NH4	Cl	HCO3	SO4	NO3	Fe	Mn	Al	o,PO4
-	nr	µs/cm	-	C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgP/l
1990	1	1420	7,71	13,3	131	63	85	40	12	155	957	2	44	1,2	0,2		1,9
1992	1	2260	7	13,4	185	36,1	75	256	3,8	350	680	160	0	4,3	0,75	0	2,1
1993	1	1353	7,7	9	93	66	95	85		54	879	14		0	0,14		
1993	1	1490	7,8	11	80	49	87	87	7,7	60	890			0,3	0,1		2
1994	1	1570	7,4	11,5	135	54	90	115	6	160	740	110		0,5	0,2		1,3
1995	1	1500	7,2	11	114	56	86	100	6,6	89	850	35		1,1	0,3		5,5
1996	1	1490	7,4	10,4	60	45	81	148	4,8	60	740	130		1,3	0,33		2,8
1997	1	1540	7,4	11	72,63	43,89	76,13	134,8	6,2	83	780	78,4		0,92	0,28	0,02	3,7
1998	1	1430	7,7	10,8	78	65	92	75	9,6	68	890			0,17	0,08		1,7
1999	1	1400	7,7	9,5	47	61	98	76	5,5	41	900	15		0,1	0,11		2
2000	1	1500	7,8	7,3	50	61	94	80	11	53	740	17		0,1	0,09		5,2
2001	1	1400	7,5	12,2	51	54	96	73	10	41	820			0,09	0,1		4,9
2002	1	1490	7,6	10,3	78,4	59,5	93,1	68,1	11,3	64,7	815	12,8	0	0,13	0,1	0	5
2003	1	1410	7,36	9,5	56,8	58,5	97	71,8	8,88	62,1	842	22	0	0,03	0,11	0	6,15
2004	1	1500	7,69	10,8	70	65	100	70	9,2	79	871	20	0,05	0,16	0,1	0,05	5,53
1990	2	26000	7,2	12,4	6450	292	950	159	73	12625	3573	81	1	1,8	0,39		16,4
1992	2	28250	6,8	11,7	7400	310	665	148	47	12250	3600	20	0	5,5	0,55	0	55
1993	2	36600	7,3	11	8230	390	820	140	45	14200	3650	30		2,8	0,5		18
1994	2	30800	7,3	10,5	6750	265	720	130	45	11000	3600			3,5	0,4		15
1995	2	36000	7,2	10	7379	278	842	153	51	11700	3600	23		3,7	0,4		23
1996	2	32500	7,2	10,1	6464	253	731	126	52	10600	3600	23		4,1	0,3		43
1997	2	35500	7,4	10,5	6514	279,7	790,8	128,4	62	11800	3700	12,6		3,7	0,31		49

1998	2	35000	7,4	10,7	8985	410	1205	240	42	19200	2600		5,8	3,3	0,52		7,3
1999	2	35000	7,3	10,3	6776	19	618	125	34	11000	3500			5,6	0,4		17
2000	2	35000	7,5	6,9	7300	320	760	130	87	11000	3600			4,1	0,36		52
2001	2	31000	7,2	11,1	5752	340	620	106	55	9200	3500			4,7	0,34		0,05
2002	2	36800	7,2	10,8	6690	279	745	134	67,3	12400	3630	0	0	3,3	0,34	0	43,1
2003	2	33800	7,71	10,5	6920	371	813	142	58,34	12700	3410	6,33	0	4,5	0,38	0	52,63
2004	2	38000	7,32	11,3	7500	280	800	140	60,8	13000	3590	94	0,05	4,3	0,34	0,05	45,64
1990	3	31200	7,1	10	93225	355	1155	297	91	17175	2842	140	1	4,9	0,37		16,4
1992	3	36158	6,8	11,8	9500	392	808	285	65	18200	2900	29	0	9,3	0,59	0	37
1993	3	50700	7,3	11	10200	320	1160	300	65	20400	2825	25		3,2	0,5		6,2
1994	3	44800	7,2	10,5	9260	330	950	270	69	18200	2900			4,5	0,4		8,6
1995	3	50000	7,2	10	10193	344	1265	289	78	17000	3000	32		4	0,4		34
1996	3	50900	7,1	10,1	9322	330	1187	277	79	17700	2900	26		5,6	0,4		17
1997	3	50800	7,3	10,6	9367	359,6	1242	277,8	91	18700	2900	33,9		5,4	0,35		26
1998	3	36300	8	11	7780	335	795	140	37	12600	3500			1,9	0,41		14
1999	3	50000	7,2	10,9	9831	351	991	266	55	19000	2900			7,2	0,44		9,2
2000	3	50000	7,4	6,7	10000	430	1200	280	98	17000	2880			5,7	0,48		33
2001	3	49000	7,5	11,1	9273	505	1181	273	95	16050	2900			6,6	0,46		25
2002	3	50400	7,1	10,8	9480	364	1150	272	93	18100	2900	0	0	4,7	0,45	0	28,4
2003	3	49800	7,45	9,8	9620	494	1220	298	80,31	20300	2830	0	0	4,42	0,5	0	35,19
2004	3	50500	7,27	11,1	10000	340	1200	280	2,5	19000	2800	120	0,05	4,98	0,48	0,05	32,1

BIJLAGE B FACTSHEET WATERLICHAAM CADZAND

Basisgegevens	
Naam	Cadzand
Code	NL23_CDZND
Status	Sterk veranderd
Type	M30 - Zwak brakke wateren
Stroomgebied	Schelde
Waterbeheergebied	Waterschap Zeeuws-Vlaanderen
Provincie	Zeeland
Gemeente	Sluis

Legenda	
Gescheiden waterlichaam	Zwemwater
Gescheiden waterlichaam	Provinciegrens
Overige waterlichamen	Natura2000 gebied
Overige waterlichamen	Grondwaterbeschermingsgebied

Karakterschets van het waterlichaam

Stilstaand water met een redelijk constant tot sterk wisselend zoutgehalte, dat vooral voorkomt in het zeekeleigebied en de duinen, maar lokaal ook in het laagveengebied. De invloed van zout is in dit watertype dominant over andere omgevingsfactoren.

Onderbouwing van de status "Sterk Veranderd"

KRW Art. 4.3a

De volgende hydromorfologische herstelmaatregelen zijn voor dit waterlichaam overwogen, maar afgefallen vanwege significante negatieve effecten aan gebruiksfuncties en/of milieu in bredere zin:

	Gebruiksfunctie									Milieukwaliteit				
	drinkwater	energievoorziening	industrie	infrastructuur	landbouw	natuur	recreatie	scheepvaart	stedelijk gebied	waterhuishouding	archeologie	erfgoed	geomorfologie	landschap
Afgevalen maatregelen														
Hanteren natuurlijk waterpeil in agrarisch gebied					x									
Hanteren natuurlijk waterpeil in stedelijk gebied									x					
Verwijderen stuwen in intensief agrarisch gebied					x									
Verwijderen waterkeringen					x				x					

KRW Art. 4.3b

Om de volgende redenen is het niet mogelijk om de functie, waarvoor in het verleden ingrepen in het waterlichaam zijn uitgevoerd, op een andere wijze te bedienen met aanzienlijk minder schade voor het milieu:

- geen alternatieven beschikbaar

Voor een nadere motivering van de status 'sterk veranderd' wordt verwezen naar de toelichting op de factsheets. Daarbij zijn voor dit waterlichaam de volgende codes van toepassing: S1, S13, S19, S7.

Toelichting

Literatuur

Regionaal Bestuurlijk Overleg Scheldestroomgebied, RBO-nota 2007; Overwegingen bij het stroomgebiedbeheerplan Schelde, Middelburg, februari 2008
Paragraaf 6.2

Biologische en algemeen fysisch chemische toestand

De maatlaten zijn gebaseerd op doeltipe M30 (Zwak brakke wateren)

Maatlat	Huidige situatie	Verwachting 2015	GEP	Toelichting
Macrofauna (EKR)			0,6	G1
Overige waterflora (EKR)			0,48	G3
Fytoplankton (EKR)			0,53	G3
Vis (EKR)			0,36	G3
Totaal fosfaat (zomergemiddelde) (mg P/l)			2,5	G4
Totaal stikstof (zomergemiddelde) (mg N/l)			3,3	G3
Chloride (zomergemiddelde) (mg Cl/l)			300-3000	G1
Temperatuur (maximum waarde) (°C)			25	G1
Doorzicht (zomergemiddelde) (Meter)			0,4	G3
Zuurgraad (zomergemiddelde) (-)			6,0-9,0	G1
Zuurstofverzadiging (zomergemiddelde) (%)			60-120	G1
Legenda: ■ slecht ■ ontoereikend ■ matig ■ goed ■ zeer goed				

In de kolom toelichting zijn codes opgenomen voor de hanteerde methodiek. Voor de betekenis van deze codes wordt verwezen naar de toelichting op de factsheets.

Maatregelenoverzicht 2010-2015

De volgende maatregelen zijn voorzien in het waterlichaam in de periode 2010-2015:

Omschrijving	Initiatiefnemer
verbreden / nvo; langzaam stromend / stilstaand water	Waterschap
vispasseerbaar maken kunstwerk	Waterschap

Onderbouwing van fasering

Een deel van de doelen zal pas na 2015 worden gehaald omdat niet alle maatregelen voor 2015 worden uitgevoerd en het effect van de uitgevoerde maatregelen niet altijd al in 2015 wordt bereikt.

De volgende maatregelen zullen na 2015 worden uitgevoerd:

Omschrijving	Initiatiefnemer
verbreden / nvo; langzaam stromend / stilstaand water	Waterschap
vispasseerbaar maken kunstwerk	Waterschap

De motiveringsgrond voor het gefaseerd uitvoeren van het maatregelenpakket en het pas later bereiken van de gestelde doelen is hieronder weergegeven:

- technisch onhaalbaar in verband met uitvoeringscapaciteit
- onevenredig kostbaar in verband met te hoge lasten

Voor een nadere motivering van de fasering wordt verwezen naar de toelichting op de factsheets. Daarbij zijn voor dit waterlichaam de volgende codes van toepassing: F6, F8.

Toelichting en literatuurverwijzing

Technisch en financieel niet haalbaar binnen 1 planperiode.

Chemische toestand en overige relevante stoffen

In onderstaande tabel wordt aangegeven welke stoffen momenteel de norm overschrijden. In het BKMV zijn de normen voor de betreffende stoffen vastgelegd. Stoffen die voldoen aan de norm of waarvoor geen oordeel gevormd kan worden zijn niet opgenomen in deze tabel. Verder wordt een aantal bestrijdingsmiddelen norm overschrijdend aangetroffen.

Stofgroep	Normoverschrijding in huidige situatie

Verwacht wordt dat stoffen die nu niet voldoen aan de norm, ook in 2015 de norm zullen overschrijden. Voor deze stoffen is sprake van laxering. In de inleiding op de factsheets wordt dit nader toegelicht.

BIJLAGE C RESULTATEN VMM MEETPUNTEN

C.1 Prati-Index voor de periode 1990 tot 2005

VMM NR	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1000	1.8	2.1	1.1	1.0	2.2	2.3	2.2	3.5	2.3	2.3	1.7	1.7	1.5	1.3	1.0	1.8
3000122																
3000050																
6000	2.7	3.9	4.7	3.8	3.8	3.8	3.6	4.7	3.5	2.8	3.9	3.7	3.3	2.8	3.3	3.2
7000	3.8	4.1	3.9	3.6	4.0	3.7	3.3	5.1	3.5	3.1	3.1	3.2	3.4	3.5	3.1	3.6
26500							1.9	3.0								3.7
26720														3.4	3.1	3.2
26721														0.7		
3000097																
6010						6.1	6.4	8.0	6.4	6.9	4.7	6.7	5.0	4.2	3.2	4.4
6020															4.1	3.9
6030									9.7							
6029														4.8	5.1	5.6
26700										1.9	2.7	4.3	2.7	3.1	3.1	3.4
26710														2.6	3.0	2.6
26711														0.2		8.8
25500														6.3	7.5	
26000	5.9	7.3	4.8	5.1	5.3											
3000091																
26420														3.1	2.3	2.9
7001										10.3						
27900							5.6									
28000	8.4	6.8	5.0	5.5	5.9	5.0	4.2	4.0	4.6	4.2	2.7	3.4	2.4	2.3	2.0	2.6

VMM NR	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
29000	5.4	5.0	4.1	4.7	5.4	6.4	4.4	6.0	5.6	5.8	4.3	7.9	7.9	6.9	6.5	6.5
27100											2.2					2.2
7003										1.3				4.8	5.8	4.0
765010	5.2					4.0				5.1	3.0	3.1	3.4	2.8	3.7	2.2

0.1 - 1		niet verontreinigd
> 1 - 2		aanvaardbaar
> 2 - 4		matig verontreinigd
> 4 - 8		verontreinigd
> 8		zwaar verontreinigd

C.2 Belgisch Biotische Index voor de periode 1990 tot 2006

VMM NR	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1000		7	8			6	8	8		7	8	9	8	8	8	8	8
6000		6		6	5	5	6	5		5	4	6	6	6	5	5	6
7000	6	6	5	6	6		5	5			5			6		5	
26500			5				5	5								5	
26720														5			
26721														4			
6010			5		5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	5	
6020			5												6	6	
6030									6								
6029														5			
26700													5	5			
26710														5			
26711														4		5	
25500			2														
26200			5														
26420														4			

VMM NR	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
7001			5							5							
27900			2				0										
28000			3		2	2	2	2	2	1	4	2			5	5	
29000			5		5	5	5	4	5	5	5	4			5	4	
27100			6													6	
7003			7							6					5		
765010	2	2	2	4	5	5				4	6	4	5	5	7	7	6

9 - 10		zeer goed kwaliteit
7 - 8		goede kwaliteit
5 - 6		matige kwaliteit
3 - 4		slechte kwaliteit
1 - 2		zeer slechte kwaliteit
0		uiterst slechte kwaliteit

BIJLAGE D MEETGEGEVENS CHEMISCHE KWALITEIT OPPERVLAKTEWATER (NEDERLAND)

Meetpunt: OMPNO90080 Uitwateringskanaal bij Zwinbrug

Datum	pH	O2	T omg	T	ZICHT	GELDHD	BZV5	NH4+	NH3	NO3-	NO2-	Totaal Stikstof	PO4	Cl-	SO4	As	Cu	Cr	Cd	Zn	Pb	Ni	Hg
		%	oC	oC	cm	mS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
14/01/02	7,8	63,6	3	3,2	20	3,3		1,4	<0,01	3,1	0,07	6,07	0,79	790									
14/02/02	8,1	76,4	6	6,5	20	2,6	1,6	0,74	0,01	6,7	0,09	9,19	0,36	500									
14/03/02	8,1	77,6	6	6,5	20	3,8	<0,5	2	0,03	3,5	0,09	7,99	0,53	890		16	5	8	<0,30	12,9	<10	<5	<0,10
8/04/02	8,7	150,4	12,5	10,3	30	4	11	0,14	<0,01	1,18	0,05	4,13	0,4	990									
6/05/02	8,6	106	14	11,3	20	3,7		0,28	0,02	<0,04	0,02	3,66	0,47	920									
11/06/02	8,6	132	16,5	16,7	20	3,8	9,9	0,17	0,02	0,07	0,01	3,08	0,88	870		19	3	3,5	<0,30	117	10,5	<5	<0,10
10/07/02	8,7	90	16,5	18,3	20	4,2		<0,100	<0,01	<0,04	0,01	3,45	0,71	940									
13/08/02	8,8	140,2	23	21,3	20	2,9	16	0,17	0,03	<0,04	0,02	4,86	0,7	630									
13/09/02	8,5	106,2	19	17	20	2,8	9,4	0,14	<0,01	0,05	0,05	5,2	0,8	570		18	<10,00	9,4	<0,30	12,6	<10	13,8	0,1
7/10/02	8,4	95,8	12	12,8	20	3	8,8	0,14	<0,01	0,28	0,05	3,63	0,51	510									
11/11/02	7,6	74,7	12,5	9,6	20	1,2		0,44	<0,01	8,3	0,12	10,52	0,41	140									
10/12/02	7,7	91,6	-3	0,2	20	2,6	1,2	0,76	<0,01	5,8	0,07	8,37	0,58	445		10	3	3,5	<0,30	10,6	<10	<4	0,2
14/01/05	8,5	74	0,5	3	20	2,7	6,9	0,66	0,02	5	0,12	7,35	0,53	500									
1/02/05	8,3	84,3	4,8	5,8	10	2,8		0,97	0,02	5,05	0,09	7,98	0,73	524									
1/03/05	8,3	73	0,1	1,1	20	3,1	<3,0	0,93	0,03	7,1	0,07	9,97	0,79	650									
6/04/05	8,6	49	9,4	12	20	3,4		<0,100	<0,01	1,4	0,05	3,85	0,37	760									
3/05/05	8,4	78	14	16,8	10	3,2	<3,0	<0,100	<0,01	0,16	0,04	2,5	0,8	670									
7/06/05	8,4	50	14,1	15,8	10	3		<0,100	<0,01	0,8	0,08	3,78	0,88	650									
6/07/05	8	59	16,6	18	10	1,8	7,3	0,2	<0,01	5,9	0,17	9,17	0,57	360									
2/08/05	8,7	170	20,8	20,1	20	2		<0,100	<0,01	<0,04	0,04	3,78	0,95	400									
6/09/05	8,6	16	20,6	19,9	10	2,9	17	<0,100	<0,01	0,32	0,07	4,79	0,76	620									
6/10/05	8,2	56	13,5	13,5	20	3,2		0,27	<0,01	1,2	0,1	3,5	0,81	700									
1/11/05	8,1	65	14	13,6	20	3,5	6,7	0,52	<0,01	0,54	0,11	3,35	0,92	740									
6/12/05	7,6	62	6,9	6,5	20	1,4		0,42	<0,01	9,2	0,1	10,9	0,53	200									
9/01/08	8,2	94	5,5	5,6	20	3		0,81	0,011	5,2	0,1	7,1	0,55	640									
11/02/08	8,4	76	3	4,9	30	3,1	<3,0	0,65	0,015	3,4	0,06	5,16	0,58	660									
5/03/08	8,6	87	6	5,9	10	3,6		0,29	<0,01	2	0,05	4,05	0,57	850									
8/04/08	8,4	95	9	9,5	20	2,8	<3,0	0,39	<0,01	5,2	0,08	7,48	0,46	610									
13/05/08	8,6	120	23	21,1	20	3,6		<0,100	<0,01	<0,04	0,02	1,66	1,1	840									
4/06/08	8,5	88	20	18,6	20	3,6	9,1	<0,100	<0,01	<0,04	0,02	2,76	1,3	830									
11/07/08	8,7	100	18	18,1	20	3,9		<0,100	<0,01	<0,04	0,03	2,37	1,3	980									
22/08/08	8,7	160	20	18,8	10	3,8	13	<0,100	<0,01	<0,04	0,01	3,05	1,2	960									
11/09/08	8,6	100	21	19,7	10	3,6		<0,100	<0,01	<0,04	0,05	3,49	0,77	860									

Datum	pH	O2	T omg	T	ZICHT	GELDHD	BZV5	NH4+	NH3	NO3-	NO2-	Totaal Stikstof	PO4	Cl-	SO4	As	Cu	Cr	Cd	Zn	Pb	Ni	Hg
22/10/08	8,5	86	12	11,1	30	2,7	9,1	<0,100	<0,01	0,35	0,05	3,5	0,99	570									
2/12/08	7,8	62	6	5,3	20	1,9	<3,0	0,62	<0,01	6	0,08	7,98	0,5	330									
12/05/09	8,4	74	15	14,5	10	3,4																	
14/07/09	8,7	150	21	20,6	20	2,8																	
10/09/09	8,6	91	20	18,1	15	2,8																	
5/11/09	8,3	88	9	9,4	20	3,1																	
12/03/10	8,1	76	6	4,8	30	3,3		0,62	<0,01	4	0,04	5,64	0,61	710	150	3,4	<1,00	1,9	<0,20	<10	<5	<4,80	<0,10

Meetpunt: OMPNO90081 Uitwateringskanaal p.v. De Driekoker

Datum	pH	O2	T omg	T	ZICHT	GELDHD	BZV5	NH4+	NH3	NO3-	NO2-	Totaal Stikstof	PO4	Cl-	SO4	As	Cu	Cr	Cd	Zn	Pb	Ni	Hg
14/03/02	8	72,1	6	7,2	20	3,8	1,4	1,4	0,02	3,5	0,1	7,6	0,6	900	170	14	5	6	<0,30	14,2	<10	5,3	0,1
11/06/02	8,7	144,3	16,5	17,7	20	3,8	9,9	0,41	0,05	<0,04	0,01	3,05	0,95	870	150	16	<1,00	<2,00	<0,30	127	<10	<5	<0,10
13/09/02	8,5	128,4	19	17,6	20	2,6	9,8	0,1	<0,01	0,23	0,05	3,88	0,85	550	100	16	<10,00	6	<0,30	11,3	<10	8,5	0,2
10/12/02	7,8	91,7	-3	-0,1	20	2,8	1,3	0,88	<0,01	6,1	0,08	8,68	0,56	510	120	12	3	4	<0,30	<10	11,4	<4	0,6
9/01/08	8	90	5	5	20	3		0,87	<0,01	5,2	0,09	7,09	0,6	660	140	3,5	<1,00	1,9	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
8/04/08	8,3	100	10	12,2	20	3	<3,0	0,44	<0,01	5,3	0,09	7,69	0,46	680	120								
11/07/08	8,8	120	18	19,1	20	4,2		<0,100	<0,01	<0,04	0,03	2,17	1,5	1100	130	11	<1,00	11	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
22/10/08	8,5	110	12	11,6	30	2,7	12	<0,100	<0,01	0,38	0,05	3,03	0,99	530	130								

Meetpunt: OMPNO90090 Uitwateringskanaal Gemaal Cadzand-Bad

Datum	pH	O2	T omg	T	ZICHT	GELDHD	BZV5	NH4+	NH3	NO3-	NO2-	Totaal Stikstof	PO4	Cl-	SO4	As	Cu	Cr	Cd	Zn	Pb	Ni	Hg
19/01/00	8,1	85	4	5,2	20	5,7		3	0,04	5,6	0,11	9,81	0,81	3200	220								
14/02/00	8	85,5	7,5	5,4	30	3,7	1,9	1	0,01	7,7	0,09	10,99	0,43	810	160	2	12	<5,00	<1,00	22,1	<10	4,5	0,06
15/03/00	8,2	89	8	8,7	20	6,8		1,8	0,04	5,8	0,14	9,74	0,69	1800	340								
19/04/00	9	200	15,2	12,8	10	5,7	16	0,18	0,03	<0,05	<0,01	3,86	0,19	1500	290	5	5	<5,00	<1,00	10,7	<10	<4	0,09
17/05/00	8,7	198	16,2	20,1	20	5,7		0,03	<0,01	0,2	0,06	2,76	0,65	1500	230								
22/06/00	8,6	107,9	20	20,9	20	10,3	13	0,39	0,05	0,07	0,01	4,38	1,1	3100	420	7	10	<5,00	<1,00	13,9	<10	<4	0,02
20/07/00	8,6	179,3	21,9	20,1	10	6,3		0,85	0,09	0,2	0,06	4,96	0,9	1700	250								
18/08/00	8,9	200	21	20,4	10	9,4	28	0,58	0,1	0,1	0,13	9,63	2	2700	290	32	6	13,3	<1,00	22,4	<10	7,1	<0,02
18/09/00	8,4	94,2	16	17,2	20	4,8		0,83	0,05	0,11	0,07	7,48	1,1	1200	160								
18/10/00	7,8	59	10,5	11,4	20	3	2,7	1,3	0,01	4,8	0,16	8,76	<0,010	670	140	9	6	8	<1,00	<10	<10	6,4	0,02
14/11/00	7,8	64	7	7,2	20	4		1,8	0,01	6,3	0,25	9,55	0,54	930	180								
19/12/00	7,8	67,4	5,5	5,6	30	3,7	1,3	1,5	0,01	7	0,11	10,21	0,56	860	160	<2,00	2	<5,00	<1,00	<10	<10	<4	0,26
16/01/01	8,1	80,2	-2	-0,1	20	4,3		1,8	0,01	7	0,08	9,78	0,52	1050	180	5	5	<5,00	<1,00	16,7	<10	<5	0,04
20/02/01	7,9	85,3	6	5,8	20	5	1,1	2,3	0,02	5,3	0,08	9,28	0,67	1270	180								
20/03/01	7,9	82,8	5	5,5	20	2,9		0,81	<0,01	6,6	0,07	8,87	0,53	610	130	<3,00	2	5	<1,00	<10	<10	<5	0,06
19/04/01	8,3	90,3	7	8,2	20	4,2	3,7	0,89	0,02	2,6	0,08	5,18	0,58	1040	180								
15/05/01	8,6	197,2	18,5	18,4	20	5,3		0,15	0,02	0,09	<0,01	2,9	0,39	1440	200	5	5	<5,00	<1,00	<10	<10	<5	0,06

Datum	pH	O2	T omg	T	ZICHT	GELDHD	BZV5	NH4+	NH3	NO3-	NO2-	Totaal Stikstof	PO4	Cl-	SO4	As	Cu	Cr	Cd	Zn	Pb	Ni	Hg
19/06/01	8,6	163,8	18	16,3	20	7,2	38	0,62	0,05	0,43	0,16	9,79	1,4	2160	220								
19/07/01	8,7	121,5	19	18,5	20	11,7		0,24	0,03	0,1	0,05	5,05	1,6	3680	550	14	10,2	<5,00	<1,00	47,2	<10	<5	0,04
14/08/01	8,8	200	23	21	20	10,6	20	0,56	0,1	0,07	0,02	5,09	1,4	3260	420								
17/09/01	8	76,5	13	12,5	10	2,3		0,81	0,02	9,6	0,12	12,72	0,33	425	84	11,00!	10,5	10,1	<1,00	34,8	<10	5,6	<0,02!
19/11/01	7,7	60,8	9	7,2	30	3,9		1,2	<0,01	3,2	0,15	6,15	0,62	<890	<230	5	4	<5,00	<1,00	<10	<10	<5	0,03
10/12/01	8	51,2	2	2,9	20	3,7	1,3	1,5	0,01	5,3	0,11	7,71	0,6	860	190								
14/01/02	7,8	63,3	3	3,4	30	6,4		2,3	0,01	3,2	0,07	6,87	0,86	1610	320	4	11	4	<0,30	11,5	<10	<5	<0,10
14/02/02	8	76,1	5	7	20	3	1,1	1,1	0,01	6,5	0,1	10,1	0,42	630	60								
12/03/02	8,1	105,1	9,5	9,4	20	5		2,4	0,04	3,6	0,12	7,32	0,64	1330	200	10	4	5	0,4	<10	<10	<5	<0,10
8/04/02	8,5	143,5	11	9,6	20	6,7	14	0,11	<0,01	1,55	0,08	5,03	0,16	1870	300								
6/05/02	8,6	168,1	13	11,5	20	6,2		0,21	0,01	<0,04	0,03	3,77	0,8	1780	320	11	5	4	<0,30	13,8	<10	<5	<0,10
10/06/02	8,4	164,5	16,5	17,2	20	9	11	<0,100	<0,01	0,05	0,02	3,47	1,3	2580	360								
10/07/02	8,8	135	17	19,3	20	8,4		<0,100	<0,01	<0,04	0,01	4,15	1,4	2370	380	43	23	<2,00	<0,30	21	<10	7,3	0,1
13/08/02	8,7	141,3	23	20,6	20	5,6	19	0,43	0,06	<0,04	0,02	5,46	0,88	1420	220								
9/09/02	8,3	95,9	17	17,5	20	5,3		2,2	0,11	0,22	0,07	5,59	0,9	1360	200	14	<10,00	<5,00	<0,30	14,5	<10	<4	<0,10
7/10/02	8,4	96,6	11	12,2	20	6,8	4,1	0,84	0,03	0,33	0,07	4,5	0,74	1830	240								
11/11/02	7,6	75,8	12,5	9,6	20	1,6		0,58	<0,01	8,2	0,38	10,78	0,31	240	66	13	5	4,5	<0,30	15,7	<10	8,2	<0,10
9/12/02	7,4	86,6	-1	1,4	20	3,8	1,2	1,5	<0,01	6,1	0,09	8,69	0,59	830	150								
13/01/03	7,9	68,3	7	0,7	20	4,5		1,2	<0,01	4,7	0,07	7,37	0,44	1020	93								
10/02/03	7,8	84,4	4	5,7	20	3,5	0,6	1,7	0,01	6,1	0,07	8,97	0,56	760	140	10	7	3	<0,30	<10	<10	<4	<0,10
11/03/03	8	108,6	10	9	20	6,4		1,3	0,02	1,73	0,07	6,2	0,51	1630	240								
7/04/03	8,5	140,6	7	7,9	30	8,1	11	0,14	<0,01	0,1	0,01	2,61	0,4	2300	320	12	2	3	<0,20	19,5	<10	4,5	<0,10
12/05/03	8,5	133,5	15	15,6	20	8,5		0,34	0,02	0,06	0,02	5,28	1,1	2400	310								
12/06/03	8,5	168	24	20,1	20	6,2	9,8	0,5	0,04	0,34	0,16	5,2	0,98	1600	250	21	2	1,5	<0,20	<10	<10	<4	<0,10
10/07/03	8,6	156,1	22	21,6	20	9,3		0,03	<0,01	<0,05	0,01	5,16	1,3	2800	380								
12/08/03	8,9	196	26	24,9	20	13,2	12	0,24	0,06	<0,05	0,02	4,07	1,2	4200	550	20	1	2	<0,20	<10	<10	6,6	<0,10
12/09/03	8,5	88	16	17,1	20	11,3		0,77	0,06	0,08	0,02	4,3	1,2	3400	450								
15/10/03	8,6	91	7,5	9,3	20	6,7	10	0,6	0,03	0,42	0,12	5,14	1,1	1900	220	18	<1,00	2	<0,20	<10	11	4,5	<0,10
11/11/03	8,2	92	7,5	6,7	20	7,1		0,61	<0,01	0,38	0,05	4,83	1,3	1900	280								
9/12/03	8,3	65	-1	0,4	20	4,1	5,1	1,2	0,02	5	0,11	8,31	0,54	1000	190	8	2	4	<0,20	13,3	<10	<4	<0,10
26/01/04	8	72,6	3,5	3,9	30	3,5		1,9	0,02	8,4	0,1	12,3	0,59	810	140								
25/02/04	8,1	84	5	4	30	5,6	1,8	1,8	0,02	4,2	0,08	7,98	0,83	1500	230	5	2	3	<0,20	12,8	<10	43,5	<0,10
25/03/04	8,4	124	8,5	8,6	20	7		1,1	0,03	3,4	0,12	6,62	0,57	1800	280								
27/04/04	8,8	200	18	16,9	20	7,5	17	0,68	0,08	0,05	0,02	4,57	0,44	2100	280								
26/05/04	8,9	195,8	17,5	15,7	20	8		0,45	0,06	<0,05	0,02	8,17	0,68	2300	280	11	6	2,5	<0,20	11,4	<10	<4	<0,10
23/06/04	8,9	179,5	19	18,6	20	10,5	27	0,26	0,04	0,06	0,01	5,37	1,1	3200	350								
26/07/04	8,6	58	16	19,5	20	12,5		0,64	0,06	<0,05	0,02	5,77	1,5	3700	510								
23/08/04	8,7	200	20	20	20	6,3	22	0,13	0,02	0,76	0,29	5,65	0,6	1700	210	13	<1,00	2,5	<0,20	<10	<10	<4	<0,10
29/09/04	8,4	90,1	16	15	20	6,6		0,56	0,03	0,28	0,09	1,47	0,95	1800	210								
25/10/04	8,2	75	13	12,9	20	7	5,2	1,2	0,03	0,61	0,13	5,44	1,1	2000	270								

Datum	pH	O2	T omg	T	ZICHT	GELDHD	BZV5	NH4+	NH3	NO3-	NO2-	Totaal Stikstof	PO4	Cl-	SO4	As	Cu	Cr	Cd	Zn	Pb	Ni	Hg
22/11/04	8	84	13	6,7	20	3,2		0,98	0,01	8,3	0,09	11,79	0,48	690	140	7	3	3	<0,20	10,4	<10	<4	<0,10
20/12/04	8,1	73	4	2,2	30	3,3	1,2	1	0,01	6,5	0,08	9,68	0,48	710	160								
13/01/05	8,4	78	6	6,5	20	5	<3,0	1,1	0,02	4,9	0,12	7,32	0,63	1300	220	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
1/02/05	8,7	80,2	4,9	5,7	20	4,5		1,17	0,05	4,83	0,08	7,14	0,68	1061	200	<2,00	1,7	4	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
1/03/05	8,3	62	0,2	1,2	30	4,4	<3,0	2	0,03	6,6	0,07	9,97	0,86	1100	180	<2,00	<1,00	3,3	<0,20	22	<5	<5	<0,05
6/04/05	8,6	67	9,4	12	20	7,8		0,62	0,02	1,4	0,08	5,18	0,8	2100	320	<2,00	<1,00	1,5	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
3/05/05	8,5	130	13,5	16,7	10	4,8	13	0,87	0,02	0,28	0,07	4,15	0,92	1200	180	<2,00	1,4	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
7/06/05	8,5	78	14,3	15,6	20	5,4		0,19	<0,01	1,9	0,13	5,53	0,73	1500	220	5	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
5/07/05	8	54	20,1	18	10	2,3	6,5	0,38	<0,01	8,2	0,12	11,22	0,76	460	90	10	2,9	4,1	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
2/08/05	8,9	>200,0	24,7	19,7	20	5,9		0,1	<0,01	<0,04	0,04	4,38	0,7	1800	210	<2,00	4,5	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
6/09/05	8,5	20	20,6	20,6	20	5,6	15	<0,100	<0,01	1,1	0,16	3,96	0,5	1600	210	10	1,5	<1,00	<0,20	19	<5	<5	<0,05
4/10/05	8,1	95	14	13,8	20	4,3		0,92	0,01	2,1	0,16	5,26	1	1000	140	12	1,3	1,4	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
1/11/05	8	63	14,1	13,6	20	6,2	5,7	1,3	0,01	0,58	0,12	4,2	1	1700	240	11	1,2	3,2	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
6/12/05	7,6	63	8,1	6,7	20	1,8		0,54	<0,01	8,8	0,09	10,49	0,51	340	82	13	2,7	1,9	<0,20	12	<5	<5	<0,05
16/01/06	8,1	54	4,3	1,9	30	5,5		2,7	0,03	4	0,08	7,28	0,99	1400	200	7,2	1,3	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
7/02/06	8	54	6	4,7	20	5,4	<3,0	1,8	0,02	3	0,07	5,97	0,94	1500	240	<2,00	1,5	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
6/03/06	8	62	6,4	4	40	4		1,6	0,01	5,3	0,06	7,76	0,66	990	160	<2,00	2,6	2,9	<0,20	16	<5	<5	<0,05
5/04/06	8,3	73	8	9,3	20	6,3	8,4	0,36	<0,01	1,6	0,07	4,47	0,38	1800	270	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
9/05/06	8,6	130	14	12,6	20	7,4		0,33	0,01	0,1	0,06	3,56	1,5	2200	280	14	1,4	1,8	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
7/06/06	8,8	>200,0	17	18,1	20	4,6	15	<0,100	<0,01	2,1	0,15	7,65	0,05	1300	180	6,3	1,7	1,5	<0,20	15	<5	<5	<0,05
6/07/06	8,8	>200,0	23	25,1	20	9,3	20	<0,100	<0,01	<0,04	0,03	5,07	1,8	3100	400	15	<1,00	<1,00	<0,20	16	<5	<5	<0,05
4/08/06	8,3	52	17,7	18,2	10	3,6	18	0,23	<0,01	0,55	0,07	2,32	0,75	910	110	28	<1,00	2,4	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
7/09/06	8,1	94	21,8	19,1	20	5,6		0,55	<0,01	2	0,2	6,8	0,54	1700	240	6,2	1,2	1,3	<0,20	12	<5	<5	<0,05
9/10/06	8,1	60	15,6	14,1	10	8,2	6,5	1,5	0,02	0,38	0,1	4,28	1,4	2400	300	<2,00	<1,00	2,1	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
6/11/06	8,1	67	13	10,8	20	5,1		0,98	0,01	1	0,1	4,2	1,1	1300	170	8,5	<1,00	3,4	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
5/12/06	7,9	60	13,8	10,4	20	2,9	<3,0	0,95	<0,01	6,3	0,13	8,53	0,49	590	100	5	1,1	4	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
12/01/07	8,3	120	9,5	8,1	10	3		0,92	0,02	7	0,14	9,24	0,52	610	120	8,2	2	2,8	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
6/02/07	8	52	7	5,5	30	5,3	<3,0	3,2	0,02	4,5	0,13	8,73	0,96	1400	170	<2,00	4,8	1,9	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
5/03/07	7,9	71	7	8,4	20	2,9		1	<0,01	6,7	0,09	9,19	0,51	630	120	10	3,1	2,6	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
6/04/07	8,5	180	9	7,1	20	6,3	13	<0,100	<0,01	2,2	0,12	4,92	0,26	1900	190	10	1,5	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
9/05/07	9	>200,0	15	16	10	8,4		<0,100	<0,01	<0,04	0,04	4,48	0,87	2600	400	13	2,3	1	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
8/06/07	8,5	69	21	18,8	10	13	14	0,19	<0,01	<0,04	0,05	4,39	2,3	4300	570	18	2,7	2,2	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
11/07/07	8,3	130	17	18,2	20	4,5		1	0,018	5,3	0,21	10,61	0,42	1200	180	15	1,8	1,2	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
15/08/07	8,5	110	20	20,3	20	5,8	12	<0,100	<0,01	0,56	0,13	4,79	0,5	1700	230	11	1,1	1,2	<0,20	11	<5	<5	0,14
11/09/07	8,3	63	19	16,2	20	6,7		0,19	<0,01	0,15	0,08	3,13	1	1900	290	10	1,1	1,6	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
15/10/07	8,2	69	16	12,7	30	5,2	5,8	0,9	0,012	0,91	0,09	3,4	0,84	1300	180	7,3	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
6/11/07	7,9	54	10	10,6	30	11		3,6	0,024	0,52	0,11	5,63	1,8	3600	460	8,2	<1,00	1,3	<0,20	13	<5	<5	<0,05
5/12/07	8	84	8	9	10	2	<3,0	0,75	<0,01	10	0,12	11,82	0,42	380	87	9,1	<1,00	1,4	<0,20	14	<5	<5	<0,05
14/01/08	8,1	87	5	5,6	20	3,5		1,9	0,021	6,4	0,1	8,9	0,69	850	110	6,6	<1,00	1,5	<0,20	<10	<5	<5	<0,05

Datum	pH	O2	T omg	T	ZICHT	GELDHD	BZV5	NH4+	NH3	NO3-	NO2-	Totaal Stikstof	PO4	Cl-	SO4	As	Cu	Cr	Cd	Zn	Pb	Ni	Hg
13/02/08	8,2	73	3	5,7	40	5,8	<3,0	2	0,024	3,2	0,08	6,28	0,77	1600	220	4,5	<1,00	1,7	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
5/03/08	8,5	89	6	5,8	20	4,7		1,2	0,033	3,5	0,09	5,99	0,71	1200	170	6,4	<1,00	1,4	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
8/04/08	8,2	91	9	8,6	20	4,4	<3,0	3,1	0,044	5,2	0,15	9,75	0,78	1100	120	8,9	<1,00	2	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
13/05/08	8,7	130	23	20,7	40	9		0,28	0,014	0,09	0,04	2,44	1,4	2800	360	9,4	<1,00	3,6	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
4/06/08	8,7	170	20	18,9	10	7,4	12	<0,100	<0,01	0,06	0,05	4,52	1,6	2100	290	12	1,3	4,5	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
11/07/08	8,9	150	18	17,8	10	12		0,18	0,012	<0,04	0,11	11,15	1,5	3700	470	15	<1,00	1,9	<0,20	16	<5	<5	<0,05
22/08/08	8,5	170	20	19	10	10	18	0,21	<0,01	0,2	0,19	6,59	2,5	3300	480	30	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
11/09/08	8,5	130	22	20,4	10	5,6		<0,100	<0,01	0,05	0,08	4,23	0,91	1600	210	14	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
22/10/08	8,4	87	12	11,4	30	6,1	8,6	0,88	0,018	0,7	0,09	3,59	0,97	1700	260	10	3,5	<1,00	<0,20	27	<5	<5	<0,05
13/11/08	8	78	11	13,1	20	2		0,32	<0,01	6,7	0,11	8,71	0,31	460	100	6,3	<1,00	5,1	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
2/12/08	7,9	58	5	5,2	30	3,5	<3,0	1,4	<0,01	5,5	0,09	7,89	0,59	820	150	5,7	<1,00	3,4	<0,20	22	<5	<5	<0,05
27/01/09	8	69	3	3,5	40	2,8		1,4	0,013	7	0,06	9,36	0,56	580	100	6,4	<1,00	1	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
18/02/09	8	86	5	5,7	20	3	<3,0	0,96	<0,01	5,5	0,05	7,45	0,5	650	120	<2,00	<1,00	3,3	0,22	<10	<5	<5	<0,05
9/03/09	8,3	92	5	7,4	20	6,3		1,4	0,024	2,4	0,07	4,97	0,77	1900	280	3,4	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
15/04/09	8,8	>200,0	22	22,6	20	6,4	13	<0,100	<0,01	0,3	0,07	3,97	0,74	2000	240	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
18/05/09	8,2	65	17	15,2	20	5,3		1,3	0,018	2,8	0,16	6,56	0,95	1500	140	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
4/06/09	8,5	88	19	17,7	20	7,9	17	0,53	0,016	0,68	0,16	4,34	1,8	2400	310	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
14/07/09	8,5	130	21	20,2	20	7,7		0,19	<0,01	0,27	0,11	4,18	1,6	2300	260	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	0,19
6/08/09	8,8	>200,0	23	21,8	13	13	9,8	<0,100	<0,01	<0,04	0,03	6,07	1,8	4400	600	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
10/09/09	8,2	43	20	19	15	19		0,87	0,014	<0,04	0,03	3,97	2,9	6600	890	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
13/10/09	8,3	100	16,5	13,2	25	14	9,7	1	0,018	0,19	0,11	3,7	1,9	4700	630	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
9/11/09	8,2	69	9	8,3	35	7		0,81	0,012	0,69	0,07	3,16	1,3	2000	250	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
10/12/09	7,7	74	9,5	8,9	20	1,9	<3,0	0,62	<0,01	8	0,11	9,71	0,43	380	94	<2,00	<1,00	<1,00	<0,20	<10	<5	<5	<0,05
18/01/10	7,7	65	5	3,7	35	3,3		1,2	<0,01	4,4	0,05	6,35	0,74	780	140	5,7	3,5	1,1	<0,20	<10	<5	<4,80	<0,05
23/02/10	7,9	140	3	4,3	30	5,4	<3,0	2,4	0,015	3,2	0,06	6,56	0,9	1500	180	7	<1,00	<1,00	<0,20	10	<5	<4,80	<0,05
6/04/10	8,5	130	18	10,8	33	4,3	8,3	0,13	<0,01	1,2	0,04	3,34	0,41	1100	190	6	<1,00	1,3	<0,20	<10	<5	<4,80	<0,10