



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

BESLUIT-MER/ PLAN-MER NEDERLAND

TECHNISCH DEELRAPPORT BODEM

Opdrachtgever: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Projectdirectie Uitvoering Ontwikkelingsschets Schelde-
estuarium (Proses 2010) en Ministerie van Mobiliteit en Openbare werken, Agentschap Maritieme
dienstverlening en Kust, afdeling Kust

Documentnummer: 5158-503-053-08

Versie: 08

Datum: 15/06/2010

DOCUMENTINFORMATIE

Titel	Internationaal milieueffectrapport over structurele maatregelen voor het duurzaam behoud en de uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied
Subtitel	Technisch Deelrapport Bodem
Titel kort	Internationaal MER Zwin – TD Bodem
Opdrachtgever	Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Projectdirectie Uitvoering Ontwikkelingsschets Schelde-estuarium (Proses 2010) en Ministerie van Mobiliteit en Openbare werken, Agentschap Maritieme dienstverlening en Kust, afdeling Kust
Documentnummer	5158-503-053-08

DOCUMENTGESCHIEDENIS (BOVENSTE RIJ IS HUIDIGE VERSIE)

Versie	Datum	Opmerkingen
08	15/06/2010	Eindversie MER Nederland
07	16/07/2008	Eindversie voor Dienst Mer
06	21/03/2008	Ontwerpversie voor Mer-commissie
05	12/03/2008	Ontwerpversie voor kerngroep
04	16/06/2010	Eerste ontwerpversie voor opdrachtgever

DOCUMENTVERANTWOORDELIJKHEID

Auteur(s)	Ine Darras, Katelijne Verhaegen	Datum 15/06/2010	Handtekening
Document screener(s)	Katelijne Verhaegen	Datum 15/06/2010	Handtekening

BESTANDSINFORMATIE

Bestandsnaam	P:\PROJECTEN\5158 INTERNATIONAAL MER ZWIN\5-OUTPUT\50-WERKDOCUMENTEN\503 DC3 MER\MER NEDERLAND\NEDERLANDSE VERSIE\5158-503-053-08 MER NL ZWIN DEELRAPPORT BODEM.DOC
Aanmaakdatum	20/04/2007
Laatste bewaring	16/06/2010
Afdrukdatum	16/06/2010

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 **Bodem**. 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.

Het **hoofdrapport** bevat de volledige informatie die een MER moet bevatten, zij het voor wat betreft de disciplinespecifieke beschrijvingen in een samengevatte vorm.

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:

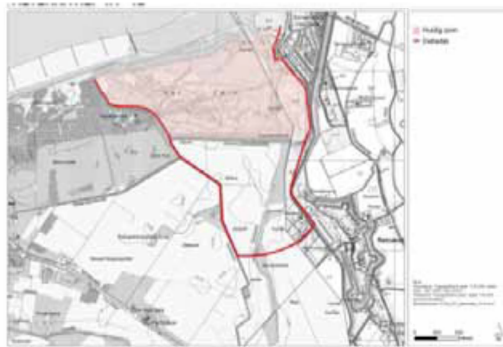
1. Hoofdstuk 1 beschrijft de afbakening van het studiegebied. De afbakening van het project- en studiegebied voor de discipline wordt hierin omschreven. Ook wordt aangegeven wat thematisch wel en wat niet tot de discipline behoort. Tenslotte worden disciplinespecifieke aannames en beperkingen samengevat.
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

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

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.

Overzicht van de bestudeerde alternatieven en -varianten.

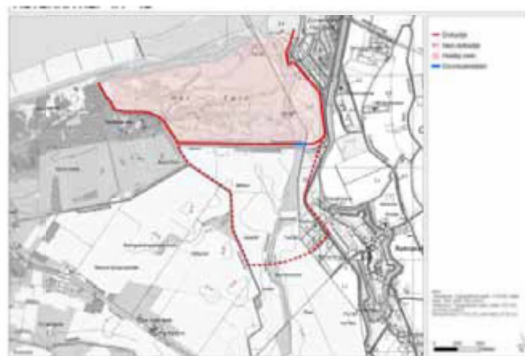
Volledigheidshalve wordt hieronder het overzicht van de verschillende bestudeerde alternatieven en -varianten uit het hoofdrapport overgenomen.



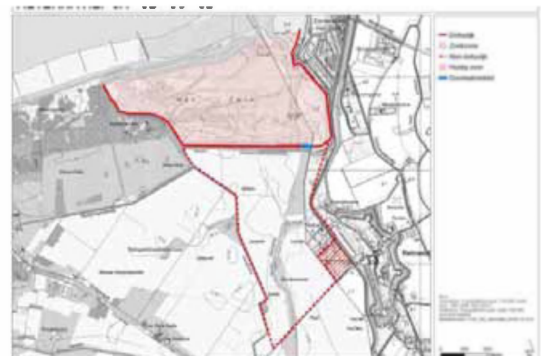
Alternatief 1A = uitbreiding door ca. 120 ha ontpoldering
Alternatief 1B = 1A + spuibekken 20 ha



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	ix
1. Afbakening van het studiegebied	1
1.1 Geografische afbakening: project- en studiegebied	1
1.2 Inhoudelijke afbakening	3
1.3 Aannames en beperkingen	3
2. Beoordelingskader	4
2.1 Bestudeerde oorzaak-effectrelaties	4
2.2 Beoordelingscriteria	6
2.3 Toetsingskader	7
2.4 Effecten die geen deel uitmaken van het beoordelingskader	13
2.5 Randvoorwaarden	14
3. Onderzoeksmethode	16
3.1 Bodemverdichting	16
3.2 Profielverstoring	16
3.3 Wijziging bodemgebruik	17
3.4 Grondverzet	17
3.5 Wijziging bodemkwaliteit	17
4. Beschrijving van de referentiesituatie Bodem	18
4.1 Huidige toestand van de bodem	18
4.1.1 Algemeen	19
4.1.2 Reliëf en hoogteligging	21
4.1.3 Bodemkundige beschrijving	22
4.1.4 Bodemgebruik	29
4.1.5 Geologie	34
4.1.6 Waardevolle bodems en aardkundig waardevolle gebieden	39
4.1.7 Bespreking bodemkwaliteit	45
4.2 Te verwachten ontwikkelingen	51
4.2.1 Autonome ontwikkelingen	51
4.2.2 Beleidsgestuurde ontwikkelingen	53
4.3 Referentiesituatie	53
5. Beschrijving van de effecten	55
5.1 Effecten die geen deel uitmaken van het beoordelingskader	55
5.2 Bodemverdichting	55

5.2.1	Alternatief 1A	57
5.2.2	Alternatief 1B	57
5.2.3	Alternatief 2A	57
5.2.4	Alternatief 2B	57
5.2.5	Alternatief 4A	57
5.2.6	Alternatief 4B	58
5.2.7	Alternatief 5A	58
5.2.8	Alternatief 5B	58
5.2.9	Spuiwerking	58
5.2.10	Zoekzone	58
5.2.11	Westelijke geulverlegging	58
5.2.12	Synthese bodemverdichting	58
5.3	Profielverstoring	59
5.3.1	Synthese criterium profielverstoring	60
5.4	Wijziging bodemgebruik	60
5.4.1	Alternatief 1A	64
5.4.2	Alternatief 1B	64
5.4.3	Alternatief 2A	64
5.4.4	Alternatief 2B	64
5.4.5	Alternatief 4A	64
5.4.6	Alternatief 4B	64
5.4.7	Alternatief 5A	64
5.4.8	Alternatief 5B	64
5.4.9	Spuiwerking	65
5.4.10	Zoekzone	65
5.4.11	Westelijke geulverlegging	65
5.4.12	Synthese criterium wijziging in bodemgebruik	65
5.5	Grondverzet	66
5.5.1	Alternatief 1A	70
5.5.2	Alternatief 1B	70
5.5.3	Alternatief 2A	71
5.5.4	Alternatief 2B	71
5.5.5	Alternatief 4A	71
5.5.6	Alternatief 4B	71
5.5.7	Alternatief 5A	71
5.5.8	Alternatief 5B	71
5.5.9	Spuiwerking	71

5.5.10	Zoekzone.....	71
5.5.11	Westelijke geulverlegging	72
5.5.12	Synthese criterium grondverzet	72
5.6	Wijziging bodemkwaliteit.....	73
5.6.1	Alternatief 1A.....	74
5.6.2	Alternatief 1B.....	74
5.6.3	Alternatief 2A.....	74
5.6.4	Alternatief 2B.....	74
5.6.5	Alternatief 4A.....	74
5.6.6	Alternatief 4B.....	74
5.6.7	Alternatief 5A.....	74
5.6.8	Alternatief 5B.....	75
5.6.9	Spuiwerking.....	75
5.6.10	Zoekzone.....	75
5.6.11	Westelijke geulverlegging	75
5.6.12	Synthese criterium wijziging bodemkwaliteit	75
6.	Evaluatie van de effecten	77
7.	Mitigerende maatregelen.....	79
7.1	Vermijden van negatieve impacts.....	79
7.2	Milderen van negatieve impacts	79
7.3	Beoordeling na mildering	81
8.	Leemten in kennis.....	83
9.	Monitoring en evaluatie	84
Bijlage A	Boor- en sondeergegevens	A-1

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1-1: Studiegebied discipline bodem (Bron: Vlaanderen: Topografische kaart, NGI (via AGIV; Nederland: Topografische kaart, provincie Zeeland).....	2
Figuur 4-1: Huidige verhouding slikken en schorren in het Zwin (Bron: VITO, 2003)	19
Figuur 4-2: Ligging van de voornaamste meertjes, geulen en zandvang in het Zwin (Bron: IMDC, 2006)	21
Figuur 4-3: Hoogteligging Zwin met achterliggende Willem-Leopoldpolder (m TAW)	22
Figuur 4-4: Bodemkaart	27
Figuur 4-5: Bodemgebruik.....	30
Figuur 4-6: Teeltplan Willem-Leopoldpolder 2005 (bron : LER uitbreiding Zwin)	31
Figuur 4-7: Luchtfoto van het studiegebied (huidig bodemgebruik).....	32
Figuur 4-8: Schematische geologische doorsnede van de kustvlakte van Sangatte tot Knokke (naar Tavernier & Ameryckx 1970).....	35
Figuur 4-9: Schematische doorsnede westelijk Zeeuws-Vlaanderen van noord (links) naar zuid (rechts)	36
Figuur 4-10: Geologische kaart (Tertiair in Vlaanderen, Holocene in Nederland)	37
Figuur 4-11: Locatie sonderingen	38
Figuur 4-12: Aardkundig waardevol gebied Zwin op Nederlands grondgebied	40
Figuur 4-13: Aardkundig waardevol gebied op Nederlands grondgebied : Het Zwin	42
Figuur 4-14: Aardkundig waardevol gebied op Nederlands grondgebied : Kreekrestantensysteem Het Zwin.....	43
Figuur 4-15: Ruimtelijke spreiding verontreinigde locaties	46
Figuur 4-16: Detail van de Bodemkwaliteitskaart van de gemeente Sluis.....	49
Figuur 4-17: Bemonsteringsplan milieuhygiënisch bodemonderzoek	50
Figuur 5-1: Overzicht van de af te graven en op te hogen zones in het huidige Zwin en de Willem-Leopoldpolder	69
Figuur 9-1: Situering van de boringen opgenomen in de DOV databank (2007)	A-1
Figuur 9-2: Situering van de boringen en sonderingen uitgevoerd door de Afdeling Geotechniek in het kader van het dijkontwerp en opgenomen in de DOV databank (2009)	A-13

LIJST VAN FOTO'S

Foto 4-1:	Zicht op het Zwin van op de Internationale Dijk	33
Foto 4-2:	Zicht op het Zwin langs Nederlandse zijde ter hoogte van de monding.....	33
Foto 4-3:	Zicht op de Willem-Leopoldpolder vanuit de Dijkgraafstraat met op de achtergrond de Internationale Dijk	33
Foto 4-4:	Zicht op de Willem-Leopoldpolder vanop het fietspad langs de Retranchementstraat	33
Foto 4-5:	Zicht op de Willem-Leopoldpolder (Dievegatkreek op Nederlands grondgebied).....	33
Foto 4-6:	Zicht op een deel van de bewoning in de zoekzone	33

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 2-1:	Algemene oorzaak-effectmatrix.....	5
Tabel 2-2:	Beoordelingskader criteria discipline bodem	6
Tabel 2-3:	Scoretabel criterium bodemverdichting	8
Tabel 2-4:	Scoretabel criterium profielverstoring	9
Tabel 2-5:	Scoretabel criterium wijziging in oppervlakte bodemgebruik.....	9
Tabel 2-6:	Scoretabel criterium wijziging in aard bodemgebruik	10
Tabel 2-7:	Wijziging in aard bodemgebruik	10
Tabel 2-8:	Scoretabel criterium grondverzet.....	12
Tabel 2-9:	Scoretabel criterium wijziging bodemkwaliteit	12
Tabel 4-1:	Overzicht van de uitgevoerde onderhoudswerken (Econnection, 2003).....	20
Tabel 4-2:	Bodemkundige beschrijving op Vlaams grondgebied	28
Tabel 4-3:	Bodemkundige beschrijving op Nederlands grondgebied	28
Tabel 4-4:	Stratigrafie boring B/3-525a ter hoogte van het Natuurpark Zwin (DOV).....	34
Tabel 4-5:	Overzicht monsters per deelgebied	50
Tabel 4-6:	Beoordeling van de referentiesituatie in 2010 en 2030 in vergelijking met de huidige situatie	54
Tabel 5-1:	Oppervlakte verdichtingsgevoelige bodems per alternatief in het Zwin en de uitbreidingsgebieden.....	56
Tabel 5-2:	Oppervlakte verdichtingsgevoelige bodems voor de alternatieven met zoekzone	57

Tabel 5-3: Overzicht beoordeling criterium bodemverdichting	59
Tabel 5-4: Oppervlakte verdichtingsgevoelige bodems voor de alternatieven met zoekzone	59
Tabel 5-5: Huidige en toekomstige bodeminname per alternatief	62
Tabel 5-6: Huidig en toekomstig bodemgebruik per alternatief	63
Tabel 5-7: Beoordeling wijziging in bodemgebruik per alternatief	65
Tabel 5-8: Grondverzet per alternatief (m ³) in het Zwin en uitbreidingsgebieden (IMDC, 2007)	67
Tabel 5-9: Totaal grondverzet per alternatief (m ³) inclusief geulverlegging	68
Tabel 5-10: Theoretische grondbalans per alternatief (m ³) inclusief geulverlegging	68
Tabel 5-11: Overzicht beoordeling criterium grondverzet (grondoverschot)	73
Tabel 5-12: Beoordeling wijziging in bodemkwaliteit (verbetering) per alternatief	76
Tabel 5-13: Beoordeling wijziging in bodemkwaliteit (afname) per alternatief	76
Tabel 6-1: Overzicht van de effecten tijdens de aanlegfase voor de discipline Bodem en ernst van de effecten (exclusief milderende maatregelen)	78
Tabel 6-2: Overzicht van effecten tijdens de werkingsfase voor de discipline Bodem en ernst van de effecten (exclusief milderende maatregelen)	78
Tabel 7-1: Overzicht van effecten tijdens de aanlegfase voor de discipline Bodem en ernst van de effecten (inclusief milderende maatregelen)	82
Tabel 7-2: Overzicht van effecten tijdens de gebruiksfase voor de discipline Bodem en ernst van de effecten (inclusief milderende maatregelen)	82
Tabel 9-1: Grondkarakteristieken per grondlaagpakket	A-26
Tabel 9-2: Peilen bovenkant laag (m NAP) per sondering	A-26
Tabel 9-3: Peilen bovenkant laag (m TAW) per sondering	A-27

0. NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING

Het natuurreservaat Zwin is een gebied waar zeewater onder invloed van het getij door een geul in de duinen het land kan binnendringen. Het huidige Zwin is een restant van een zeearm die oorspronkelijk diep het land indrong en vroeger Damme met de zee verbond. Door verzanding en inpoldering van het gebied beperkt de oppervlakte zich op vandaag tot 183 ha. De hoofdgeul is vertakt in verschillende geulen en kleinere kreken waarlangs tijdens elk getij sedimenten – klei en zand - afgezet of opnieuw afgevoerd worden.

Het Zwin dat door de Internationale Dijk van het binnenland gescheiden is, bestaat uit slikken en schorren. Het areaal schorren is sterk toegenomen in de afgelopen jaren door de toenemende verzanding en aanslibbing van het Zwin. Het Zwin heeft een lange en dynamische ontstaansgeschiedenis achter de rug, niet alleen gestuurd door natuurlijke ontwikkeling, maar zeker ook door menselijke invloeden.

Gemiddeld is de hoogte van de Zwinvlakte iets hoger dan het normaal hoogwaterpeil. De Willem-Leopoldpolder ten zuiden van het Zwin ligt lager dan het Zwin. Het niveauverschil bedraagt ongeveer 1 meter. Van Noord naar Zuid loopt het restant van de oude Zwingeel (Dievegatkreek of Nieuwe Watergang) door de Willem-Leopoldpolder. Bodemkundig behoort het huidige Zwin tot de Duinstreek, de Willem-Leopoldpolder is in de Polderstreek gelegen (Nieuwlandpolders).

Momenteel wordt het Zwin beheerd als natuurreservaat (strand, duinen, slikken en schorren, natuurlijk grasland). De Willem-Leopoldpolder bestaat uit akkerland dat doorsneden wordt door weilanden langs de Nieuwe Watergang/Dievegatkreek. Op Nederlands grondgebied bevindt zich een natuurgebied en een agrarisch gebied met landschappelijke en natuurwetenschappelijke waarde, verder zuidelijk zijn een camping en een vijftal woningen in agrarisch gebied gelegen.

De Vlaamse kuststreek is geologisch gezien zeer jong. Van belang zijn de Kwartaire zandige en kleiige afzettingen, Tertiaire afzettingen komen op meer dan 30 m diepte voor.

Over de bodemkwaliteit zijn weinig gegevens beschikbaar. Gezien het hoofdzakelijk natuurlijk gebruik van de bodem en de afwezigheid van risicovolle huidige en historische activiteiten, wordt verwacht dat de bodemkwaliteit globaal genomen niet problematisch is. Voorafgaand aan de uitvoering van het project, in het kader van het grondverzet is nog een milieuhygiënisch bodemonderzoek gepland dat zal uitgevoerd worden conform de wettelijke normen in Vlaanderen en Nederland.

De uitbreiding van het Zwin via ontpoldering of via gecontroleerd overstromingsgebied (met een doorlaatmiddel in de Internationale Dijk) zal gevolgen hebben voor het bodemgebruik, de bodemkundige kenmerken en de bodemkwaliteit in het studiegebied. Bovendien zal grondverzet en grondoverschot ontstaan.

De meeste effecten op de bodem zijn tijdens de aanlegwerken te verwachten. Tijdens de aanlegfase zijn negatieve effecten te verwachten door verdichting van de bodem en het grootschalig grondverzet en het ontstaan van grondoverschotten, positieve effecten door omschakeling naar een meer natuurlijk bodemgebruik. Gedurende de werkingsfase als overstromingsgebied wordt enkel nog een impact op de bodemkwaliteit verwacht, met name door het wegvallen van bemesting en bestrijdingsmiddelengebruik of de afzetting van verontreinigd sediment in het eventuele spuibecken. Bodemprofielverstoring is gezien het ontbreken van typische bodemprofielen geen belangrijk effect gebleken.

Wanneer de alternatieven gerangschikt worden van meer naar minder negatieve impact op de bodem, wordt volgende volgorde verkregen: 2B>5B>1B,4B>1A>2A>5A>4A.

De projectalternatieven met spuien scoren steeds slechter dan deze zonder. Een even duidelijk onderscheid tussen grootte van de uitbreiding en omvang van de effecten is er niet. Wel kan besloten worden dat een grotere uitbreiding aanleiding geeft tot meer of grotere effecten, maar dan zowel in positieve als negatieve zin. Bij vergelijking tussen de ontpolderingsalternatieven en de alternatieven met gereduceerd getij in het uitbreidingsgebied, blijken laatstgenoemde iets beter te scoren dan eerstgenoemde. Dit heeft met een geringere verdichting en kleinere grondoverschotten te maken.

Het Zwin-project zal aanleiding zal geven tot aanzienlijke effecten op de bodem, vooral tijdens de aanlegfase. Het onderscheid tussen de alternatieven is niet uitgesproken groot.

De westelijke geulverlegging zal geen bijzondere bijkomende negatieve effecten genereren, met uitzondering van het bijkomend grondoverschot van circa 200.000 m³. Het incorporeren van de zoekzone bij de grote uitbreidingen zal niet tot een andere eindbeoordeling leiden.

Voor minstens de verwachte significant negatieve effecten op de bodem (bodemverdichting, grondoverschot en bodemverontreiniging) worden milderende maatregelen voorgesteld. Verdichting van de bodem kan deels vermeden worden door een goede keuze van de werkzones of deels gemilderd worden door preventieve en curatieve maatregelen. Grondoverschotten kunnen via een uitgekiende fasering en organisatie geminimaliseerd worden en in de modellering van het nieuwe intergetijdengebied weggewerkt worden. Afzetting van verontreinigingen in het spuibekken kan vermeden worden door de waterkwaliteit te verbeteren, of door de bouw van het bekken uit te stellen.

Na mildering zal enkel een restverdichting van de landbouwzones langs de dijken en te verbreden waterloop overblijven. De B- en D-alternatieven met spuiwerking scoren dan iets minder dan de overige alternatieven. Alternatieven met of zonder zoekzone scoren niet verschillend. Algemeen scoren na mildering de grotere uitbreidingen (alternatieven 2 en 5) beter dan de overeenkomstige kleine alternatieven (1 en 4). Dit komt omdat de grotere uitbreidingen na mildering ook grotere positieve effecten vertonen (verbetering bodemkwaliteit, toename natuurlijk bodemgebruik).

De rangschikking na mildering is als volgt (van goed naar minder goed): 2A/C, 5A/C > 4A, 1A > 2B/D, 5B/5D > 1B, 4B. Alternatieven 2A/2C en 5A/5C zijn de voorkeuralternatieven voor de discipline bodem. Het bijkomend uitvoeren van de volledige westelijke geulverlegging zal deze rangschikking niet beïnvloeden, aangezien een oplossing gevonden kan worden voor het bijkomend grondoverschot.

1. AFBAKENING VAN HET STUDIEBEREIK

1.1 Geografische afbakening: project- en studiegebied

Het projectgebied voor bodem wordt minimaal gevormd door de gebieden waar ingrepen met bodemverstoring gesitueerd zijn en omvat in eerste instantie het huidige Zwin. In functie van het te bestuderen alternatief of de te bestuderen variant wordt het projectgebied uitgebreid met delen van de Willem-Leopoldpolder (inclusief spuibekken en zoekzone), en de zones waar ingrepen (pompgemaal, kunstwerken, aanleg en verbreding van waterlopen) aan de afwatering van de polderwaterlopen gepland zijn (in het geval spuiwerking voorzien wordt). De werkzones rond het uitbreidingsgebied, de aan te passen waterloop (Reigaertsvliet) en de kunstwerken op de waterloop behoren bij het projectgebied. Het studiegebied wordt gevormd door het projectgebied uitgebreid met het effectgebied.

Wat betreft de rechtstreekse effecten (bodemverstoring door vergraving/ophoging/verontreiniging, verdichting, ...) komt het studiegebied voor bodem overeen met het projectgebied. Buiten het projectgebied zijn bij het in werking zijn van het intergetijdengebied geen rechtstreekse effecten op de bodem te verwachten.

Tijdens de aanleg dient ook rekening gehouden te worden met eventuele onrechtstreekse effecten op de bodem, in het bijzonder waar ten gevolge van grondwaterstandswijzigingen (verdroging of vernatting) het effectgebied groter zal zijn dan de zone waar ingrepen voorzien zijn. Hierdoor is het studiegebied groter dan het strikte projectgebied. Voor de afbakening van het studiegebied wordt ook verwezen naar de discipline Water (grondwater): ten gevolge van tijdelijke bemaling voor de bouw van het pompgemaal of voor de bouw/aanpassing van kunstwerken op de polderwaterlopen kan de bodem (tijdelijk) verdrogen. Vernatting van de bodem buiten het projectgebied kan eventueel optreden in de poldergronden gelegen langs de nieuw te bouwen dijken. Gezien de samenhang tussen bodem en grondwater wordt het studiegebied voor bodem afgestemd met dat voor grondwater, in die zin dat het studiegebied minstens uitgebreid wordt tot de mogelijke invloedssfeer van de genoemde bemaling of vernatting. Rond de kunstwerken en het bemalingsgebouw wordt een straal van 200 m afgebakend. In dezelfde zin wordt het studiegebied voor bodem in de diepte begrensd door de top van het Tertiair (kleilaag Lid van Onderdijke).

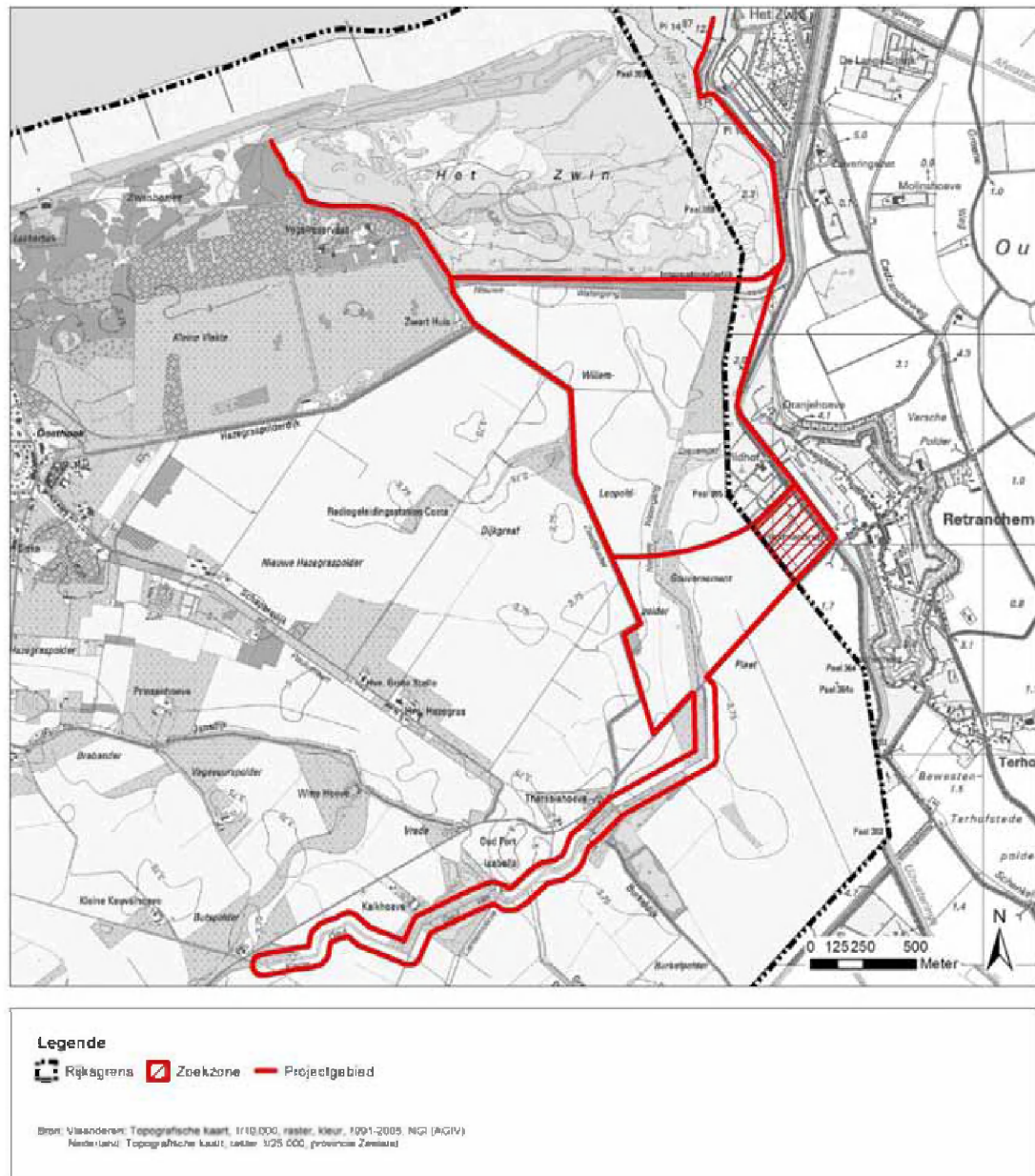
Aangezien het project streeft naar een gesloten grondbalans², wordt in dit MER geen rekening gehouden met externe locaties waar overtollige bouwtechnisch niet geschikte grond, uitgegraven in het Zwin of de Willem-Leopoldpolder geborgen zou worden.

Figuur 1-1 toont het studiegebied voor de discipline Bodem dat globaal afgebakend kan worden als volgt:

- In het noorden: de laagwaterlijn op het strand.
- In het oosten: het kanaal van Cadzand.

² Er zal meer grond uitgegraven worden dan er nodig is in de dijken maar het is wel de bedoeling om de 'overschotgrond' te gebruiken om het uitbreidingsgebied in een eerste aanzet te modelleren (flauwe hellingen creëren langs de zeezijde van de nieuwe dijken, (broedvoge)leilanden met intergetijdengebied, strandhaken, ...). Zoniet zal de Willem-Leopoldpolder die lager ligt dan het huidige Zwin gedurende de eerste jaren een eerder monotone waterpartij zijn. Het 'streven naar' neemt echter niet weg dat er eventueel wel afvoer kan zijn van bijvoorbeeld een partij vervuilde grond of aanvoer van een partij grond met zeer specifieke kenmerken (bijvoorbeeld indien er klei tekort zou zijn voor de opbouw van de dijken).

- In het zuiden wordt als grens voor het studiegebied een lijn op ongeveer 100 m ten zuiden van de Retranchementstraat en een 100 m brede zone langs de te verbreden Reigaartsvliet genomen (in geval van spuiwerking).
- In het westen wordt de grens gevormd door de Internationale Dijk en door een lijn op ongeveer 100 m afstand tot de Nieuwe Hazegraspolderdijk.



Figuur 1-1: Studiegebied discipline bodem (Bron: Vlaanderen: Topografische kaart, NGI (via AGIV; Nederland: Topografische kaart, provincie Zeeland)

1.2 Inhoudelijke afbakening

De uitvoering van het project volgens de verschillende alternatieven kan gevolgen hebben voor het bodemgebruik, de bodemkundige kenmerken, de geologische toestand en de bodemkwaliteit in het studiegebied. De te verwachten effecten van de projectalternatieven worden vergeleken met de referentiesituatie (nulalternatief in 2010). Bijzondere aandacht gaat uit naar de effecten gerelateerd aan het grondverzet (grondbalans) en de wijzigingen in bodemkundige kenmerken.

De discipline bodem bestudeert de verschillende lagen van de aardkorst, waarbij zowel de ondiepe (pedologie) als de dieper gelegen lagen (geologie) onderzocht worden. Het grondwater, dat in nauwe relatie staat met de bodem wordt, zoals door het Richtlijnenboek Bodem (Dienst Mer, 2005) voorgeschreven, bij de discipline Water behandeld (zie Technisch Deelrapport Water). Ook voor de beschrijving van de morfologische effecten ten gevolge van de geplande hydrodynamische wijzigingen in het uitgebreide Zwin wordt naar het Deelrapport Water verwezen. Reden hiervoor is dat beide aspecten in nauwe samenhang bestudeerd en beschreven zijn in het hydrodynamisch en morfologische vooronderzoek dat door IMDC en Alkyon (2007) voorafgaand aan dit MER opgemaakt is, en dat deze bijgevolg ook beter in dezelfde samenhang in dit MER aan bod kunnen komen.

De verstoring van het archeologisch bodemarchief hangt nauw samen met de verstoring van de bodem door vergraving. Dit aspect wordt echter in het deelrapport Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie besproken.

1.3 Aannames en beperkingen

Voor de effectinschatting van areaalafhankelijke criteria is uitgegaan van de basisgegevens beschikbaar per projectalternatief uit het hydrodynamisch en morfologisch onderzoek en voorontwerp opgemaakt door IMDC (2007). Voor de grondbalans is eveneens gebruik gemaakt van de basisgegevens uit het voorbereidend onderzoek van IMDC. Aannames en beperkingen in deze studies geformuleerd, zullen doorwerken in de effectbespreking voor bodem.

Een definitief ontwerp gebaseerd op een concreet opmetingsplan is nog niet beschikbaar, evenmin een grondverzetplan met concrete fasering van de verschillende ontgravingen en berging, maar de gehanteerde ramingen uit het vooronderzoek zijn voor het beoogde doel - namelijk de inschatting van de effecten en de vergelijking van verschillende projectalternatieven en -varianten en het formuleren van milderende maatregelen - ruimschoots voldoende nauwkeurig.

Gedetailleerd bodemonderzoek in het kader van de grondverzetregeling of ten behoeve van de stabiliteit van de dijken zijn ook nog niet uitgevoerd. Evenmin is zicht op de precieze bouwtechnische kwaliteit van de grond nodig voor de bouw van de nieuwe (Delta)dijken rond het uitgebreid Zwin.

2. BEOORDELINGSKADER

2.1 Bestudeerde oorzaak-effectrelaties

In Tabel 2-1 wordt een eerste algemeen overzicht gegeven van de mogelijk te verwachten effecten voor de discipline bodem in functie van de te verwachten ingrepen. Verder in dit rapport zal nagegaan worden welke van deze effecten daadwerkelijk zullen voorkomen en betekenisvol zullen zijn en de impact (ernst) van de significante effecten zal beschreven worden.

Ten aanzien van het aspect bodem worden globaal genomen twee belangrijke impacten verwacht: enerzijds de grootschalige bodemverstoring door vergravingen tijdens de aanlegfase, niet alleen in het huidige Zwin maar ook in het uitbreidingsgebied van de Willem-Leopoldpolder en anderzijds nieuwe bodemvorming (ontstaan van slikken en schorren) ten gevolge van het gewijzigd bodemgebruik na de aanlegfase. Bij de inrichting van een intergetijdengebied in de Willem-Leopoldpolder wordt immers een nieuwe dijk landinwaarts aangelegd en de huidige Internationale dijk plaatselijk doorbroken of volledig afgegraven, waardoor het achterliggende gebied weer onderhevig wordt aan de getijdeninvloed. Binnendijkse polderbodems zullen vervangen worden door buitendijkse bodems, waar op termijn door sedimentatie en erosie typische slik- en schorbodems zullen ontstaan. De ingrepen voorzien in de Willem-Leopoldpolder zullen aanleiding geven tot permanente wijzigingen in bodemgebruik (poldergebied wordt intergetijdengebied).

De realisatie van het Zwin-project omvat een veelheid aan ingrepen die voornamelijk in de aanlegfase aanleiding zullen geven tot bodemverstoring. De geplande afgravingen in het Zwin en de Willem-Leopoldpolder, de aanleg van de nieuwe dijken en de afbraak van de Internationale Dijk, de werken aan de waterlopen, de bouw van het pompemaal, het verwijderen van opgaande vegetatie, de afbraak van de camping en eventuele woningen zullen allen in min of meerdere mate aanleiding geven tot bodemverstoring. Vergravingen, uitgravingen en ophogingen zullen in de eerste plaats aanleiding geven tot profielverstoring met aantasting van de oorspronkelijke gelaagdheid van de bodem, bodemverlies en/of bedekking van de oorspronkelijke bodem. Daarnaast zal structuurverlies (bodemverdichting) optreden op plaatsen waar de bodem intens bereden wordt (stockageplaats, werfzones en werfwegen).

Bodemverontreiniging is te verwachten ten gevolge van accidentele gebeurtenissen tijdens de aanlegwerken (lekken, morsen van olie en brandstof, verplaatsen van verontreinigde bodem) of eventueel onrechtstreeks ten gevolge van het verplaatsen van bestaande (grondwater)verontreinigingen tijdens de bemaling.

Door bemaling kan er plaatselijk en tijdelijk verdroging van de bodem optreden (afname bodemvochtgehalte) of zetting van de bodem, waar veen of klei voorkomt. Verdroging van de bodem is ook te verwachten waar vergravingen plaatsvinden (bij verwijderen van de vegetatie) of waar verhardingen infiltratie van hemelwater belemmeren.

Tabel 2-1: Algemene oorzaak-effectmatrix

Ingrep (inclusief transport)	Deelgreep of afgeleide werking	Impact op bodem
Aanlegfase		
Ontruiming en afbraak van de camping in de Willem-Leopoldpolder	Verwijderen verharding en vegetatie, vergraving en afvoer materiaal	Bodemverdichting en –verstoring Wijziging bodemgebruik Accidentele bodemverontreiniging
Eventuele afbraak woningen in zoekzone	Verwijderen verharding, vergraving en afvoer materiaal	Bodemverdichting en –verstoring Wijziging bodemgebruik Accidentele bodemverontreiniging
Verwijdering van opgaande vegetatie in de Willem-Leopoldpolder	Vergraving en afvoer vegetatie	Bodemverdichting en verstoring Accidentele bodemverontreiniging
Bouw van de nieuwe waterkerende dijken (inclusief wegenis, grachten) en eventuele spuikomdijken	Aanvoer van grond, aanleg dijk, vergraving	Bodemverdichting en –verstoring Wijziging bodemgebruik Ontstaan van grondtekort Accidentele bodemverontreiniging
Inrichting Willem-Leopoldpolder (uitgraven hoofdgeul, zijgeulen, ophogingen (eilandjes, flauwe taluds), dempen waterlopen	Stopzetting landbouwkundig gebruik, uitgraving en hergebruik grond	Bodemverdichting en –verstoring Wijziging bodemgebruik Ontstaan van grondoverschot Accidentele bodemverontreiniging/invloed op bodemkwaliteit
Weggraven Internationale Dijk of bouw van het doorlaatmiddel	Afgraving dijk en afvoer/herbruik van grond	Bodemverdichting en –verstoring Wijziging bodemgebruik Ontstaan van grondoverschot Accidentele bodemverontreiniging
Afgravingen van het schor en de uitgraving van de geulen in het Zwin inclusief afgraven duin en plaatselijk verleggen geul	Afgraving schor en duin, uitgraving geulen en afvoer/herbruik grond	Bodemverstoring Wijziging bodemgebruik Ontstaan van grondoverschot Accidentele bodemverontreiniging
Aanpassingen aan het waterlopenstelsel (verbreding, nieuwe verbinding, aanpassen kunstwerken) ten behoeve van de toevoer van polderwater naar het Zwin	Vergraving, uitgraving, aanvoer materiaal en afvoer grond	Bodemverdichting en –verstoring Wijziging bodemgebruik Wijziging bodemvochtregime Ontstaan van grondoverschot Accidentele bodemverontreiniging
Bouw installaties voor het spuien met polderwater (bemalingsgebouw met twee pompinstallaties)	Vergraving, uitgraving, verharding	Bodemverdichting en –verstoring Wijziging bodemgebruik Wijziging bodemvochtregime Ontstaan van grondoverschot Accidentele bodemverontreiniging
Gebruiksfase		
Dagelijkse getijwerking in het uitgebreide Zwin	In- en uitstroom door zeewater, beladen met sediment	Sedimentatie en erosie (ontstaan van slikken en schorren) Wijziging bodemvochtregime Verziltiging van de bodem in het omliggende landbouwgebied
Spuierwerking	Toevoer van polderwater in het Zwin	Sedimentatie in het bekken (impact op bodemkwaliteit)
Periodiek onderhoud dijken, grachten en pompinstallaties	Beperkte vergraving	Bodemverdichting en –verstoring Accidentele bodemverontreiniging

Op plaatsen waar bodemverontreiniging voorkomt, kan grondverzet aanleiding geven tot sanering van de verontreiniging. Gezien het huidige beleidsmatig en regelgevend kader inzake grondverzet en bodemsanering, kan verspreiding van verontreiniging ten gevolge van het grondverzet als een niet te verwachten effect beschouwd worden.

Naast bodemverstoring tijdens de aanlegfase is het grondverzet een belangrijk aspect bij de realisatie van het project voor het Zwin. Zowat elk projectonderdeel zal aanleiding geven tot grondverzet met vrijkomende gronden die ofwel tijdelijk gestapeld zullen worden in afwachting van hergebruik in het project ofwel rechtstreeks herbruikt kunnen worden binnen het project (opbouw nieuwe dijken, inrichting uitbreidingsgebied). Er wordt gestreefd naar een globale gesloten grondbalans.

Eenmaal de aanlegfase voorbij is, worden nog weinig bodemversturende effecten op de bodem verwacht. Enkel ten gevolge van periodieke onderhoudswerkzaamheden kan nog een beperkte mate van bodemverstoring optreden. Tijdens de fase van gebruik (werking als intergetijdengebied) dient vooral rekening gehouden te worden met sedimentatie- en erosiefenomenen die aanleiding zullen geven tot de ontwikkeling van een nieuwe bodem. Door het stopzetten van het (intensief) landbouwgebruik in de Willem-Leopoldpolder zal aanrijking en verontreiniging van de bodem door bemesting en bestrijdingsmiddelen wegvallen. Wanneer een spuibecken voorzien is, kan ten gevolge van bezinking van sedimenten een sliblaag in het spuibecken afgezet worden. Aangezien de kwaliteit van het polderwater momenteel nog niet goed is, zal ook deze sliblaag verontreinigd zijn.

2.2 Beoordelingscriteria

Rekening houdend met de aard van het project en de kenmerken van de bodem in het studiegebied zijn verdichting, bodemprofielwijziging, wijziging van het bodemgebruik, het grondverzet en het ontstaan van grondoverschotten en wijziging in bodemkwaliteit de effectgroepen die van belang zullen zijn voor het voorliggend project en die onderscheidend zullen zijn tussen de verschillende projectalternatieven.

In Tabel 2-2 wordt een overzicht gegeven van de meest relevante te verwachten effecten op de bodem en de bijhorende gehanteerde criteria en eenheden om die effecten uit te drukken en te vergelijken. Voor elk criterium wordt kort beschreven voor welk effect het een maat is en hoe het gemeten/bepaald zal worden.

Tabel 2-2: Beoordelingskader criteria discipline bodem

Effect	Criterium	Eenheid
Bodemverdichting	Oppervlakte waar niet-gewenste verdichting te verwachten is	ha
Profielverstoring	Oppervlakte waar niet-gewenste verstoring van het profiel te verwachten is	ha
Wijziging in bodemgebruik	Oppervlakte bodem die aan een ander bodemgebruik onderhevig wordt	ha
Grondverzet en ontstaan van grondoverschotten	Totaal grondverzet en mate waarin de grondbalans sluitend is (grondoverschot of -tekort)	m ³
	Milieuhygiënische kwaliteit van de grond	beschrijvend
Wijziging bodemkwaliteit	Ontstaan van een verontreinigde afzetting (waterbodem)	beschrijvend
	Oppervlakte waar een verbetering van de bodemkwaliteit te verwachten is	ha

Verskillende ingrepen van het project zullen **bodemverdichting** tot gevolg hebben. Het beoordelingscriterium voor de effectgroep verdichting is de oppervlakte bodem (uitgedrukt in ha) die aan verdichting onderhevig zal zijn ten gevolge van de uitvoering van het project. De aard van de bodem (textuur, drainagetoestand of vochtgehalte) en het toekomstig gebruik van de bodem (vegetatiedragend of verhard) zijn bepalend voor de verdichtingsgevoeligheid van de bodem. De verdichtingsgevoeligheid kan afgeleid worden uit de bodemkaart of beschikbare boringen of sonderingen. Overlay van de projectgegevens (ruimtebeslag) met de bodemkaart en de bodemgebruikskaart levert het areaal verdichtingsgevoelig gebied.

Voor de effectgroep **bodemverstoring** vormen de aard van de ingenomen bodem (profielontwikkeling) en het areaal verstoorde bodem uitgedrukt in ha het beoordelingscriterium. Inschatting van het criterium zal gebeuren op basis van projectgegevens en overlay met de bodemkaart en bodemgebruikskaart.

Voor de wijziging in **bodemgebruik** wordt aan de hand van de projectgegevens het ruimtebeslag van het project gekwantificeerd (ha). Het ruimtebeslag omvat de oppervlakte ingenomen door de dijken, werfzones, installaties en de oppervlakte waar nieuw intergetijdengebied zal ontstaan. De begroting van de wijziging van het bodemgebruik gebeurt door middel van een overlay van het projectgebied met de bodemgebruikskaart.

Voor de effectgroep **grondverzet** is enerzijds het totale volume te verwachten grondverzet en meer in het bijzonder de hoeveelheid vrijkomende grond per projectalternatief een indicatie van de ernst van het effect (mate van in-situ bodemverstoring) en is anderzijds het al dan niet sluitend zijn van de grondbalans (mate van ex-situ bodemverstoring) met opgave van het relatieve grondoverschot of -tekort, uitgedrukt in m³ een beoordelingscriterium. Inschatting van dit criterium zal gebeuren op basis van beschikbare projectgegevens uit het voorontwerp (IMDC, 2007). Er wordt rekening gehouden met de te verwachten kwaliteit van de uitgegraven bodem.

Inzake wijziging in **bodemkwaliteit** worden twee deelcriteria beschouwd: enerzijds het ontstaan van een verontreinigde waterbodem waarbij een link gelegd wordt met de Triade-kwaliteit, anderzijds de oppervlakte waarover een verbetering van de bodemkwaliteit te verwachten is ten gevolge van het beëindigen van de landbouwactiviteiten.

2.3 Toetsingskader

Per effectgroep en bijhorende criteria wordt de schaal aangegeven waarin het criterium wordt uitgedrukt en wordt de betekenis van de gehanteerde schaal (klassegrenzen) toegelicht. Er wordt uitgegaan van een zevendelige schaal (positieve, neutrale en negatieve effecten). Aan elke klasse wordt een score (+++/+++/0/-/-/-/-/-) toegekend. De betekenis per score wordt hierna per criterium toegelicht.

Als beoordelingscriterium voor de mate van **bodemverdichting** wordt in de eerste plaats gekeken naar de aard van de ingenomen bodems. Het kan hierbij gaan om inname van reeds verdichte of niet verdichte bodems. Bodemverdichting van niet verstoorde bodems wordt steeds negatief beoordeeld, afhankelijk van de aard van de bodem (textuur) en de vegetatiedragende functie na de werken zal een ingreep neutraal, gering negatief, matig of sterk negatief beoordeeld worden. Naast de aard van de ingenomen bodems wordt ook de oppervlakte van de verstoorde bodem (in ha) gehanteerd om de projectalternatieven verder onderling en ten opzichte van het nulalternatief te vergelijken. Hierbij geldt dat een projectalternatief of variant slechter scoort naarmate de oppervlakte verdichte bodem groter wordt. In Tabel 2-3 wordt het gehanteerde significantiekader weergegeven voor het criterium 'bodemverdichting'.

Tabel 2-3: Scoretabel criterium bodemverdichting

	Oppervlakte		
Aard vegetatiedragende bodem	< 0,1 ha	0,1 ha < 5 ha	> 5 ha
Zand	0	0	0
Leem	-	--	--
Klei, veenlaagjes	--	--	---
Veen > 1 m	---	---	---

Score	Betekenis
0	neutraal of verwaarloosbaar effect, geen mildering vereist
-	gering negatief effect, mildering is wenselijk doch niet noodzakelijk
--	matig negatief effect, mildering is noodzakelijk
---	sterk negatief effect, mildering is noodzakelijk, een alternatieve oplossing is wenselijk

Als beoordelingscriterium voor de mate van **bodemprofielverstoring** wordt in de eerste plaats gekeken naar de aard van de ingenomen bodems. Het kan hierbij gaan om inname van reeds verstoorde, niet verstoorde of beschermde bodems³. Bodemverstoring wordt steeds negatief beoordeeld, afhankelijk van de verstorings- of beschermingstoestand van de bestaande bodem zal een ingreep neutraal, gering negatief, matig of sterk negatief beoordeeld worden. In Tabel 2-3 wordt het significantiekader weergegeven voor het criterium 'bodemprofielverstoring'.

Profielverstoring van beschermde bodems of als waardevol aangeduide bodems wordt als sterk negatief beoordeeld. Verstoring van goed ontwikkelde bodemprofielen in zones waar na de werken opnieuw vegetatie voorzien wordt (agrarisch gebruik of natuur) wordt als matig negatief beoordeeld. Indien geen natuurlijk bodemgebruik voorzien wordt na de werken, wordt dit als gering negatief beoordeeld. Bij afwezigheid van een goed ontwikkeld bodemprofiel (recent gevormde bodems) of bij (recent) vergraven bodems worden ingrepen neutraal beoordeeld.

³ Voor een definitie van beschermde en waardevolle bodems wordt verwezen naar de verklarende woordenlijst.

Tabel 2-4: Scoretabel criterium profielverstoring

Bodemprofielverstoring	Score	Betekenis
Verstoring bodems zonder goed ontwikkeld bodemprofiel of recent vergraven bodems	0	Neutraal of verwaarloosbaar effect, geen mildering vereist
Verstoring goed ontwikkelde bodemprofielen in zones die na de werken niet in landbouw- of natuurgebruik zijn	-	Gering negatief effect, mildering is wenselijk doch niet noodzakelijk
Verstoring goed ontwikkelde bodemprofielen in zones die na de werken in landbouw of natuurgebruik zijn	--	Matig negatief effect, mildering is noodzakelijk
Verstoring beschermde of waardevolle bodems	---	Sterk negatief effect, mildering is noodzakelijk, een alternatieve oplossing is wenselijk

Bij **wijziging in bodemgebruik** wordt enerzijds naar de mate (oppervlakte) van wijziging als naar de aard van de wijziging gekeken. Wijzigingen van bodemgebruik die in oppervlakte kleiner zijn dan 1 ha worden als klein beschouwd, kleiner dan 150 ha als matig en meer dan 150 ha als aanzienlijke wijzigingen. In Tabel 2-5 en Tabel 2-6 wordt de beoordeling/significantie toegelicht. Een verandering van het bodemgebruik van minder naar meer natuurlijk wordt positief beoordeeld, omgekeerd is de beoordeling negatief.

In Tabel 2-7 wordt dit meer in detail toegelicht..

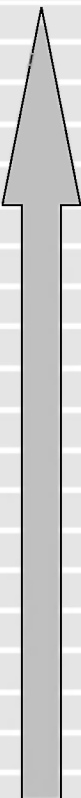
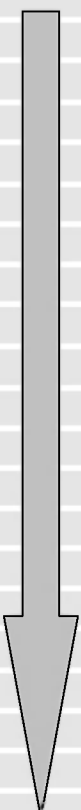
Tabel 2-5: Scoretabel criterium wijziging in oppervlakte bodemgebruik

Wijziging oppervlakte bodemgebruik	Score	Betekenis
Geen wijziging in bodemgebruik	0	Neutraal of verwaarloosbaar effect, geen mildering vereist
Geringe wijziging in bodemgebruik (< 1 ha)	-/+	Gering negatief/positief effect, mildering bij negatieve effecten is wenselijk doch niet noodzakelijk
Matige wijziging in bodemgebruik (> 1 ha en < 150 ha)	- -/++	Matig negatief/positief effect, mildering is noodzakelijk bij negatieve effecten
Aanzienlijke wijziging in bodemgebruik (> 150 ha)	-- -/+++	Sterk negatief/positief effect, mildering is noodzakelijk bij negatieve effecten, een alternatieve oplossing is wenselijk

Tabel 2-6: Scoretabel criterium wijziging in aard bodemgebruik

Wijziging bodemgebruik	Score	Betekenis
Naar natuur	+++	Sterk positief effect
Naar landbouwgebruik	++	Matig positief effect
Naar recreatiegebruik	+	Gering positief effect
Geen wijziging	0	Neutraal of verwaarloosbaar effect, geen mildering vereist
Naar semi bebouwd gebruik	-	Gering negatief effect, mildering is wenselijk doch niet noodzakelijk
Naar bebouwd gebruik	--	Matig negatief effect, mildering is noodzakelijk
Naar infrastructuurgebruik	---	Sterk negatief effect, mildering is noodzakelijk, een alternatieve oplossing is wenselijk

Tabel 2-7: Wijziging in aard bodemgebruik

Bodemgebruik		Wijziging in bodemgebruik	
Type	Aard	negatief	positief
Infrastructuur	Weg		
	Spoorweg		
	Vliegveld		
Bebouwd	Woongebied		
	Detailhandel en horeca		
	Openbare voorziening		
	Sociaal-culturele voorziening		
	Bedrijfsterrein		
Semi-bebouwd	Stortplaats		
	Wrakkenopslagplaats		
	Begraafplaats		
	Delfstofwinplaats		
	Bouwterrein		
Recreatie	Semi verhard overig terrein		
	Park en plantsoen		
	Sportterrein		
	Volkstuin		
	Dagrecreatief terrein		
Landbouw	Verblijfsrecreatie		
	Glastuinbouw		
Natuur	Overig agrarisch gebruik		
	Bos		
	Droog natuurlijk terrein		
	Nat natuurlijk terrein		

De voorziene af- en uitgravingswerken en de dijkwerken gaan gepaard met grondverzet (grondafvoer en/of –aanvoer). Vanuit een bodembeschermingsvisie dient **grondverzet** vermeden te worden. Het belang van de bodem voor de mensheid kan niet voldoende worden benadrukt en wordt internationaal en in toenemende mate erkend. Vanuit het beleid is men er van overtuigd dat de bodem benaderd moet worden als een onvervangbare natuurlijke hulpbron, die moet worden beschermd. Dit laatste niet in het minst omdat bodemvorming een uiterst traag proces is. Er dient naar duurzaam landgebruik gestreefd te worden waarbij het behoud van de (vele) functies die de bodem vervult, prioritair is.

Activiteiten die de bodem aantasten en waardoor de kwaliteit van de bodem verloren gaat, dienen zo veel mogelijk vermeden te worden. Elke vorm van grootschalig grondverzet ($> 50.000 \text{ m}^3$) wordt in principe negatief beoordeeld, zelfs al is de grondbalans binnen het project gesloten. In dit project zal elk alternatief, ook het nulalternatief, in een grootschalig grondverzet resulteren. De verdere beoordeling zal relatief ten opzichte van het nulalternatief gebeuren. Hierbij wordt gekeken naar de toename in grondoverschot ten opzichte van het nulalternatief. In Tabel 2-8 wordt het gehanteerde significantiekader weergegeven voor het criterium 'grondverzet'.

Op basis van de globale projectgegevens (voorontwerp en raming) werd de grondbalans gekwantificeerd (IMDC, 2007). Onderscheid tussen proper of verontreinigd grondverzet werd hierbij niet gemaakt, omdat aangenomen wordt dat de bodemkwaliteit weinig tot geen problemen zal stellen. Op basis van de OVAM-databank en de Nederlandse bodemkwaliteitskaart die informatie bevatten over het voorkomen van verontreinigde sites en de algemene kwaliteit van de bodem of op basis van andere beschikbare kwaliteitsgegevens (bv. preliminair milieuhygiënisch bodemonderzoek (ABO, 2004)) kon immers afgeleid worden dat herbruik van de afgegraven bodem als bodem of bouwstof globaal genomen op milieuhygiënisch vlak weinig problemen zal opleveren.

De beoordeling van het criterium grondverzet is gebaseerd op het ontstaan van grondoverschotten. Immers, grondoverschotten kunnen aanleiding geven tot secundaire effecten (bodeminnname, transport, ...). Voor de significantie wordt vergeleken met het nulalternatief en zal de beoordeling negatiever worden naarmate het grondoverschot toeneemt. Overschotten van dezelfde grootte-orde als het overschot van een groot onderhoud worden neutraal beoordeeld. Bij het nulalternatief is geen uitbreiding van het Zwin voorzien, wel groot onderhoud dat een grondverzet en grondoverschot van ca. 200.000 m^3 vertegenwoordigt (Beheersplan Zwin, Econnection, 2004).

Enkele belangrijke functies van de bodem zijn (bron: handboek erosiebestrijding, 2006):

- Productie van biomassa door landbouw en bosbouw;
- Bescherming van de voedselketen, drinkwaterreserves en leefomgeving door filtering, buffering en omzettingsactiviteiten tussen atmosfeer en grondwater en door de bedekking met planten;
- Biologisch leefgebied en genenbank. Het volume en de diversiteit van de ondergrondse biomassa zijn veel groter dan de bovengrondse;
- Ruimtelijke basis voor technische, industriële en socio-economische structuren en hun ontwikkeling (voor woningbouw, transport, recreatie, enz.);
- Bron van ruwe materialen als klei, zand en grind en ook als voorraad voor water en energie;
- Drager van geologisch en cultureel erfgoed. Het landschap bevat een schat aan archeologische en paleontologische gegevens, van belang voor het begrip van het verleden van de aarde en de mensheid.

Tabel 2-8: Scoretabel criterium grondverzet

Grootschalig grondverzet	Score	Betekenis
Grondoverschot vergelijkbaar met nulalternatief, tot maximaal verdubbeling	0	Neutraal of verwaarloosbaar effect, geen mildering vereist
Grondoverschot meer dan verdubbeling grondoverschot nulalternatief	-	Gering negatief effect, mildering is wenselijk doch niet noodzakelijk
Grondoverschot meer dan drievoud grondoverschot nulalternatief	- -	Matig negatief effect, mildering is noodzakelijk
Grondoverschot meer dan viervoud grondoverschot nulalternatief	- - -	Sterk negatief effect, mildering is noodzakelijk, een alternatieve oplossing is wenselijk

Het beoordelingscriterium **wijziging in bodemkwaliteit** bestaat uit een positieve component die het verbeteren van de bodemkwaliteit voorstelt en een negatieve component die de achteruitgang van de kwaliteit van de bodem voorstaat. Een toename in bodemkwaliteit kan door sanering van verontreinigde locaties of het wegvallen van diffuse bronnen van bodemverontreiniging (bv. ten gevolge van landbouwexploitatie). Voor laatstgenoemde geval wordt de grootte van het gebied in rekening gebracht. Een afname van de bodemkwaliteit binnen dit project is enkel te verwachten wanneer een spuibecken voorzien wordt. Dan kan, aangezien het polderwater nog verontreinigd is, bezinking van vervuild slib verwacht worden. Dit negatief effect wordt verder gelinkt met de typische Triade klassegrenzen. Groen betekent een licht afwijkende waarde ten opzichte van een referentiesituatie, een licht acute impact op de aquatische biota of een matige biologische kwaliteit, oranje respectievelijk afwijkend, acute en slechte kwaliteit en rood sterk afwijkend, ernstig acute impact en een zeer slechte biologische kwaliteit.

Tabel 2-9: Scoretabel criterium wijziging bodemkwaliteit

Wijziging bodemkwaliteit	Score	Betekenis
Sanering verontreinigde bodem (puntbron)	+++	Sterk positief effect
Wegvallen diffuse verontreiniging door de landbouw over een oppervlakte > 150 ha	++	Matig positief effect
Wegvallen diffuse verontreiniging door de landbouw over een oppervlakte < 150 ha	+	Gering positief effect
Geen wijziging bodemkwaliteit	0	Neutraal of verwaarloosbaar effect, geen mildering vereist
Daling (water)bodemkwaliteit tot Triade-groen kwaliteit	-	Gering negatief effect, mildering is wenselijk doch niet noodzakelijk
Daling (water)bodemkwaliteit tot Triade-geel kwaliteit	- -	Matig negatief effect, mildering is noodzakelijk
Daling (water)bodemkwaliteit tot Triade-rode kwaliteit	- - -	Sterk negatief effect, mildering is noodzakelijk, een alternatieve oplossing is wenselijk

2.4 Effecten die geen deel uitmaken van het beoordelingskader

Een aantal van de in Tabel 2-1 opgelijste effecten zijn weliswaar reëel, maar zijn a priori niet voldoende significant of onderscheidend genoeg om mee opgenomen te worden in het beoordelingskader voor de discipline bodem. Het gaat bijvoorbeeld om accidentele bodemverontreiniging tijdens de aanlegfase en de wijziging in bodemvochtregime tijdens de aanleg- en werkingsfase. Daarnaast dient ook rekening gehouden te worden met sedimentatie en erosie (nieuwe bodemvorming, vorming van slikken en schorren) en verzilting van de bodem tijdens de werkingsfase.

Accidentele **bodemvervuiling** kan ontstaan tijdens de aanlegwerken (b.v. morsen of lekken bij tanken van brandstof, lekken van olie van voertuigen, uitloging van gestockeerde bouwmaterialen, verplaatsing van verontreinigde bodems ...) of tijdens de exploitatie (werking als intergetijdengebied) als gevolg van lekken van of ongevallen met onderhoudsmaterieel (kranen, vrachtwagens) of via ongevallen op zee. In voorkomend geval wordt verontreiniging van de bodem gering negatief beoordeeld zonder onderscheid tussen de projectalternatieven enerzijds omdat het bestaand wetgevend kader (Vlarebo met bodemsaneringsplicht en grondverzetregeling in Vlaanderen, Besluit Bodemkwaliteit en Wet Bodembescherming – via het zorgplichtartikel - in Nederland) eventuele verontreiniging op korte termijn zal dienen op te heffen of zal vermijden, anderzijds omdat de kans op verontreiniging door grondverzet op basis van de huidige bodemkwaliteitstoestand of de kans op bodemverontreiniging na de aanlegwerken bijzonder klein is (geen risicovolle activiteiten inzake bodemverontreiniging).

Het wegvallen van bemesting en het stopzetten van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de Willem-Leopoldpolder is een positief effect ten aanzien van de bodemkwaliteit. Een verder onderscheid tussen de projectalternatieven wordt niet gemaakt.

De hoeveelheid **bodemvocht**, zijnde het water aanwezig in de poriën van het onverzadigde gedeelte van de bodem kan door de geplande werken beïnvloed worden. Ten gevolge van de aanlegwerken wordt verdroging van de bodem verwacht, enerzijds ter plaatse van de zones waar grondwerken voorzien zijn, anderzijds waar (tijdelijke) bemaling voorzien is.

Bij grondwerken zal de verdroging vooral samenhangen met het verwijderen van de vegetatie, het opzij zetten van de teelaardelaag en het vergraven van de gronden waardoor het bodemvocht sneller zal verdampen. Door afdekking of verharding van de bodem wordt plaatselijke infiltratie onmogelijk en zal het regenwater versneld afgevoerd worden met verdroging van de bodem tot gevolg. Dit laatste aspect wordt gezien de afwezigheid van grootschalige bijkomende verharding niet reëel geacht. Bij bemaling, bijvoorbeeld voor de bouw van het pompgemaal, gaat het om een verlaging van de grondwatertafel waardoor tijdelijk ook minder bodemvocht in de bovenste bodemlagen aanwezig zal zijn. Verdroging van de bodem tijdens de aanlegfase van het Zwin-project is als een tijdelijk en omkeerbaar effect te beschouwen, vandaar dat dit effect niet in het beoordelingskader werd opgenomen.

Naast verdroging kan ook vernatting en **verzilting** van de omliggende polderbodems ten gevolge van de realisatie van het project verwacht worden. De aanleg van een spuibekken en de werking als intergetijdengebied kunnen aanleiding geven tot een verhoogde kweldruk en bijgevolg nattere bodem in de binnendijkse polders. Dit effect wordt eveneens bij de discipline Water behandeld.

De effecten op **morfologie** zoals het ontstaan en de wijziging in arealen slikken en schorren in het huidige Zwin en het uitbreidingsgebied van de Willem-Leopoldpolder maken geen deel uit van het beoordelingskader van de discipline Bodem, maar zullen besproken worden bij de discipline Water en finaal bij de discipline Fauna en Flora. Gezien de samenhang tussen de hydrodynamische wijzigingen en de morfologische effecten en het feit dat beide aspecten

in onderling verband aan bod gekomen zijn in de vooronderzoeken uitgevoerd door IMDC, zullen effecten op de morfologie bij de discipline Water besproken worden en verder vertaald worden naar effecten op de natuurlijkheid bij de discipline Fauna en Flora.

2.5 Randvoorwaarden

Specifieke randvoorwaarden of uitsluitingscriteria, met name impacts die voor de discipline Bodem als niet aanvaardbaar worden beschouwd, zijn verspreiding van eventueel aanwezige bodemverontreiniging door grondverzet. Gezien de van toepassing zijnde Vlaamse en Nederlandse regelgeving over het grondverzet (respectievelijk VLAREBO en het Besluit Bodemkwaliteit), waarbij voorafgaand aan de werken de milieuhygiënische kwaliteit van de uit te graven bodems dient te worden vastgesteld, en daarmee in samenhang een technisch verslag door een (erkende bodemsanerings) deskundige dient te worden opgesteld, met de bedoeling verspreiding van verontreinigde bodems te vermijden, kan ervan uitgegaan worden dat deze impact zich niet zal voordoen.

In Vlaanderen is het in principe de bouwheer die instaat voor de opmaak van het technisch verslag. Hij kan er echter voor opteren om de grond te laten uitgraven en eerst te laten opslaan op een tussentijdse opslagplaats (TOP) of centrum voor grondreiniging (CGR). Vervolgens dient het technisch verslag opgemaakt te worden voor de gestockeerde partij(en). Dit wordt meestal contractueel bepaald tussen de bouwheer (opdrachtgever) en de aannemer die de uitgraving zal uitvoeren (of de TOP/CGR).

Verder is een bodembeheerrapport verplicht voor zowel het hergebruik van uitgegraven bodem binnen de werf als het gebruik op een nieuwe eindbestemming. De aanvraag gebeurt door de aannemer of de exploitant van een tussentijdse opslagplaats of centrum voor grondreiniging.

Dezelfde randvoorwaarde is geldig voor de eventuele externe aanvoer van materiaal voor de opbouw van de nieuwe dijken. Ook hier zal de toepassing van de wettelijk voorziene grondverzetregeling voorkomen dat ongeoorloofde verspreiding van verontreiniging in het project zal optreden.

Wanneer er onvoldoende plaats op de werf zelf is, kan een W-TOP (werfgebonden tussentijdse opslagplaats) opgericht worden, die als een onderdeel van de werf beschouwd zal worden. Naar analogie van het grondverzetplan is dan een inrichtingsplan nodig waarop alle opgeslagen partijen éénduidig worden aangeduid. Belangrijk is dat de W-TOP ontoegankelijk is voor derden, om sluikestorten te voorkomen. Alle partijen dienen gescheiden gestapeld en duidelijk gemarkeerd te worden. Bovendien dient de aannemer de nodige voorzorgsmaatregelen te nemen om onderlinge verontreiniging te voorkomen.

Aandachtspunt bij dit grensoverschrijdend project is het mogelijk grensoverschrijdend gebruik/transport van uitgegraven bodem.

Indien bodem uitgegraven op Nederlands grondgebied in Vlaanderen gebruikt zou worden als bodem of als bouwstof, moet niet alleen voldaan worden aan de bepalingen van het Vlarebo (opmaak van een technisch verslag, aanvragen van een bodembeheerrapport) maar zal parallel hiermee tevens voldaan moeten worden aan de geldende bepalingen inzake invoer van afvalstoffen. Voor het vervoer van uitgegraven bodem vanuit Vlaanderen naar een ander gewest of het buitenland (bv. Nederland) moet een kennisgevingdossier opgestart worden bij de OVAM (conform de Europese Verordening Overbrenging Afvalstoffen (EVOA)). Wanneer uitgegraven bodem over de landsgrenzen gebracht wordt, valt die als afvalstof onder het toepassingsgebied van EVOA.

Voor het omgekeerde geval (gebruik van Vlaamse bodem of bouwstof in het project op Nederlands grondgebied) zijn gelijkaardige procedures van toepassing.

Duurzaam bodembeheer is in Nederland vastgelegd in het nieuw Besluit Bodemkwaliteit dat op 1 januari 2008 in werking is getreden. Het besluit bevat regels voor het toepassen van bouwstoffen, grond en baggerspecie op of in de bodem of in het oppervlaktewater. Het geeft aan hoe milieuhygiënisch moet worden getoetst en wie verantwoordelijk is voor het toezicht op de naleving van het besluit. Ook het toezicht en de handhaving krijgen prioriteit. De hele keten (producenten, tussenhandelaren en leveranciers) is verantwoordelijk voor de kwaliteit van bouwstoffen, grond en baggerspecie en hier wordt ook op gehandhaafd. Bovendien worden eisen gesteld aan de uitvoering van bodemwerkzaamheden, zoals veldwerk en partijkeuringen. Deze mogen alleen worden uitgevoerd door personen en instellingen die hiervoor gecertificeerd en erkend zijn.

3. ONDERZOEKSMETHODE

De beoordeling van de effecten op de discipline bodem sluit aan bij de te verwachten effecten die in voorgaande paragrafen werden beschreven. De beoordeling van de effecten op de bodem gebeurt deels kwantitatief en deels kwalitatief. De kwantitatieve beoordeling is sterk verbonden met de oppervlaktes van de geplande ingrepen. Met behulp van GIS-analyse en overlay-technieken worden de meeste van de kwantificeerbare effecten begroot.

De effectbeschrijving vertrekt vanuit een gedetailleerde beschrijving van de bestaande (bodem)toestand die samengesteld werd op basis van literatuuronderzoek, databankgegevens, (bodem)kaartmateriaal en terreinbezoek.

Wanneer negatieve effecten op de bodem vastgesteld worden, worden milderende maatregelen voorgesteld. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen volgende categorieën:

- Vermijden van negatieve effecten door planning, ontwerp of uitvoeringswijze;
- Reduceren van negatieve effecten: door beschermings- en herstelmaatregelen, door aangepaste uitvoeringswijzen;
- Remediëring van negatieve effecten: door toevoeging van maatregelen.

Compenseren van negatieve effecten op de bodem is – gezien de uiterst trage (eeuwendurende) bodemvormingsprocessen in feite niet mogelijk.

3.1 Bodemverdichting

Op basis van de voorontwerpen van de verschillende alternatieven (IMDC, 2007) werd een inschatting gemaakt van de hoeveelheden grondinname ter hoogte van de uit te voeren dijkwerken en aanpassingswerken aan waterlopen. Deze oppervlaktes werden geïnterpreteerd aan de hand van kennis van de eigenschappen van de beïnvloede bodems. Hieruit volgt de oppervlakte verdichtingsgevoelige bodems die door de uitvoering van het project ingenomen zal worden. Deze informatie is enerzijds te vinden op de bestaande bodemkaart, anderzijds zal bijkomende informatie over de verdichtingsgevoeligheid aangeleverd worden door de uitgevoerde bodemonderzoeken en DOV-gegevens. Deze gegevens worden per alternatief nagegaan, vergeleken en beoordeeld volgens het hoger toegelichte beoordelings- en toetsingskader.

3.2 Profielverstoring

Voor het begroten van de profielverstoring werden de projectgegevens (ruimtebeslag door dijken, arealen afgravingen) op de bodemkaart geprojecteerd en werd vervolgens de oppervlakte verstoorde bodem berekend. Onderscheid werd gemaakt tussen verstoorde en niet verstoorde bodemprofielen, op basis van kaartmateriaal, literatuur en terreinbezoek. Niet verstoorde bodems zijn niet vergraven of niet opgehoogde bodems in landbouw- of natuurlijk gebruik. Verharde, bebouwde, opgehoogde of vergraven bodems zijn verstoorde bodems.

Per alternatief worden deze gegevens afgeleid, vergeleken en beoordeeld volgens het hoger toegelichte beoordelings- en toetsingskader.

3.3 Wijziging bodemgebruik

Uitgaande van het totale ruimtebeslag van de geplande uitbreidingen en het huidige en toekomstige bodemgebruik respectievelijk af te leiden uit luchtfoto's en de voorontwerpen, kan de wijziging in bodemgebruik begroot en volgens het beoordelings- en toetsingskader beoordeeld worden.

3.4 Grondverzet

Voor de bepaling van de totale grondverzethoeveelheden is gebruik gemaakt van de beschikbare gegevens per projectalternatief van het voorontwerp, opgemaakt door IMDC (2007). Op basis van de nodige dijk lengtes, de gemiddelde geometrie van de aan te leggen of af te breken (Delta)dijken en de volumes uit te graven en op te hogen bodem werden de vrijkomende en nodige grondverzethoeveelheden geraamd. Uit het verschil werd het potentieel grondoverschot afgeleid.

Het grondoverschot werd voor elk projectalternatief en voor het nulalternatief (geen uitbreiding, wel grootschalig onderhoud) kwantitatief begroot. Voor de beoordeling van de absolute hoeveelheden werd vergeleken met het grondverzet te verwachten bij het nulalternatief. Het moet duidelijk zijn dat de aldus berekende grondbalansen ramingen zijn gezien ze gebaseerd zijn op een voorontwerp en als dusdanig vooral naar grootte-orde en relatief (vergelijking tussen de alternatieven) een betekenis zullen hebben.

Er werd ook rekening gehouden met de te verwachten algemene milieuhygiënische kwaliteit van de bodem (herbruikbaarheid als bodem of bouwstof). Deze werd ingeschat op basis van de beschikbare databanken inzake bodemverontreiniging, analyse van historisch en actueel bodemgebruik en een preliminair milieuhygiënisch bodemonderzoek.

3.5 Wijziging bodemkwaliteit

Op basis van de gegevens van de bodemverontreinigingsdatabank van OVAM, provincie Zeeland en gemeente Sluis en het areaal dat uit landbouwgebruik genomen wordt, kan een kwalitatieve uitspraak gedaan worden over de te verwachten verbetering in bodemkwaliteit. Op basis van de gegevens van VMM over de water- en waterbodemkwaliteit (zie Technisch Deelrapport Water) werd een (kwalitatieve) aanname voor de te verwachten waterbodemkwaliteit in het spuibecken gemaakt. Hierbij werd rekening gehouden met de verwachte korte en lange termijn oppervlaktewaterkwaliteitsverbeteringen zoals die ook beschreven werden in het Deelrapport Water.

4. BESCHRIJVING VAN DE REFERENTIESITUATIE BODEM

4.1 Huidige toestand van de bodem

Voor de beschrijving van de huidige toestand van de bodem in het studiegebied werd beroep gedaan op diverse beschikbare rapportages, databanken, documenten en kaartmateriaal over het Zwin. Er wordt voor de beschrijving van de huidige situatie specifiek en maximaal gefocust op de informatie die relevant is voor de beoordelingscriteria en de effectvoorspelling. Voor topografische gegevens, bodemkundige en geologische kenmerken, bodemgebruik en bodemkwaliteitsgegevens werden volgende bronnen geraadpleegd:

- Bodemkaart van België, kaartblad Westkapelle 11 E en het Zwin en verklarende tekst en vereenvoudigde digitale versie van de Bodemkaart (GisVlaanderen, AGIV) (www.gisvlaanderen.be).
- Bodemkaart van Nederland en digitale versie (www.bodemdata.nl).
- Geologische kaart van Nederland (1965) en databank REGIS van de provincie Zeeland. Geologische Stichting, afd. Geologische Dienst Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland (schaal 1:50.000), Zeeuws-Vlaanderen West en Oost. Haarlem, 1965.
- OVAM databank over milieuhygiënisch bodemonderzoek (www.ovam.be).
- Econnection – ABO (2004) Preliminair milieuhygiënisch onderzoek ten behoeve van de afgravingen in het kader van het beheersplan voor het Zwin.
- Bodemkwaliteitskaarten van Zeeland (www.bkkzeeland.nl).
- BIS4All bodemdatabank gemeente Sluis
- Geoweb databank van de provincie Zeeland.
- Topografische kaart NGI.
- Actueel Hoogtebestand Nederland (www.ahn.nl).
- Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) (<http://dov.vlaanderen.be>).
- IMDC rapportages in het kader van het hydrodynamisch en morfologisch vooronderzoek en het voorontwerp voor de uitbreiding van het Zwin (zie referentielijst).
- Overige publicaties en rapporten opgenomen in de referentielijst.

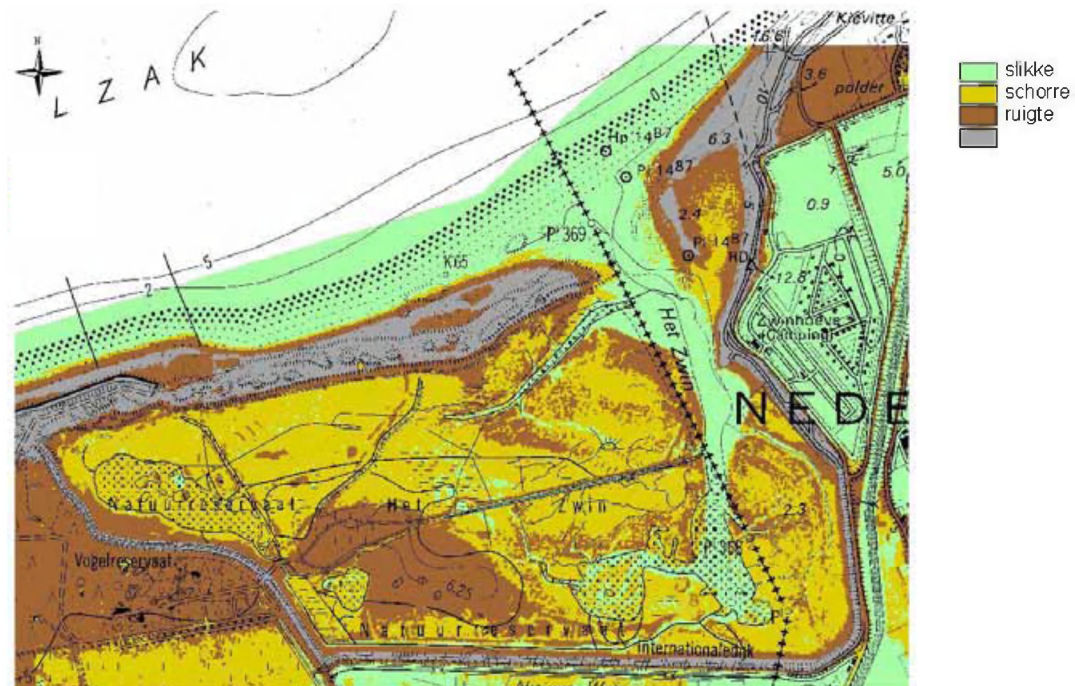
Terreinbezoeken door de deskundige bodem werden uitgevoerd in juni 2007 en januari 2008. In december 2008 werd een sondeercampagne en in juni, juli en september 2009 werden 10 boringen door de Afdeling Geotechniek van de Vlaamse Overheid uitgevoerd langs het tracé van de dijk (volgens het 120 ha uitbreidingsalternatief) (Bijlage A) in het kader van het dijkontwerp dat opgemaakt wordt door Technum-Tractebel Engineering.

4.1.1 Algemeen

Het natuurreservaat Zwin is een zogenaamde sluffer, dit is een gebied waarbij zout water vanuit de zee onder invloed van het getij door een geul⁴ in de duinen het land kan binnendringen. Het huidige Zwin, als achterduinse strandvlakte, is een restant van een zeearm die oorspronkelijk diep het land indrong en vroeger Damme met de zee verbond. De zeearm, Sincfal, maakte deel uit van de zuidelijkste vertakking van het mondingsgebied van het Schelde-estuarium. Door verzanding en inpoldering van het gebied beperkt de oppervlakte zich vandaag tot 183 ha (Vandenbussche et al., 2002).

Het gebied is een overblijfsel van de zee-inham Ter hoogte van de Belgisch-Nederlandse grens is er een bres in de duinenrij over een lengte van ongeveer 250 m, waardoor zout Noordzeewater bij vloed het natuurreservaat kan binnendringen via een geul die zich in het gebied vertakt in verschillende geulen en kleinere krekken. Langsheen de krekken en geulen worden tijdens elk getij sedimenten – klei en zand - afgezet of opnieuw afgevoerd.

Het Zwin dat door de Internationale Dijk van het binnenland gescheiden is, bestaat deels uit slikken (gelegen onder de gemiddelde hoogwaterlijn) en deels uit schorren (gelegen boven de gemiddelde hoogwaterlijn). Tussen het Zwin en de zee ligt een hoge duinenrij. Figuur 4-1 geeft de huidige verhouding aan tussen slikken en schorren in het Zwin, aan de hand van gegevens van het VITO uit 2003. Het areaal aan schorren is sterk toegenomen in de afgelopen jaren door de toenemende verzanding en aanslibbing van het Zwin. Dit is het gevolg van de vloedgedomineerde getijstrooming, waardoor er bij elk getij netto meer sediment in het Zwin gaat dan eruit. Grote delen van het schorregebied komen tegenwoordig enkel onder water bij springtij of stormvloed, en het ganse gebied loopt maar een paar keer per jaar volledig onder water bij uitzonderlijke waterstanden.



Figuur 4-1: Huidige verhouding slikken en schorren in het Zwin (Bron: VITO, 2003)

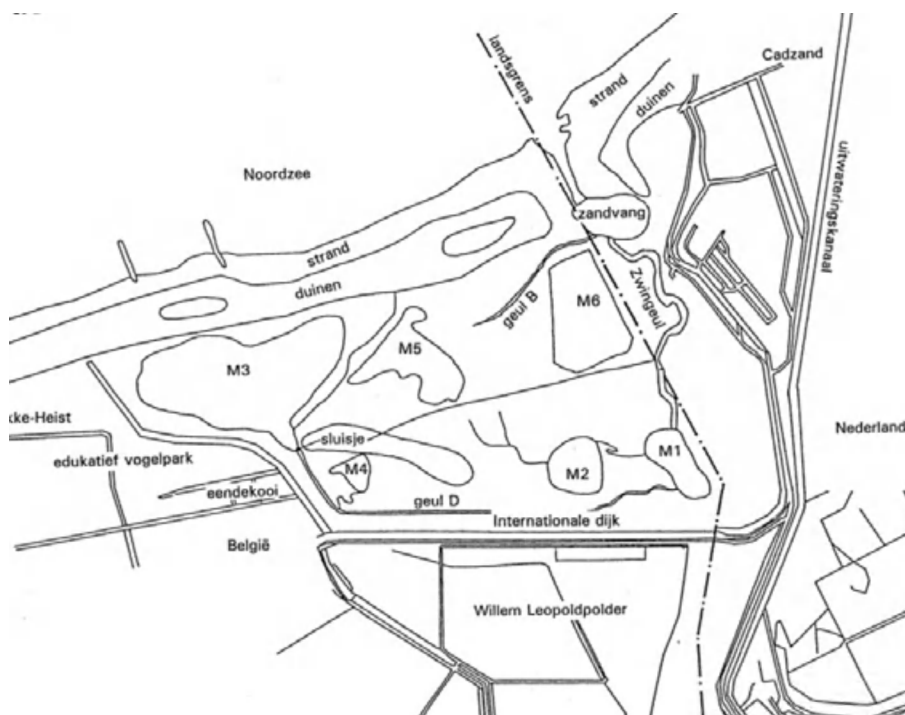
⁴ Alhoewel bijna alle studies over het Zwin het over de 'geulen' in het Zwin hebben, blijkt het strikt genomen over krekken te gaan (Alkyon, 2007)

In dit van oorsprong natuurlijk intergetijdengebied hebben talrijke menselijke ingrepen plaatsgevonden die de bodem en waterhuishouding beïnvloed hebben. Hiervoor kan verwezen worden naar de ontstaansgeschiedenis van het Zwin zoals uitvoerig geschetst in het Deelrapport Landschap, Bouwkundig erfgoed en Archeologie. Het Zwin heeft een lange en dynamische ontstaansgeschiedenis achter de rug, niet alleen gestuurd door natuurlijke ontwikkeling maar zeker ook door antropogene invloed. De belangrijkste recente ingrepen in het Zwin zijn de verhoging van de Internationale Dijk van 6 m naar 9 m (11,1 m TAW) in 1959 – 1960 waarbij het materiaal hiervoor uit de schorvlakte gegraven werd en het uitgraven van de meertjes en zijgeulen, het uitvoeren van beheersmaatregelen in de jaren tachtig van vorige eeuw ter bescherming van de Nederlandse duinen (geulverlegging, uitdieping geul en graven van een zandvang). Dit verklaart allicht de aanduiding van 'verstoorde bodem' op de bodemkaart. Tabel 4-1 geeft een overzicht van de onderhoudsmaatregelen die sinds eind jaren tachtig uitgevoerd werden. Daarnaast kunnen nog de eerder uitzonderlijke maatregelen zoals het bouwen van de afscheidingsdam in 2003 om het Zwin te beschermen tegen de olie van het gezonken schip Tricolor vermeld worden.

Tabel 4-1: Overzicht van de uitgevoerde onderhoudswerken (Econnection, 2003)

Ingreep	Uitvoering	Verwijderde hoeveelheid materiaal (m³)
Verleggen Zwinmonding in meer westelijke positie	1989/1994/1995/2003	37.387/30.000/40.000
Uitdiepen Zwin-getijgeul	1990	78.464
Herhaaldelijk uitgraven en leegmaken van noordelijke zandvang	1990-1991/1992/1994/-1997/1999/2001/2003	Variërend tussen 19.110 en 90.000

Figuur 4-2 geeft een schematisch overzicht van de ligging van de geulen en meertjes. Het vloedwater stroomt sindsdien via de geulen tot in de westelijke meertjes en wordt daar bij eb tegengehouden door middel van terugslagkleppen. Zo blijft er ook in perioden met lage waterstanden water in het natuurgebied staan.



Figuur 4-2: Ligging van de voornaamste meertjes, geulen en zandvang in het Zwin (Bron: IMDC, 2006)

4.1.2 Reliëf en hoogteligging

Gemiddeld bedraagt de hoogte van de Zwinvlakte circa 4 m TAW (dit is iets hoger dan het normaal hoogwaterpeil). De schorvlakte wordt hierdoor maar zo'n tien keer per jaar overspoeld, vooral in de winter bij noordweststormen.

Nabij de zeereepduinen ligt een min of meer ondergestoven schor (nabij geul B). De hoogte bedraagt hier ongeveer 4,5 tot 5 m TAW. Alleen tijdens springtij loopt het schor onder water. De geulbodem in het meertje M1 ligt op ongeveer 3,5 m TAW, dit van het meertje M2 op circa 4,20 m TAW.

In het zuidwesten van de Zwinvlakte bevindt zich een fossiel duin van maximaal 6 m hoog. Dit duin is door erosie verlaagd en nadien gefixeerd door een plantendeck. De aard van de vegetatie hangt dus grotendeels af van de hoogteverschillen in het terrein en de daarmee gepaard gaande wisselende overstromingsfrequentie en -duur.

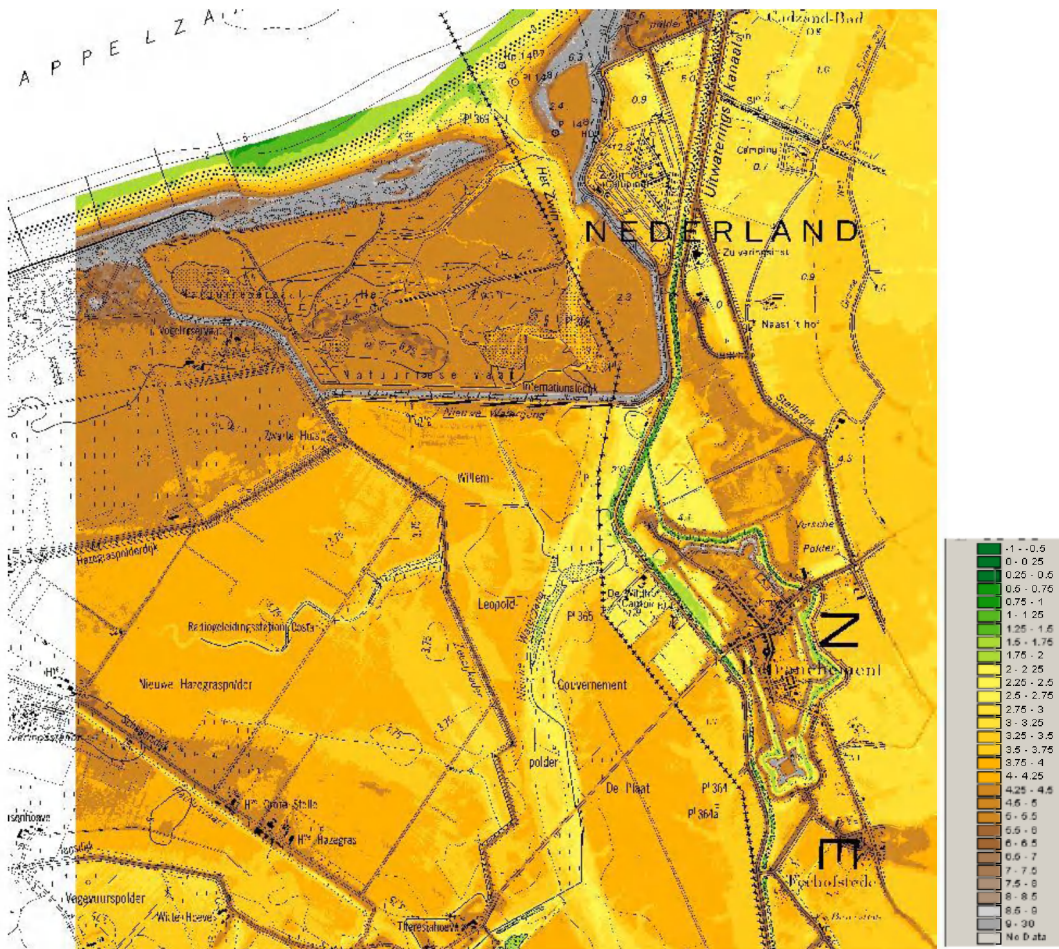
De zeeduin zijn maximaal 10 m hoog. Aan de loefzijde treedt nog actieve verstuiwing op.

Bij de monding van het Zwin worden embryonale stuifduintjes aangetroffen, die echter bij elke stormvloed worden aangevreten. Embryonale duinen worden gekenmerkt door een steile loefzijde, een begroeide kruin en een zachthellende tongvormige lijzijde (Econnection, 2004).

De Willem-Leopoldpolder ten zuiden van het Zwin en is pas sinds 1873 ingepolderd. De polder ligt lager dan het Zwin. Het niveauverschil ten opzichte van het Zwin bedraagt ongeveer 1 meter. Van Noord naar Zuid loopt de oude Zwingeu (deze wordt nu de

Dievegatkreek of Nieuwe Watergang genoemd). Zoals kan gezien worden op de Figuur 4-3 is deze oude Zwingel nog goed zichtbaar in het landschap.

Het kruinpeil van de Internationale Dijk bedraagt 10,2 m TAW, de hoogte van de Nieuwe Hazegraspolderdijk langs de westelijke grens van de Willem-Leopoldpolder is 5,8 tot 6,5 m TAW. De gemiddelde hoogte van de Willem-Leopoldpolder bedraagt 3,5 – 4 m TAW. Ter hoogte van de Retranchementstraat is de gemiddelde hoogte 4 m TAW. De depressie rond de Dievegatkreek – Nieuwe Watergang daalt tot 2,5 m TAW. De Kanaalweg ligt in ophoging (4,5 m TAW).



Figuur 4-3: Hoogteligging Zwin met achterliggende Willem-Leopoldpolder (m TAW)

4.1.3 Bodemkundige beschrijving

4.1.3.1 Bodemkaart

Het studiegebied maakt deel uit van het meest noordoostelijke gedeelte van de oostelijke kustvlakte. De vorming van de kustvlakte is essentieel verbonden met de Holocene zeespiegelstijgingen na de laatste ijstijd (Weichsel) en is een sequentie van overstromings- en verlandingsfasen. Oudere literatuurgegevens onderscheiden in de Holocene kustvlaktevorming een drietal Duinkerken-transgressies (onder andere Ameryckx, 1954).

Recent onderzoek stapt af van deze onderverdeling en stellen een meer dynamisch procesmodel van kustvlaktevorming voor door middel van verschillende overstromingsfasen (Baeteman, 1999).

Centraal in de vormingsgeschiedenis van het studiegebied is de aanwezigheid van de Zwingel met de aanwezigheid van een noordoost gerichte kuststroming wat een complexe estuariene duinvorming veroorzaakte. De Zwingel zelf is een restant van een vroegere brede geul - 'Sincfal' genaamd - die in belangrijke mate uitgediept werd tijdens de Duinkerken-II overstromingsfase (3-8ste eeuw na Christus) en zich uitstreckte van Knokke tot Cadzand. Om die reden is het voor de kustvlakte typische oppervlakteveen in het studiegebied nagenoeg volledig afwezig. Het landschap behoort tot de meest recente (Nieuwland) van de kuststreek en werd volgens de oude indeling ondergebracht bij de zogenaamde Duinkerken-IIIb-transgressies afgezet in de 12de eeuw. De westelijke uitbreiding van dit zogenaamde Nieuwland werd beperkt door een complex dijkenstelsel tussen Brugge en Knokke, noordelijk aansluitend op de Blankenbergse Dijk (Zwaenepoel et al., 2003).

Bodemkundig behoort het huidige Zwin tot de Duinstreek, de Willem-Leopoldpolder is in de Polderstreek, meer specifiek in het Nieuwland van het Zwin gelegen. De zones die ingedijkt werden sedert de 13de eeuw in de streek van Het Zwin vormen het zogenaamd Nieuwland. Voor de Kuststreek is de bodemkartering gesteund op een classificatie, die rekening houdt met geomorfologische en lithostratigrafische criteria.

In de polder, tegen de Internationale Dijk aan gelegen, komen enkele vlekken overgangsgrounden uit de Duinstreek voor, dit zijn duinzanden die op variërende diepte op de polderafzettingen rusten. Op de Bodemkaart (Figuur 4-4) is het huidige Zwin op Vlaams grondgebied aangeduid als antropogene bodem (OS)⁵, met uitzondering van de duinregel en een centraal gelegen duin. De Willem-Leopoldpolder is gekarteerd als schorpolder, met uitzondering van de centraal gelegen geulrestant, die gekarteerd staat als geulgrond, en een klein stuk kreekwalgrond langsheen de kreek. Voor het Nederlandse grondgebied worden in het Zwin van noord naar zuid achtereenvolgens kalkhoudende duinvaaggronden (grof zand) en gorsvaaggronden (zwarte zavel en klei) aangetroffen, in de Willem-Leopoldpolder komen kalkhoudende vlakvaaggronden (zeer fijn zand) voor.

Voor de bodemkundige beschrijving van de bodems voorkomend in het projectgebied wordt verwezen naar Tabel 4-2, Tabel 4-3 en Figuur 4-4. Tabel 4-2 en Tabel 4-3 geven een overzicht van de voorkomende bodemseries op Vlaams en Nederlands grondgebied, waarbij reeds onderscheid gemaakt wordt tussen de alternatieven.

Volgende bodemseries (Van Ranst, E. & Sys, C., 2000) worden aangetroffen:

In het huidige Zwin worden volgende duingronden aangetroffen:

- Serie A: Duinen: Jong duinzand (matig fijn tot matig grof) is het voornaamste sediment. Het kalkgehalte schommelt tussen 5 en 10 %. Onder begroeiing is de bovengrond licht humushoudend. In het bodemprofiel worden soms dunne humeuze horizonten aangetroffen; het zijn overblijfselen van oude begroeiingsoppervlakken. De gronden zijn zeer droog tot droog. De A bodems zijn zonder waarde voor de landbouw. De plantengroei dient er in de eerste plaats om de verstuiving tegen te gaan. Deze serie omvat slechts één type: de hoge duinen, al of niet gefixeerd (A0).

⁵ Voor het strand tot aan de laagwaterlijn evenals voor het Zwin is geen bodemkartering uitgevoerd. Er is geen informatie omtrent textuur op de Bodemkaart terug te vinden. Het slik- en schorgebied van het Zwin is op de digitale bodemkaart gekarteerd als OS, een antropogeen verstoorde bodem (balastgroeven in silexbanken). Dit betreft wellicht een fout.

- **Serie B: Duingronden:** Dit zijn de grote duinpannen en de lage kleine duintjes, met hoogteverschillen van 1 tot 2,5 m op geringe afstand. In het projectgebied worden B1 en B3 duingronden aangetroffen. De B1 gronden vertonen nagenoeg dezelfde opbouw als deze van de hoge duinen, enkel is de humushoudende bovengrond dikker. Roestvlekken komen soms binnen boorbereik voor, maar steeds op meer dan 90 cm diepte. Deze duingronden zijn grotendeels begroeid, meestal met houtgewas. De B3 gronden worden aangetroffen in de laagste delen van de duinpannen. De bovengrond van deze bodems is humeus en soms licht verweerd. Roestverschijnselen komen ondiep voor.
- **Serie D: Overgangsronden** - tot deze serie behoren de al of niet kleihoudende duinzandgronden, die doorgaans rusten op polderafzettingen. Deze gronden vormen de overgang tussen de Duinstreek en de Polderstreek. De veelal zeer uiteenlopende bodemprofielen welke tot deze serie behoren, worden gegroepeerd tot twee bodemtypen. De overgangsronden worden volgens hun textuur in subseries verdeeld: Da: zand, op variërende diepte rustend op polderafzetting en Db: kleihoudend zand, op variërende diepte doorgaans rustend op polderafzettingen. In het projectgebied gaat het om twee kleine zones gelegen in de Willem-Leopoldpolder, ten zuiden van de Internationale Dijk. De profielopbouw van deze gronden is zeer verscheiden. Het al of niet kleihoudend duinzand kan rusten op klei, lichte klei, kleihoudend zand of zand (deze laatste twee zijn strandafzettingen). De bovenste horizonten van deze bodems zijn meestal ontkalkt; de onderliggende polderafzettingen zijn kalkhoudend. Deze gronden lijden dikwijls aan wateroverlast ten gevolge van kwelwerking vanuit de nabijgelegen duinen en/of het voorkomen van een kleilaag in het profiel. De behoefte aan anorganische en aan organische meststoffen is groot; kalkbemesting is gewenst. Drainage is nodig, vooral op gronden met een kleilaag in de ondergrond. Niettegenstaande de landbouwwaarde van deze gronden sterk uiteenlopend is wegens de wisselende profielopbouw, is ze toch tamelijk laag.

De Willem-Leopoldpolder behoort tot de polderstreek (zeepolders) en behoort tot de Nieuwlandpolders. De bodems van dit Nieuwland zijn opgebouwd uit zeeafzettingen van de Duinkerken III B-transgressie en van vroegere Duinkerken transgressies. De Duinkerken III B-sedimenten werden afgezet na de 12de eeuw en hebben het grootste aandeel in de profielopbouw van de bodems van dit gebied. Hun textuur varieert van zand tot zeer zware klei. Volgende bodemseries worden binnen het projectgebied onderscheiden:

- **Serie B schorgronden - kleigronden**, die rusten op een zandig of op een kleiig substraat; De schorgronden (Serie B) omvatten 3 subseries volgens de aard van het kleidek, in het projectgebied is dit de Bc subserie: zeer zware schorgronden (kleidek bestaande uit zeer zware klei) met volgende bodemtypes:
 - Bco zeer zware klei, op minder dan 60 cm diepte overgaand tot zand;
 - Bc1 zeer zware klei, op minder dan 60 cm diepte overgaand tot lichter materiaal; geen zand op minder dan 60 cm;
 - Bc2 zeer zware klei, tussen 60 en 100 cm diepte overgaand tot lichter materiaal;
 - Bc3 zeer zware klei, veelal overgaand tot klei.
- **Serie G geulgronden** - laagliggende gronden van de niet geheel opgevulde getijdegeulen. Deze gronden worden in twee bodemtypen ingedeeld hoofdzakelijk volgens de graad van opvulling (relatieve hoogteligging t.o.v. de omgeving):

- G2 zware klei, doorgaans meer dan 100 cm, in lage geulen gelegen;
- G3 heterogeen gereduceerd materiaal, in zeer lage geulen gelegen; en 1 subtype:
- G1z zandig materiaal, meer dan 100 cm, in lage geulen gelegen.
- Serie H kreekwalgronden - lichte gronden, die langsheen de getijdegeulen natuurlijke, weinig uitgesproken hoogten vormen. In het projectgebied komt het type H1 voor: lichte klei tot zavel, op minder dan 100 cm diepte veelal overgaand tot zand;

Landbouwkundig kunnen de Nieuwlandpolders als volgt gekarakteriseerd worden:

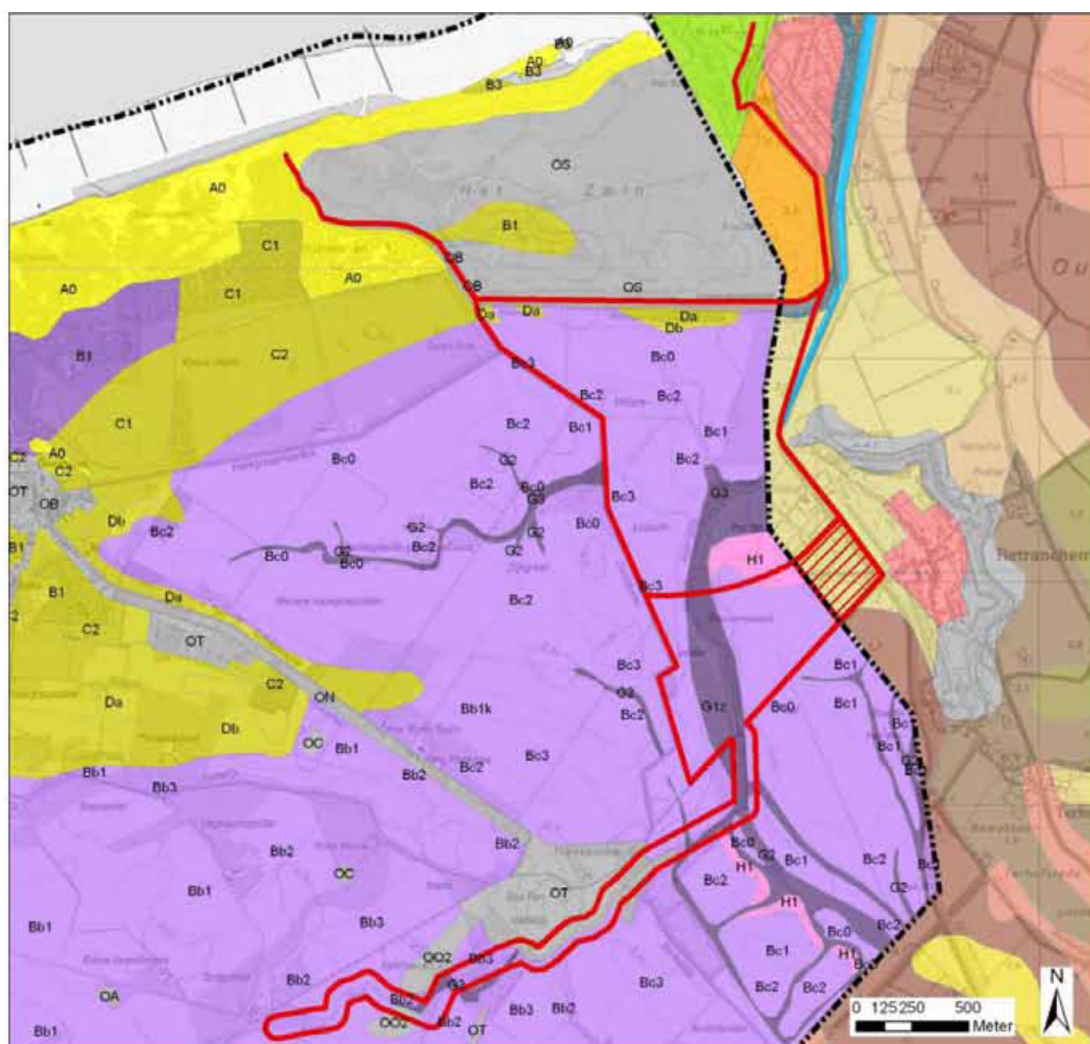
Schorgronden zijn kleigronden (bij uitzondering ook lichte kleigronden), die rusten op een zandig of op een kleilig substraat. Bij de zeer zware kleigronden (Bc) rust de zware klei meestal onmiddellijk op zand, dat vaak reeds op 30 cm diepte voorkomt. Het bevat in de bovenste horizonten dunne (1 cm en minder) kleilaagjes. Schelpen en schelpresten komen er eveneens in voor. De klei is bruin of bleekbruin; het zand is geelgrijs, dieper overgaand tot grijs. Roestvlekken treden reeds op in de klei, uitgezonderd in de bovengrond. Het kalkgehalte van het zand is ongeveer 10%, dat van de klei 20%. De waterhuishouding is eerder ongunstig. Tijdens de zomer komen regelmatig uitdrogingsverschijnselen voor; hierdoor treedt noodrijpheid op en kunnen de gewassen hun maximale ontwikkeling niet bereiken.

Geulgronden zijn de laagliggende gronden van de niet geheel opgevulde getijdegeulen. De opbouw van de geulgronden wisselt sterk over korte afstand. De waterhuishouding van de geulgronden is slecht tot zeer slecht. Deze gronden hebben gedurende een belangrijke periode van het jaar een hoge grondwaterstand (tot bijna in de bovengrond). De G3 gronden staan vaak onder water en zijn zelfs in de zomer nog drassig. De geulgronden zijn uiteraard slechts geschikt voor weiland. De minst laag gelegen G2 gronden en de G1z gronden kunnen ook als bouwland gebruikt worden, mits goede verzorging van de ontwatering; ze geven dan de beste resultaten voor zomervruchten. Weiland op G2 gronden is goed tot uitstekend; op G3 gronden liggen slechts natte, slechte weiden.

De bovenste horizonten van de **kreekwalgronden** bestaan uit lichte klei of zavel. De overgang van de lichte klei tot het zand, dat meestal op een zekere diepte wordt aangetroffen, gebeurt doorgaans via zavel en/of slibhoudend zand. Schelpresten komen veel voor. De kreekwalgronden hebben een tamelijk ongunstige waterhuishouding. Uitdroging en gevaar voor noodrijpheid treden op tijdens droge seizoenen, vooral bij het H1 type. Wateroverlast komt niet voor, tenzij soms op gronden waarin de kleilaag zich op geringe diepte bevindt. De structuur van de bovengrond is goed. De bewerkbaarheid is gunstig. Organische bemesting is nodig om het sorptievermogen te verhogen. De kreekwalgronden zijn het best geschikt voor bouwland, meer speciaal voor gerst, haver en aardappelen. Rogge geeft er goede opbrengsten. Op deze gronden vindt men nateelten (bv. rapen), wat een zeldzaamheid is in het Nieuwland. Meereisende gewassen zoals tarwe en bieten geven in een normaal jaar slechts matige opbrengsten. Gemiddeld zijn de opbrengsten op de kreekwalgronden merkkelijk lager dan deze op de schorgronden. De enkele weiden, die op deze gronden voorkomen, zijn huisweiden; ze zijn van een slechte (vooral op het H1 type) tot matig goede hoedanigheid. Tuinbouw en fruitteelt kunnen matig goede resultaten geven op H1 gronden.

In het kader van een onderzoek naar de sedimentologie in het Zwin (Brughmans et al., 1998) werden een aantal boringen uitgevoerd, zowel in het huidige Zwin als in de Willem-Leopoldpolder. Ter hoogte van het Zwinpark is een diepe boring uitgevoerd in het kader van

het primair grondwatermeetnet. Ook langs de Retranchementstraat zijn een reeks boringen uit de DOV-databank beschikbaar. De positie van de boringen en de beschrijving van de boorprofielen is opgenomen in 9.Bijlage A. Hieruit blijkt dat in het huidige Zwin, onder een bodemlaagje van circa 20 cm in de onderliggende laag van 1,3 m in hoofdzaak bodems bestaande uit middelfijn zand voorkomen, met plaatselijk dunne kleilaagjes. Langs de Internationale dijk komen kleiige tot middelfijn zandige bodems voor, ter hoogte van het Zwart Huis (Graaf Leon Lippensdreef nr 6) bestaat de bodem uit kleiige afzettingen. Ter hoogte van de Retranchementstraat worden middelmatig zandige, lemig zandige en kleibodems aangetroffen.



Figuur 4-4: Bodemkaart

Tabel 4-2: Bodemkundige beschrijving op Vlaams grondgebied

Locatie	Series	Omschrijving
Huidig Zwin	Ao	Hoge duinen
	B1	Droge duingrond; grotere duinpannen en lagere kleine duintjes, met hoogteverschillen van 1 tot 2,5 m op geringe afstand
	B3	Natte duingrond; grotere duinpannen en lagere kleine duintjes, met hoogteverschillen van 1 tot 2,5 m op geringe afstand
	OS	Antropogeen
	OB	Antropogeen
Uitbreiding Alternatief 1 en 4	Bco	Zeer zware klei, op minder dan 60 cm diepte overgaand tot zand
	Bc1	Zeer zware klei, op minder dan 60 cm diepte overgaand tot lichter materiaal; geen zand op minder dan 60 cm
	Bc2	Zeer zware klei, tussen 60 en 100 cm diepte overgaand tot lichter materiaal
	Bc3	Zeer zware klei, veelal overgaand tot klei
	Da	Zand op variërende diepte rustend op polderafzetting
	Db	Slibhoudend zand, op variërende diepte doorgaans rustend op polderafzettingen
	G2	Zware klei, doorgaans meer dan 100 cm, in lage geulen gelegen
	G3	Heterogeen gereduceerd materiaal, in zeer lage geulen gelegen
Uitbreiding Alternatief 2 en 5 (niet-overlappend gedeelte alternatief 1 en 4)	H1	Lichte klei tot zavel, op minder dan 100 cm diepte veelal overgaand tot zand
	Bc3	Zeer zware klei, veelal overgaand tot klei
	G1z	Zandig materiaal, meer dan 100 cm, in lage geulen gelegen
	H1	Lichte klei tot zavel, op minder dan 100 cm diepte veelal overgaand tot zand

Tabel 4-3: Bodemkundige beschrijving op Nederlands grondgebied

Locatie	Omschrijving
Huidig Zwin	Kalkhoudende duinvaaggrond: grof zand
	Gorsvaaggrond: zware zavel en klei; geen zand beginnend ondieper dan 80 cm
Uitbreiding Alternatief 1 en 4	Kalkhoudende vlakvaaggrond: zeer fijn zand
Uitbreiding Alternatief 2 en 5 (niet-overlappend gedeelte alternatief 1 en 4)	Kalkhoudende vlakvaaggrond: zeer fijn zand

4.1.3.2 Bodemsamenstelling op basis van terreinwaarnemingen/opmetingen

In maart 2006 werd in het kader van het morfologisch vooronderzoek (IMDC, 2006) een opmeting verricht van de hoofd- en zijgeulen in het Zwin. Tijdens deze opmetingen werd ook een schematische kartering van de sedimentsamenstelling langsheen de hoofdgeul uitgevoerd:

- Het sediment van de hoofdgeul is zandig, tot ongeveer het begin van geul B, waar zich een meertje lijkt gevormd te hebben en het sediment slibrijker (kleirijker) wordt. Ook ter hoogte van de Zwinhoeve is het sediment kleiig.
- Ter hoogte van geul C wordt opnieuw zand waargenomen.
- Op de schorren ten oosten van geul G is fijn zand aanwezig, rond de monding van geul G zelf is het sediment eerder kleirijk.
- Ter hoogte van geul D is het sediment zeer kleirijk.

Vandenbussche et al. (2002) rapporteren dat de bodem van slikken en schorren van het Zwin van zeer slibrijk (kleiig) tot zandig varieert, al naar gelang de ligging respectievelijk in de krekken of aan de rand van de plassen. De bodem bevat erg weinig organisch materiaal (2-3 %), het zijn minerale bodems en bevatten maximum 10 % klei/leem. Verder is de bodem alkalisch ten gevolge van de overstromingen.

4.1.4 Bodemgebruik

Voor een overzicht van het vroeger bodemgebruik wordt verwezen naar het deelrapport Landschap, Bouwkundig Erfgoed en Archeologie. Momenteel wordt het Zwin beheerd als natuureservaat (met gedeeltelijke recreatiemogelijkheden). In Figuur 4-5 wordt het huidige bodemgebruik van het studiegebied weergegeven. Het projectgebied wordt ten noorden begrensd door strand en duinen. Zuidwaarts gaat dit zandrijk gebied over in zoutmoeras, schorren en slikken die, met uitzondering van het natuurlijke grasland in het zuidwesten, door menselijke ingrepen zijn huidige uitzicht verkreeg.

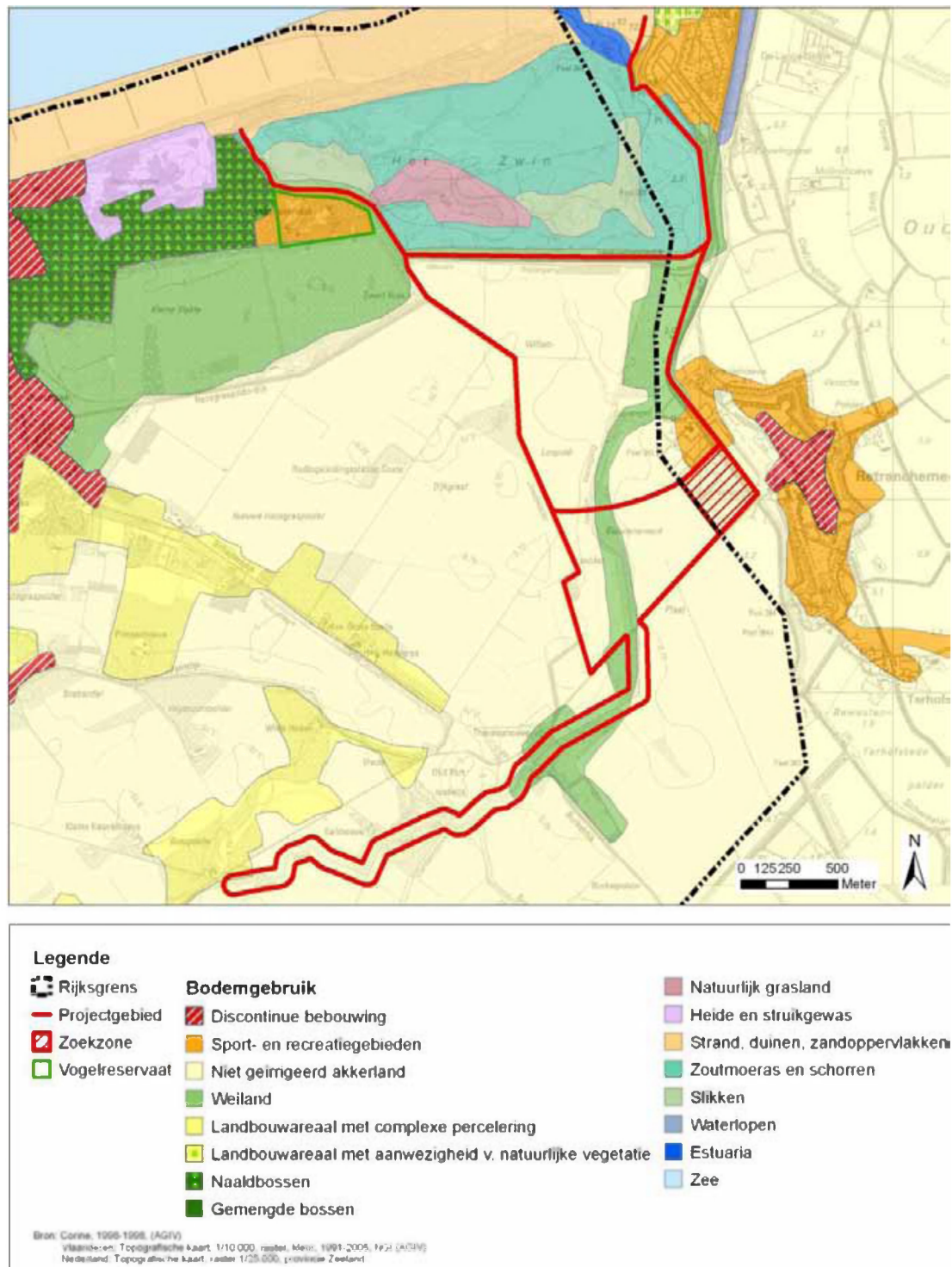
De Willem-Leopoldpolder ten zuiden grenzend aan het huidige Zwin, bestaat uit niet-geïrrigeerd akkerland dat doorsneden wordt door weilanden rondom de geul van de Nieuwe Watergang en de Dievegatkreek. Er wordt gejaagd in het gebied. Langs en op de Nieuwe Hazegraspolderdijk en langs de Internationale Dijk wordt gewandeld, gefietst en paardgereden. Op Nederlands grondgebied bevindt zich binnen het projectgebied, ten zuiden van de Internationale Dijk een natuurgebied (Zeeuws Landschap) en een agrarisch gebied met landschappelijke en natuurwetenschappelijke waarde, verder zuidelijk zijn een camping (De Sandt Plaet) en een vijftal woningen in agrarisch gebied (zoekzone) gelegen.

De landbouwkundige bodemgeschiktheidskaarten van de VLM geven aan dat de Willem-Leopoldpolder, met uitzondering van de gronden rond de Dievegatkreek en de Nieuwe Watergang geschikt zijn voor grasland en akkerbouw. Voor extensieve groenten, kernfruit, intensieve groenten, glasteelten en boomkwekerij zijn de gronden ongeschikt. De smalle strook met zandgrond gelegen ten zuiden van de Internationale Dijk heeft een lichtjes betere bodemgeschiktheid. De bodems zijn zeer geschikt tot geschikt voor respectievelijk grassen en akkerbouw, glasteelt en boomkwekerij. Voor extensieve groenten, kernfruit en intensieve groententeelt zijn deze bodems slechts matig geschikt. Figuur 4-6 toont een typisch teeltplan voor het Vlaamse deel van de Willem-Leopoldpolder.

Op Nederlands grondgebied zijn de percelen ten zuiden van de camping in gebruik voor landbouweconomische doeleinden (grasland en akkerbouw: aardappelen en tarwe). Uit de

bodemkaart kan afgeleid worden dat het om jonge en goede poldergronden gaat (kalkrijke poldervaaggronden). Ten noorden van de camping wordt in het landschappelijk waardevol agrarisch gebied en het natuurgebied (periodieke) begrazing voorzien.

Het huidig bodemgebruik kan verder geïllustreerd worden aan de hand van een recente luchtfoto en enkele foto's.



Figuur 4-5: Bodemgebruik



Figuur 4-6: Teeltplan Willem-Leopoldpolder 2005 (bron : LER uitbreiding Zwin)



Figuur 4-7: Luchtfoto van het studiegebied (huidig bodemgebruik)



Foto 4-1: Zicht op het Zwin van op de Internationale Dijk



Foto 4-2: Zicht op het Zwin langs Nederlandse zijde ter hoogte van de monding



Foto 4-3: Zicht op de Willem-Leopoldpolder vanuit de Dijkgraafstraat met op de achtergrond de Internationale Dijk



Foto 4-4: Zicht op de Willem-Leopoldpolder vanop het fietspad langs de Retranchementstraat



Foto 4-5: Zicht op de Willem-Leopoldpolder (Dievegatkreek op Nederlands grondgebied)



Foto 4-6: Zicht op een deel van de bewoning in de zoekzone

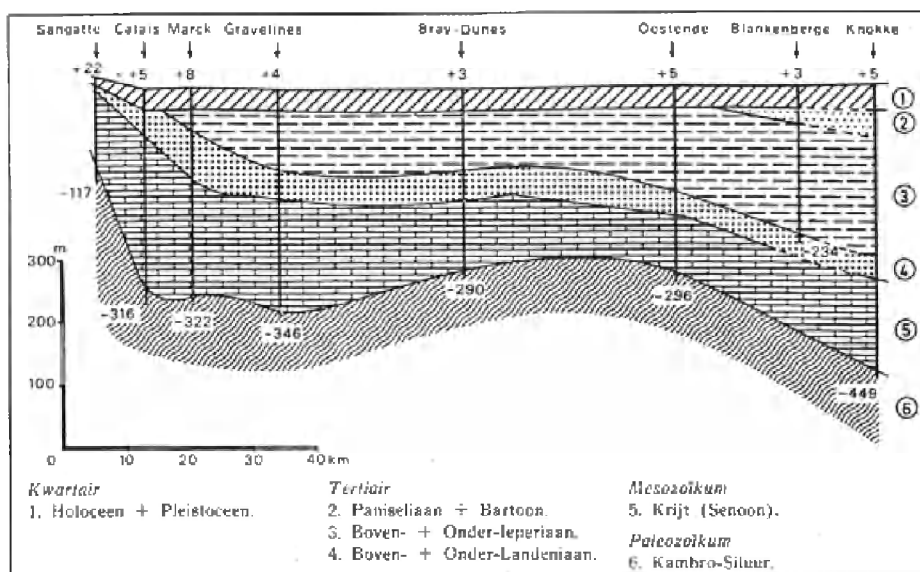
4.1.5 Geologie

De Vlaamse kuststreek is geologisch gezien zeer jong. Oudere geologische perioden dan het Kwartair, die ter plaatse van het studiegebied vanaf 30 m diepte voorkomen, zijn minder belangrijk voor de landschapsvorming en spelen bovendien geen rol van betekenis in het licht van de uit te voeren ingrepen. De plaatselijke geologische opbouw van het studiegebied wordt hieronder ter informatie beschreven op basis van Econnection, 2004, Tavernier & Ameryckx, 1970 en Zwaenepoel et al., 2003 en de gegevens van DOV Vlaanderen. In bijlage A kan de diepere geologische opbouw afgelezen worden uit een recente boring tot 320 m diepte, uitgevoerd in het kader van de uitbouw van het primair grondwatermeetnet.

Tabel 4-4: Stratigrafie boring B/3-525a ter hoogte van het Natuurpark Zwin (DOV)

Van (m)	tot (m)	Beschrijving
0	30	Kwartair
30	45	Lid van Onderdijke
45	51	Lid van Buisputten
51	60	Lid van Zomergem
60	72	Formatie van Maldegem
72	75	Lid van Wemmel
75	102	Lid van Oedelem
102	133	Lid van Vlierzele
133	154	Lid van Pittem
154	169	Lid van Kortemark
169	298,80	Formatie van Kortrijk
298,80	319,50	Formatie van Hannut

In Knokke-Heist komt de paleozoïsche sokkel, die tot het Cambro-Silurisch massief van Brabant behoort, op een diepte van -449 m voor. Het massief van Brabant is bedekt met Krijtafzettingen (Senoon) met een dikte van circa 160 m. Erboven bevinden zich de Tertiaire formaties (Eoceen). Figuur 4-8 toont een schematische geologische doorsnede (die de oude geologische benamingen van de Tertiaire lagen vermeldt): Landeniaan (± 50 m dik, Formatie van Hannut), Ieperiaan (± 170 m dik, Formatie van Kortrijk en Tielt), Paniseliaan (Formatie van Gent en Aalter) en een dunne laag Bartoon (Formatie van Maldegem).



Figuur 4-8: Schematische geologische doorsnede van de kustvlakte van Sangatte tot Knokke (naar Tavernier & Ameryckx 1970)

De Kwartaire sedimenten hebben te Knokke-Heist een dikte van 30 m; in de duingordel zelf kan de totale dikte oplopen tot 60 m.

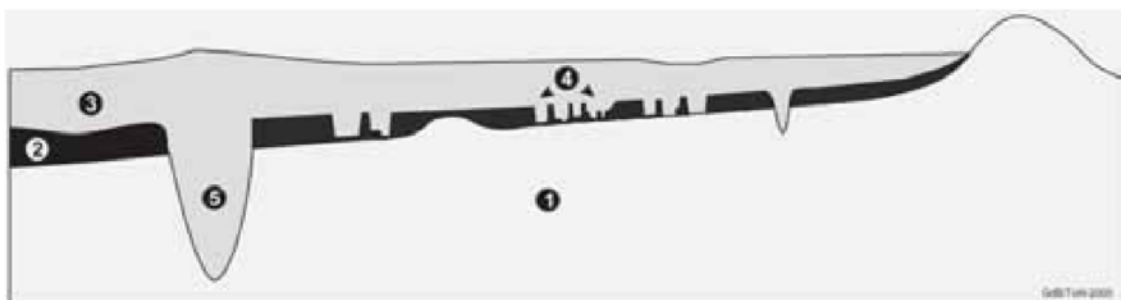
De oudste Kwartaire afzettingen, het Pleistoceen, zijn hoofdzakelijk zandige tot zandlemige sedimenten van het laatste Interglaciaal.

Het Tertiair geologisch substraat van het Zwin en de achterliggende Willem-Leopoldpolder wordt dus gevormd door de laat-Eocene formatie van Maldegem, meer bepaald door het kleiige lid van Onderdijke (Figuur 4-10), een grijsblauwe zware klei van 6 tot 10 m dikte. De top van het Tertiair komt op een diepte van 30 meter voor.

De erboven voorkomende Kwartaire lagen bestaan hoofdzakelijk uit zand en kleiig materiaal (10 tot 20 cm klei) afgezet door diverse historische overstromingen door de zee (de zogenaamde "Duinkerken-transgressies"), met daaronder zandig materiaal afgezet tijdens het Pleistoceen. Het proces van afzetting door de zee (en gedeeltelijke erosie) gaat nog steeds door, waarbij zowel zandig als kleiig materiaal worden afgezet in en langs de geulen en krekken. Het kleiig materiaal concentreert zich daarbij op de plaatsen met de laagste stroomsnelheden.

De Holocene afzettingen bestaan hoofdzakelijk uit fijn zand met kleilaagjes, veenbrokken en met niveaus met talrijke schelpen. Deze sedimenten werden afgezet in een zeegat en in getijdengeulen en bereiken een dikte van minstens 20 meter. Ze rusten op schelpenzand van waarschijnlijk Pleistocene ouderdom. Het hele Holocene pakket bestaat uit klei en zandige klei afgezet in slikken, schorren en geulen.

Figuur 4-9 geeft een schematische doorsnede van de kuststreek weer. De Holocene mariene afzettingen worden hier gescheiden van de Pleistocene zandgrond door een veenpakket. Op enkele plaatsen (zoals ter hoogte van het Zwin) zijn de Pleistocene afzettingen geërodeerd door de werking van getijdengeulen. Deze geulen hebben de mariene afzettingen afgezet.



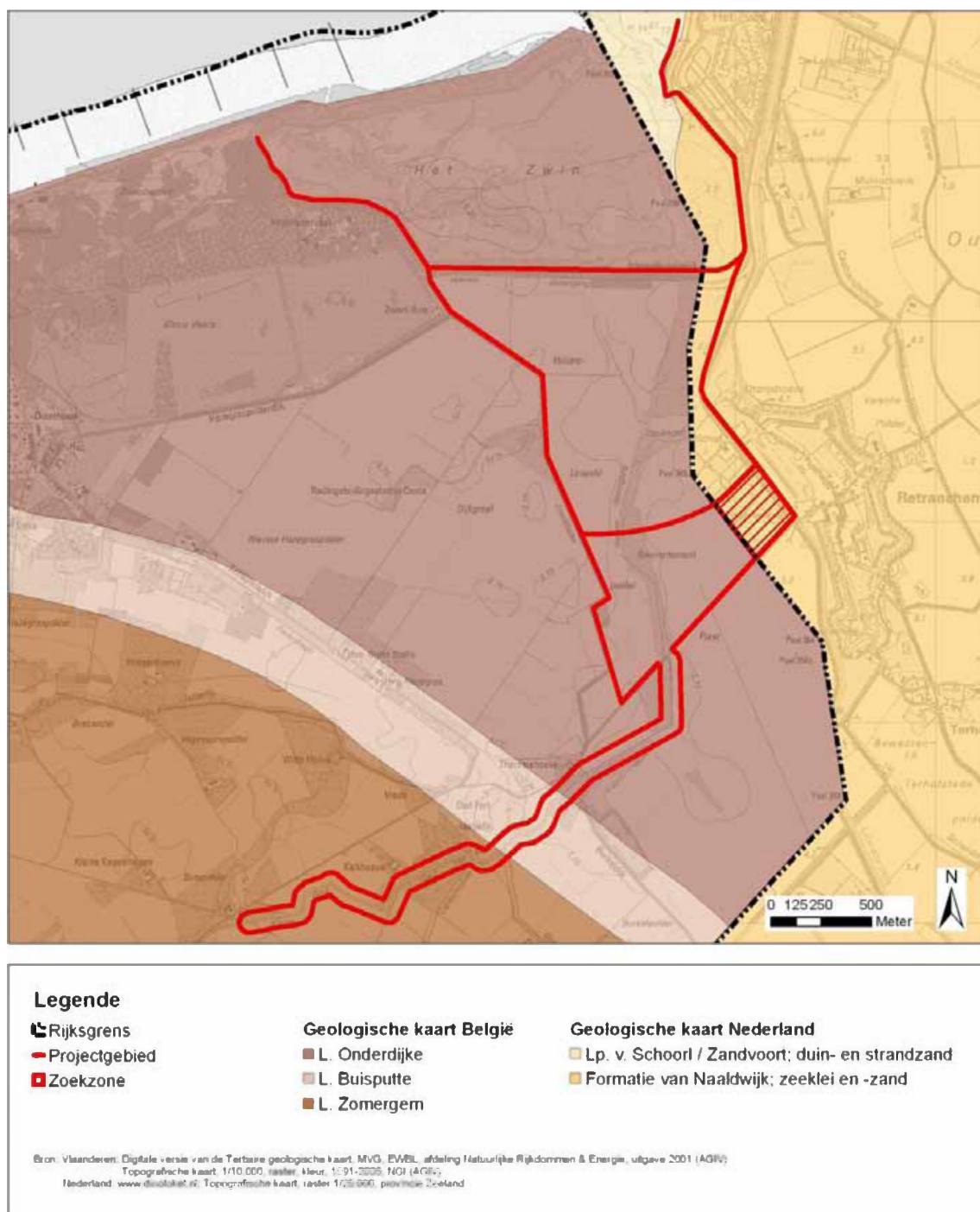
1. Pleistocene ondergrond
2. Veenpakket
3. Mariene afzettingen
4. Moerneringsputten
5. Getijdengeul

Bron: Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis

Figuur 4-9: Schematische doorsnede westelijk Zeeuws-Vlaanderen van noord (links) naar zuid (rechts)

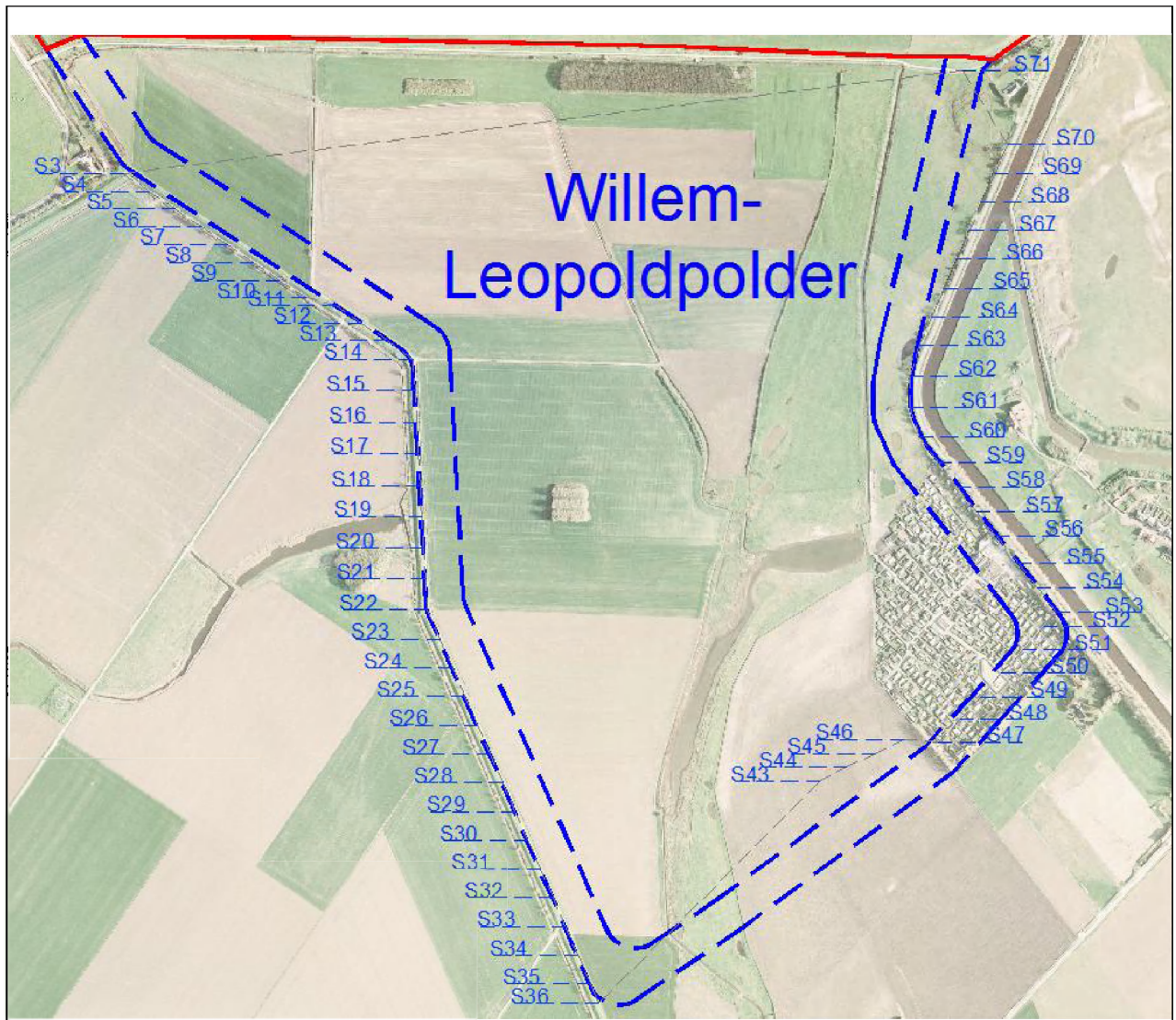
In Nederland bestaan de Holocene lagen uit het laagpakket van Schoorl/Zandvoort (duin- en strandzand) en de formatie van Naaldwijk (zeeklei en zand).

Voor voorliggend project zijn voornamelijk de Kwartaire sedimenten van belang voor de bespreking van de geologische opbouw. De Kwartaire afzettingen bepalen namelijk in grote mate het huidige bodemgebruik en landschap.



Figuur 4-10: Geologische kaart (Tertiair in Vlaanderen, Holocene in Nederland)

Door de Afdeling Geotechniek van het Ministerie van Vlaamse Gemeenschap werden in 2009 ter plaatse van het voorgestelde tracé voor de nieuwe primaire dijk in een eerste meetcampagne 63 sonderingen uitgevoerd. De locaties zijn aangeduid in Figuur 4-11. Sonderingen S1, S2, en S37 tot en met S42 (kreekrstant) worden in een later stadium uitgevoerd. Ter hoogte van sonderingen S6, S11, S19, S21, S27, S33, S43, S54, S60 en S67 werden eveneens boringen uitgevoerd (10 boringen van 5 tot 18 m diep). Figuur 4-11 toont de ligging van de sonderingen. In Bijlage A zijn de boorstaten opgenomen.



Figuur 4-11: Locatie sonderingen

De resultaten uit de eerste sondeercampagne werden onderzocht in samenspraak met Afd. Geotechniek van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

Op basis van de sonderingen, uitgevoerd door MVG Afdeling Geotechniek, werd een grondlagenprofiel opgesteld langsheen het tracé van de nieuwe primaire waterkering. Uit dit tracé werden een aantal maatgevende sonderingen geselecteerd als basis voor het dijkontwerp (dat door Technum-Tractebel Engineering wordt opgemaakt) :

- S19: Sondering ter plaatse van een oude Zwingeuil
- S24, S43 en S50: Sonderingen die maatgevend beschouwd kunnen worden langs grote delen van het tracé
- S54: Sondering ter plaatse van een oude Zwingeuil

In Bijlage A zijn de grondkarakteristieken voor de aanwezige grondlagen en de peilen van de bovenkant van de lagen per sondering opgenomen (Tabel 9-1, Tabel 9-2 en Tabel 9-3).

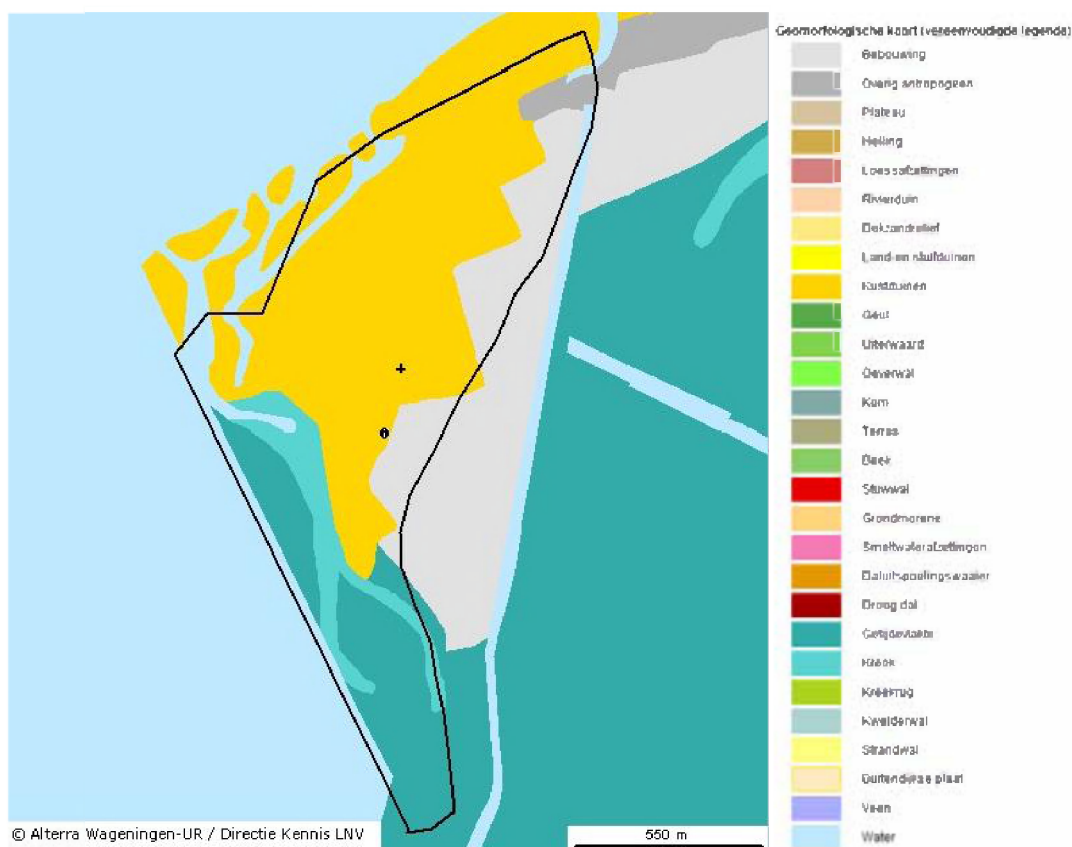
4.1.6 Waardevolle bodems en aardkundig waardevolle gebieden

Losgekoppeld van enige gebruiksfunctie kan een bodem als waardevol beschouwd worden vanuit een wetenschappelijk of maatschappelijk oogpunt. De ontwikkeling van een bodemprofiel is immers doorgaans een proces van duizenden jaren onder specifieke omstandigheden zoals de invloed van het moedermateriaal, het substraat, het klimaat, de geomorfologie en hydrologie, de fauna en flora, en de mens. Op deze manier vormt een bodemprofiel een weerspiegeling van de natuurlijke en cultuurhistorische voorgeschiedenis van een bepaalde locatie. Het bewaren en beschermen van de bestaande waardevolle bodems in Vlaanderen is belangrijk voor het behoud van het bodemkundig patrimonium.

In dit kader voerden de Universiteit Gent, de K.U. Leuven en de Bodemkundige Dienst van België een verkennende studie uit in opdracht van de dienst Land en bodembescherming, waarbij een eerste inventarisatie werd gemaakt van de waardevolle bodems in Vlaanderen. Er werd een referentiekader voor waardevolle bodems in Vlaanderen opgezet en uitgebouwd. Dit referentiekader bevat een beoordelingssysteem voor de waardebepaling van bodems en landschappen met het oog op de mogelijkheid deze te beschermen tegen verstoring. Criteria voor het beoordelingssysteem zijn onder meer kenmerkendheid, zeldzaamheid, bijzondere ouderdom, unieke bodemsysteem sequentie, gaafheid, vormkenmerkendheid en het beschikken over unieke eigenschappen ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek. Het project kan een eerste aanzet vormen tot het opstellen van een pedologische waarderingskaart.

Het Zwingebied, als zoutwaterschor voor de Vlaamse kust, is in deze studie opgenomen in de databank en heeft de waarde 'matig' waardevol gekregen.

Door het ministerie van LNV (Landbouw, Natuur en Visserij) in Nederland is binnen het project Landijs een inventarisatie uitgevoerd op landelijk niveau naar aardkundig waardevolle gebieden op nationaal en internationaal niveau. De resultaten van dit project zijn beschreven in de studie "Bewogen Aarde, Aardkundig erfgoed in Nederland". Daarin staat ook het Zwin aangegeven als aardkundig waardevol gebied. Via de website www.aardkunde.nl zijn de gebieden uit dit project weergegeven en beschreven (Figuur 4-12). De basis voor de afbakening is de gedetailleerde en landsdekkende geomorfologische kaart. Voor de beschrijving van de effecten van het Zwin-project op de geomorfologische kenmerken van het gebied wordt verwezen naar het deelrapport Landschap van dit MER.



Figuur 4-12: Aardkundig waardevol gebied Zwin op Nederlands grondgebied

Volgende gegevens zijn in de databank van de aardkundige waardevolle gebieden over het Zwin opgenomen:

Het Zwin

Gebiedsinformatie

- Gebiedsnaam: Het Zwin
- Gebiedsnummer: ZL10
- Oppervlakte: 116 ha.
- Provincie(s): Zeeland
- Gemeente(n): Sluis-Aardenburg, België



Aardkundige identiteit

- Genese :
Het transport van zand door de zee en de wind. Oorspronkelijk een kreek die uitgroeide tot zeearm, die via verschillende armen het land binnendrong. Als gevolg van bedijkingen in de 12e eeuw is deze kreek gaan verzanden.
- Vormen en patronen:

Een actieve kreek in een duingebied; een sluffer. Het kreeksysteem bestaat uit schorren, slikken, stranden en duinen.

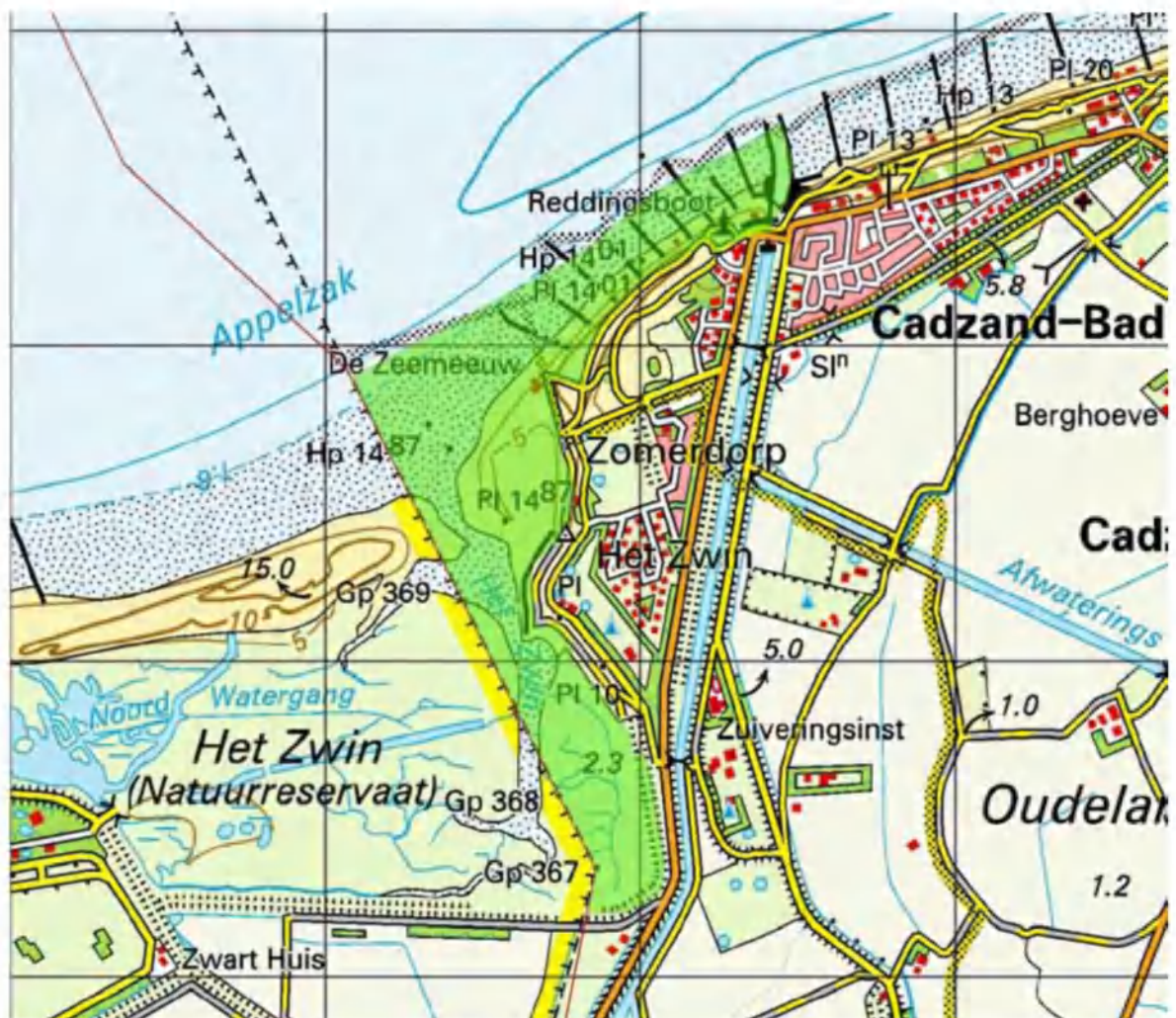
- Aardkundige waarde:
Het natuurreservaat Het Zwin is een actief, representatief en in Nederland zeer zeldzaam kreeksysteem.
- Ouderdom :
Holoceen.
- Huidige processen:
Intergetijdenprocessen; eb en vloed en transport van zand en slib.
- Relatie met bodem, geologie, geohydrologie:
Zandige bodems met een zoute hydrologie.
- Relatie met andere landschappelijke waarden:
Het natuurgebied dat rijk is aan kustvogels heeft een zeer open karakter. Vroeger was de kreek een belangrijke zeearm, die bevaarbaar was tot Brugge. Tegenwoordig is het kreeksysteem beperkt tot het natuurgebied dat wordt omsloten door een dijk. Het grootste deel van het gebied ligt in België.

Inventarisatie van beleidskansen

- Gebruik en eigendom:
Landgebruik Grasland, kustduinen en getijdengebied
Eigendom Staatsbosbeheer: Nee
Eigendom Natuurmonumenten: Nee
Eigendom Provinciaal Landschap: 50-60%
Overige eigendomssituaties: Gemeente
Status Nationaal Park: Nee
Status Provinciaal monument: Nee
- Beleidscategorieën:
Overlap met netto EHS: 30-40%
Overlap met Gebieden Behoud en Herstel: Nee
Overlap met Nationaal LandschapsPatroon: 80-90%
Overlap met GEA-gebieden >90%
Overlap met Waardevolle Cultuur Landschappen: Nee
Overlap met Belvedere – Cultuurhistorie: Nee
Overlap met Unesco-gebieden: Nee

(bron : www.aardkunde.nl)

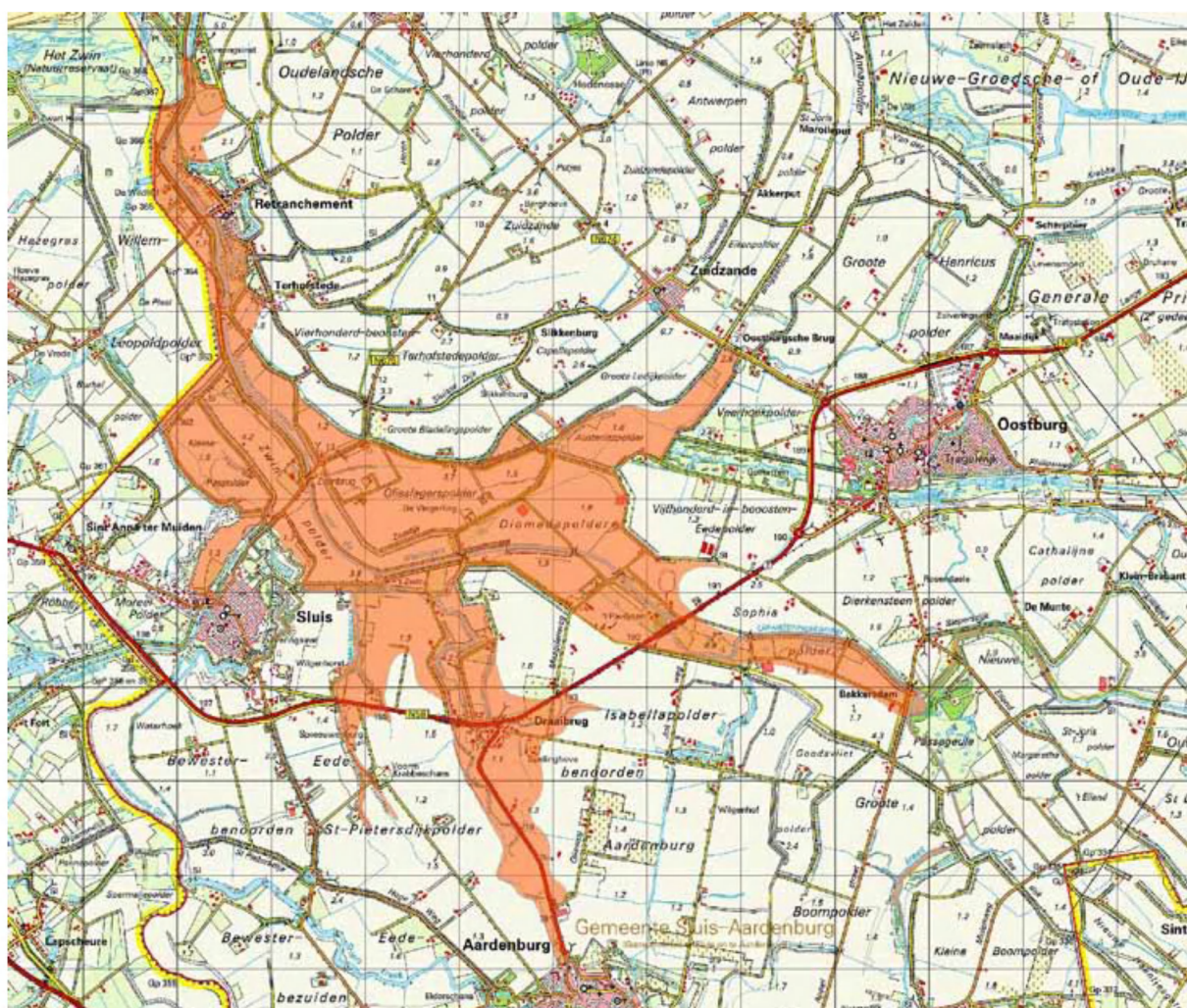
In de Provincie Zeeland (Nederland) is ondertussen een inventarisatie van aardkundig waardevolle gebieden uitgevoerd. Het Nederlandse deel van het Zwin is in november 2008 door de Gedeputeerde Staten van Zeeland aangewezen als Aardkundig Waardevol Gebied van internationale betekenis. Hierna zijn de gebiedsbeschrijvingen en bijhorende kaartjes (Figuur 4-13 en Figuur 4-14) van de twee aardkundig waardevolle gebieden van het Zwin in Nederland weergegeven (bron : Provincie Zeeland). Er is bij de aanwijzing van de aardkundige waarden van het Zwin onderscheid gemaakt in het nog actieve, buitendijkse deel van het Zwin en het verlande en ingepolderde deel ervan; het zogenaamde kreekrestantensysteem van het Zwin.



Figuur 4-13: Aardkundig waardevol gebied op Nederlands grondgebied : Het Zwin

Gebiednummer 14: Het Zwin	
Fenomeen:	Actief Kreeksysteem
Waardering:	Internationaal niveau, nationaal niveau
Huidig gebruik:	Natuur, recreatie
Bescherming:	Natuurgebied, Nb-wet, Nationaal Landschap, Provinciaal Belvedere gebied
Bodemsoort:	Kalkloze zandgronden en niet gerijpte minerale gronden
Vegetatie:	Duinvegetatie en kweldervegetatie
Ouderdom:	Laat Subatlanticum
Fenomeen	Het natuurreservaat Het Zwin is een actief, representatief en in Nederland zeer zeldzaam kreeksysteem. Het Zwin is een restant van een verland geulsysteem dat Brugge en Damme met de Noordzee verbond. Het Zwin is ontstaan rond het begin van onze jaartelling. Als gevolg van de rijzing van de zeespiegel waren er doorbraken in de duinenrij langs de Noordzeekust. Tijdens stormvloed schuurde de zee nieuwe en verlande geulen uit. De geul groeide uit tot zeearm, waardoor in het achterland een wijdvertakt geulenstelsel ontstond. Steden als Damme en Brugge werden bereikbaar voor de scheepvaart. Als gevolg van bedijkingen in de 12^e eeuw is deze kreek gaan verzanden en werd Het Zwin onbevaarbaar. Grote delen van Het Zwin konden worden ingepolderd.

	De monding van Het Zwin is een actieve kreek in een duingebied; een sluffer. Het kreeksysteem bestaat uit schorren, slikken, stranden en duinen. De intergetijdenprocessen, het zandtransport onder invloed van eb en vloed vinden nog steeds plaats. De schor wordt aan de zeezijde begrensd door een duinenrij en aan landzijde door een dijk. Het is een belangrijk broedgebied voor vogels. Het Zwin ligt voor 80 procent op Belgisch grondgebied. Het beheer vindt plaats in nauwe samenspraak met de Belgische beheerder.
Bescherming	Het Zwin is voor 71% van het totale gebied natuurgebied, in handen van Zeeuws Landschap. 89% van Het Zwin is Natura 2000-gebied (Nb-wet). Het gebied is geheel onderdeel van het Nationaal Landschap West Zeeuws-Vlaanderen en is geheel Provinciaal Belvedere gebied.
Overig	www.aardkunde.nl, Aardkundige aandachtsgebieden (Gonggrijp, 1989) www.hetzeeuwslandschap.nl Van het Nederlandse deel zijn de stranden, de geulmonding en de strandvlakten vrij toegankelijk. De schor is niet vrij toegankelijk. In de zomerperiode worden hier regelmatig excursies georganiseerd.



Figuur 4-14: Aardkundig waardevol gebied op Nederlands grondgebied : Kreekrestanten-systeem Het Zwin

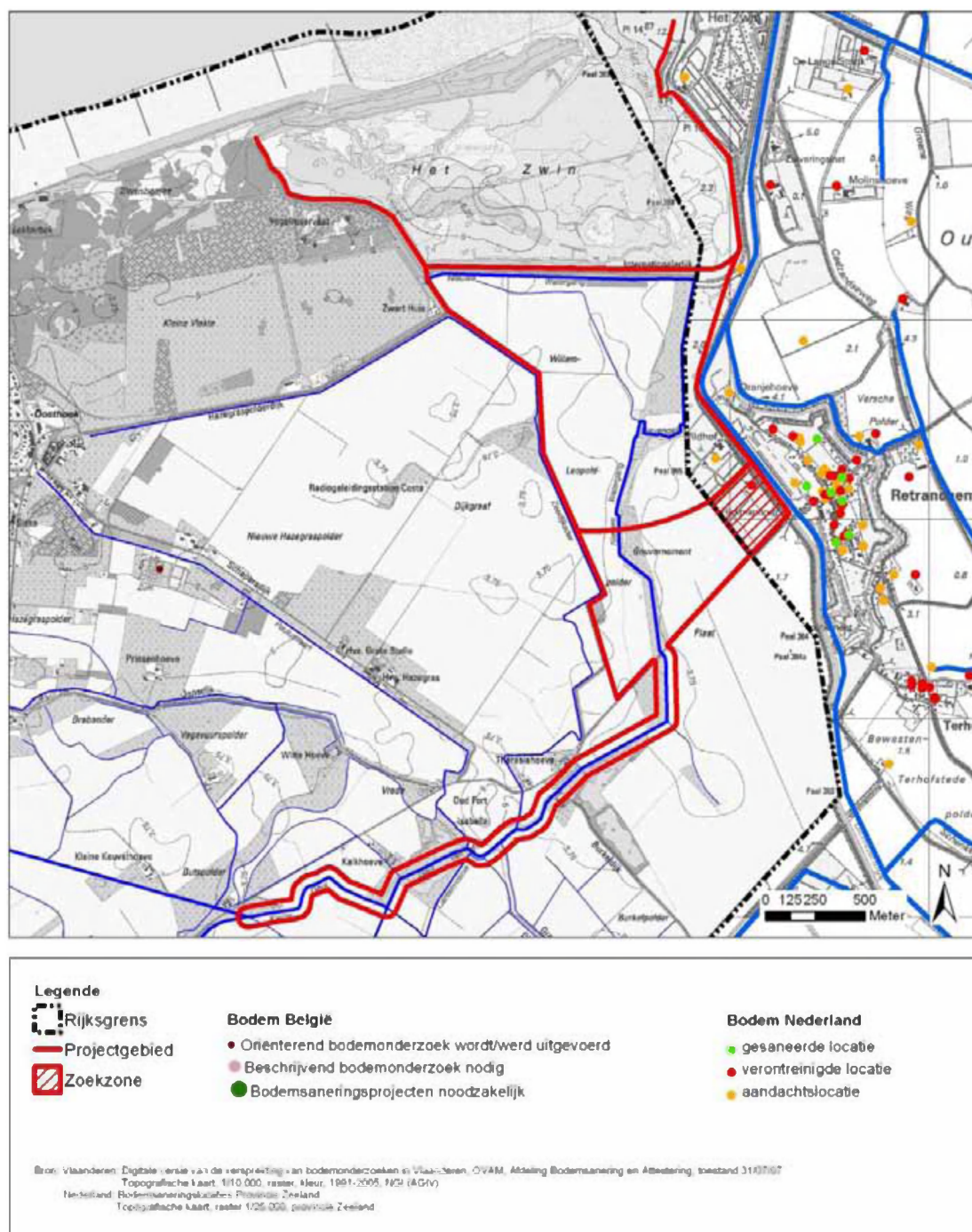
Gebiednummer 17: Kreekrestantensysteem Het Zwin	
Fenomeen:	Kreeksysteem
Waardering:	Provinciaal niveau
Huidig gebruik:	Natuur, landbouw, bewoning, recreatie
Bescherming:	Natuurgebied, Nationaal Landschap en Provinciaal Belvedere gebied
Bodemsoort:	Voornamelijk zeekleigronden met in het noordelijkste punt kalkloze zandgrond
Vegetatie:	Landbouw: bouwland met stukken grasland
Ouderdom:	Laat Subatlanticum
Fenomeen	Kreekrestantensysteem Het Zwin is vele malen groter dan het huidige actieve deel van de kreek. Door het gebied in samenhang te beschermen is het mogelijk een indruk te krijgen van de volle omvang van kreeksysteem Het Zwin. Het Zwin is een restant van een verland geulsysteem dat Brugge en Damme met de Noordzee verbond. Door stormvloed en schuurde de zee nieuwe en verlande geulen uit. De geul groeide uit tot zeearm, die via verschillende armen het land binnendrong. Als gevolg van bedijkingen in de 12^e eeuw is deze kreek gaan verzanden. Vroeger was Het Zwin een belangrijke zeearm, die bevaarbaar was tot Brugge. Het Zwin is belangrijk geweest voor de ontwikkeling van de steden in de achterliggende polders. Tegenwoordig is het kreeksysteem beperkt tot het natuurgebied dat wordt omsloten door een dijk. Het grootste deel van het gebied ligt in België. 

	
Bescherming	Het kreekrestantensysteem van Het Zwin is voor 17% natuurgebied (Zeeuws Landschap, Staatsbosbeheer, particulier). Daarnaast is het geheel onderdeel van het Nationaal Landschap West Zeeuws-Vlaanderen en is 95% Provinciaal Belvedere gebied.
Overig	www.staatsbosbeheer.nl , www.hetzeeuwslandschap.nl

4.1.7 Bespreking bodemkwaliteit

Naast de bodemkundige beschrijving in paragraaf 4.1.2 wordt in deze paragraaf gefocust op de bodemkwaliteit en in het bijzonder op de eventueel aanwezige bodemverontreiniging.

Figuur 4-15 geeft de ruimtelijke spreiding van de gekende verontreinigde locaties binnen het studiegebied weer, volgens de OVAM-databank en de databank van de Provincie Zeeland. Uit deze figuur blijkt dat er op Vlaams grondgebied geen bodemonderzoeken zijn uitgevoerd (wegens het ontbreken van risicoactiviteiten). Op Nederlands grondgebied bevindt zich wel een verontreinigde locatie (ter hoogte van de bewoning langs de Kanaalweg, in de zoekzone) en een aandachtslocatie (Camping de Sandt Plaet). Deze locaties werden echter voldoende onderzocht en zonodig gesaneerd waardoor geen vervolgacties noodzakelijk zijn.



Figuur 4-15: Ruimtelijke spreiding verontreinigde locaties

Tot op heden vonden geen industriële activiteiten plaats in het projectgebied, er worden bijgevolg geen bijzondere knelpunten inzake bodemverontreiniging verwacht. Als gevolg van de oorlogsactiviteiten die zich afspeelden in het Zwingebied, kan op sommige locaties wel vervuiling met zware metalen mogelijk zijn. Gezien de historie van het gebied (veel defensieve werken, frontlinie, ...) bestaat de kans dat er restanten van explosieven tijdens de graafwerken aangetroffen worden. Anderzijds is het gebied ondertussen ook wel vergraven geweest : in het bestaande Zwin zijn periodieke onderhoudsgraafwerken gebeurd, in de Willem-Leopoldpolder is een camping aangelegd of wordt geploegd, dus tot op

ploegdiepte zijn geen restanten te vinden. Tijdens het reeds uitgevoerde bodemonderzoek (geotechnische sonderingen en boringen langs het tracé van de nieuwe dijk) zijn alvast geen meldingen van niet gesprongen explosieven of grote hoeveelheden munitie gemaakt. Er volgt nog milieuhygiënisch onderzoek in het kader van het grondverzet, ook ter plaatse van het nieuwe dijktracé. Dit onderzoek kan ook aandacht besteden aan achtergebleven munitie. In de provincie Zeeland is dit een bodemthema. Er wordt momenteel een 'munitiekaart' opgemaakt. Uit het besef dat vondsten en ruiming van explosieven altijd leiden tot vertraging, bijkomende kosten en grote veiligheidsrisico's heeft de provincie Zeeland het initiatief genomen om een kaart te maken met aandachtsgebieden. Voor wat betreft de munitiedumps is er tot nu toe geen melding voor het Zwin binnengekomen.

In de gemeente Sluis hebben op diverse locaties gevechtshandelingen plaatsgevonden. Binnen de explosievenruiming wordt een drietal classificaties aangehouden (hoog verdacht, verdacht en niet tot nauwelijks verdacht gebied). Het gebied van het Zwin kan worden aangeduid als "niet tot nauwelijks verdacht op de aanwezigheid van niet-gesprongen conventionele explosieven". Deze classificatie is gebaseerd op aanwijzingen dat er in en op het gebied en omgeving oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden. Directe plaatsbepalingen zijn uit verkregen aanwijzingen (archieven, gegevens verkregen uit literatuur en luchtfoto's van het gebied) niet te geven. Het voor Sluis uitgevoerde historisch vooronderzoek classificeerde het gebied vanaf het uitwateringskanaal/Cadzand-Bad tot en met de locatie voormalige Veerhaven/Breskens als "verdacht gebied". Deze classificatie was voornamelijk het gevolg van de aanwezigheid van het Fort Frederik Hendrik te Breskens. Ten aanzien van het Zwin is het vooronderzoek naast 'historisch interessant' evenwel van geringe betekenis.

Uit de beschikbare informatie van de provincie Zeeland en de gemeente Sluis blijkt het Zwin tot nu toe van geringe betekenis te zijn als het gaat om trefkansen van niet gesprongen explosieven.

Ook door het intensief agrarisch gebruik van de Willem-Leopoldpolder kan de bodem wellicht in zekere mate aangerijkt zijn met nitraten, fosfaten en pesticiden.

De olieramp met het gezonken autoschip Tricolor (december 2002) waarbij ruim 170 ton stookolie in zee terechtkwam kan ook een oorzaak zijn van eventuele bodemverontreiniging in het Zwin. Ondanks de afsluiting van het gebied met een zanddam is toen olie kunnen doordringen tot in de geultjes en tot op de schorranden in de buurt van de hoofdgeul. De verontreiniging werd zoveel als mogelijk verwijderd maar men kon niet verhinderen dat op tal van plaatsen fijne oliefilms werden vastgesteld.

In Nederland wordt gewerkt met bodemkwaliteitskaarten. De bodemkwaliteitskaart geeft inzicht in de achtergrondgehalten van verontreinigingen in de bodem en in de mogelijkheden om grond opnieuw te gebruiken. Een gemeente wordt hierbij ingedeeld in één of meer zones die een vergelijkbare bodemkwaliteit hebben. De kwaliteit is afgeleid van historische gegevens (ontstaansgeschiedenis, gebruiksfuncties en bodemopbouw) en statistische gegevens uit bodemonderzoeken. Bij de bodemkwaliteitskaart hoort een bodembeheersplan waarin alle regels voor het grondverzet zijn opgenomen. Een detail van de bodemkwaliteitskaart van de gemeente Sluis⁶ is weergegeven in Figuur 4-16. In deze bodemkwaliteitskaart is het grondgebied van de gemeente Sluis ingedeeld in vijf zones met een vergelijkbare algemene milieuhygiënische bodemkwaliteit

⁶ Marmos Bodemanagement (2009) Bodemkwaliteitskaart Gemeente Sluis Eindrapport. Opdrachtgever: Gemeente Sluis, Projectnummer: P07-18.

Zone	Kwaliteitsklasse Bovengrond (0-0,5 m-mv)	Kwaliteitsklasse Ondergrond (0,5-2,0 m-mv)
A Buitengebied en naoorlogse woonwijken	Achtergrondwaarde	Achtergrondwaarde
B2 Woonwijken vooroorlogse kernen	Wonen	Wonen
C Woonwijken 17 ^e eeuwse kernen	Industrie	Wonen
D Bedrijfsterreinen	Achtergrondwaarde	Achtergrondwaarde
J Breskens Havens	Wonen (vooral snog)	Achtergrondwaarde (verwachting)

Voor minder 1 % van het gemeentelijk oppervlak is geen gemiddelde kwaliteitsklasse vastgesteld. Dit betreft een aantal kleine bedrijfsterreinen met (vrijwel) geen gegevens en het duingebied en strand langs de kust.

In de voorgaande bodemkwaliteitskaart van het buitengebied was een diffuse verontreiniging met de bestrijdingsmiddelen DDD, DDE, DDT en drins vastgesteld. In onderhavige bodemkwaliteitskaart is vastgesteld dat de gemiddelde kwaliteit van onverdachte bodems in het buitengebied voldoet aan de achtergrondwaarden voor DDD, DDE, DDT en drins. In de bodemkwaliteitskaart wordt een gemiddelde achtergrondkwaliteit van grotere gebieden vastgelegd. Plaatselijk kan de bodemkwaliteit hiervan afwijken, bijvoorbeeld in geval van verdachte locaties, wegbermen, boerenerven en bijmengingen van puin en koolas.

Toepassen van grond op basis van deze bodemkwaliteitskaart is echter pas mogelijk, nadat eerst een historische toets is uitgevoerd. De verdere regels en randvoorwaarden voor het toepassen van grond zijn vastgelegd in de gezamenlijke Nota Bodembeheer van de gemeentes Hulst, Sluis en Terneuzen.

Volgens informatie van de gemeente wordt de bodem voor het buitengebied (dus ook de omgeving van het projectgebied) tot op 2 meter diepte als 'niet verontreinigd' beschouwd. Over de kwaliteit van de bodem van de dorpen en andere campings is geen specifieke informatie voorhanden. De twee locaties aangeduid op Figuur 4-15 die binnen het projectgebied op Nederlands grondgebied liggen, zijn volgens het bodeminformatiesysteem van de gemeente Sluis voldoende onderzocht en hebben geen vervolg nodig. De gele stip is een camping (camping de Sandt Plaet) en de rode stip is een burgerlijk en utiliteitsbouwbedrijf. Verder zijn er geen historische verdachte gegevens aanwezig bij de gemeente Sluis, ook niet in het Historisch Bodem Bestand.



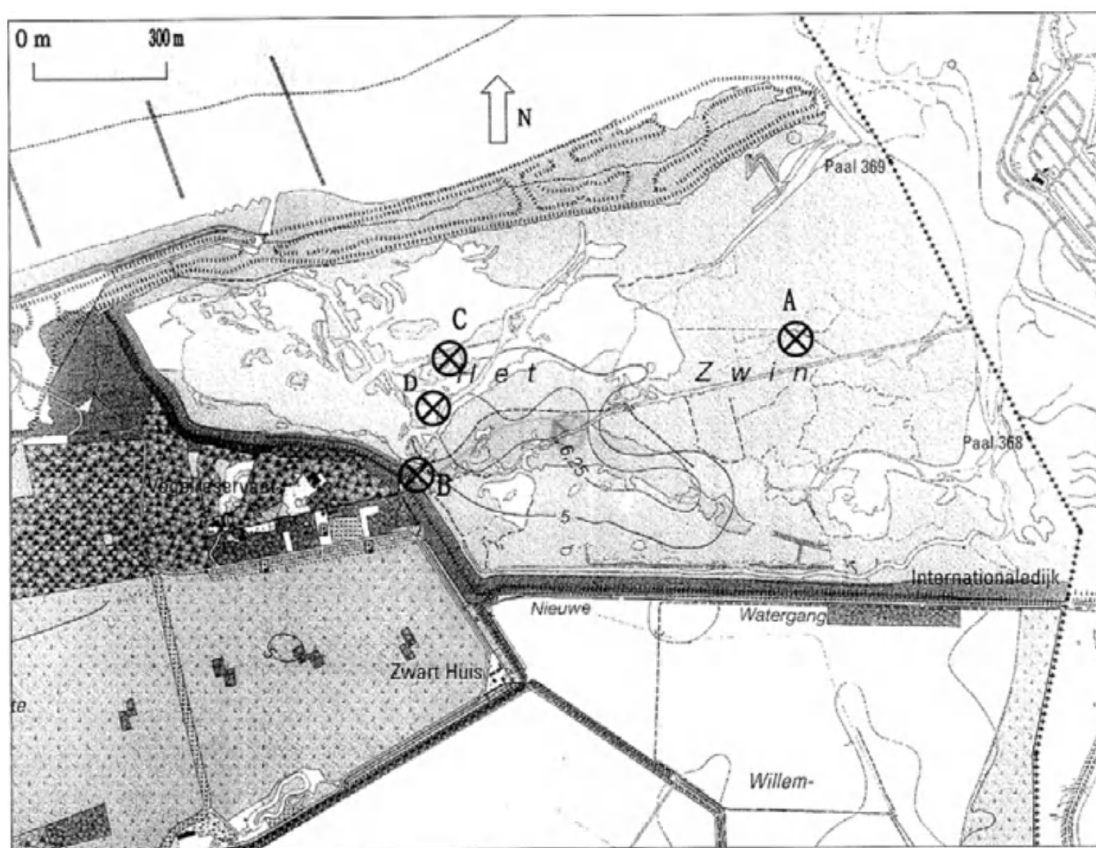
Figuur 4-16: Detail van de Bodemkwaliteitskaart van de gemeente Sluis

Voorafgaand aan dit MER werd een preliminair milieuhygiënisch onderzoek (ABO, 2004) uitgevoerd ten behoeve van de bepaling van de milieuhygiënische kwaliteit van de specie die afgegraven dient te worden in het Zwin. Het huidige Zwin werd hierbij in vier deelgebieden opgesplitst; in elk deelgebied werd 1 boring uitgevoerd en 1 mengmonster geanalyseerd.

Tabel 4-5: Overzicht monsters per deelgebied

Mengmonster	Omschrijving afgraving werken	Diepte (m)
A	Afgraven oostelijk deel	0.5
B	Verbreiding en verdieping bestaande geul	0.1
C	Af te plaggen eilandjes	0.1
D	Graven geulensysteem rond de eilandjes	1.0

Het bemonsteringsplan wordt weergegeven in Figuur 4-17.



Figuur 4-17: Bemonsteringsplan milieuhygiënisch bodemonderzoek

(Bron: Preliminair milieuhygiënisch onderzoek t.b.v. de afgravingen i.k.v. het beheersplan voor 'Het Zwin')

Uit de analyseresultaten en de toetsing aan de normen voor gebruik als bodem blijkt dat voor de monsters MMA, MMC en MMD geen enkele norm werd overschreden en dat vrij gebruik als bodem bijgevolg mogelijk is in de bestemmingstypes I, II, III, IV en V. In het monster MMB ter hoogte van de bestaande geul werd een licht verhoogde concentratie aan benzo(a)antracene en nikkel vastgesteld waardoor vrij gebruik als bodem hier enkel mogelijk

is in de bestemmingstypes II, III, IV en V. Uit de toetsing aan de normen voor hergebruik als niet-vormgegeven bouwstof bleken alle monsters te voldoen. Het gebruik als niet-vormgegeven bouwstof is toegelaten, onder voorbehoud van een bijkomende uitloogtest.

Het uitgevoerde onderzoek was een preliminair onderzoek. Aangezien de toegepaste strategie niet volstond om een gebruikscertificaat voor het gebruik van een afvalstof als secundaire grondstof aan te vragen, zal nog een aanvullend onderzoek nodig zijn.

Voorafgaand aan de uitvoering van het project, in het kader van het grondverzet (ter hoogte van de afgravingen in het bestaande Zwin en ter hoogte van de dijkwerken in het uitbreidingsgebied) is nog een milieuhygiënisch bodemonderzoek gepland dat zal uitgevoerd worden conform de wettelijke normen in Vlaanderen en Nederland.

Voor de gegevens over de kwaliteit van de waterbodem van de polderwaterlopen in het studiegebied wordt verwezen naar de discipline Water.

4.2 Te verwachten ontwikkelingen

4.2.1 Autonome ontwikkelingen

De belangrijkste autonome ontwikkeling met impact op de bodem in het studiegebied is de verdere verzanding van het Zwin en de verderzetting van het huidige bodemgebruik (landbouw, natuur, recreatie en bewoning) in de Willem-Leopoldpolder.

Inzake de verzanding wordt verwacht dat zonder onderhoud het **Zwin** op langere termijn volledig zal verzanden. Hierdoor zal het gebied verruigen en op nog langere termijn verzoeten. Volgende evolutie inzake verzanding heeft zich gedurende de laatste decennia voorgedaan (Econnection, 2004) en zal zich, zonder ingrijpen, naar verwachting in de nabije toekomst verder doorzetten.

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.

Hoewel de schorren en de slikken dus van nature een langzame verzanding kennen, is vastgesteld dat de verzanding in het Zwin de laatste decennia versneld is opgetreden. Vanaf 1987 kon een geleidelijke verzanding van het Zwin waargenomen worden aan de hand van de monitoring van de hoogtetoeename (en –afname) van het strand, de schorren en slikken van het Zwin.

Op het strand, aan de duinvoet en in het mondingsgebied van de Zwingeul zijn de hoogteverschillen het meest intens. Vooral in dat laatste gebied worden de natuurlijke morfologische processen mede beïnvloed door de beheerswerken, die hier sinds 1989 op geregelde tijdstippen worden uitgevoerd. De morfologische evolutie sinds 1987 wees zowel op aanvoer van zand vanuit de richting van Nederland als van België.

- De hoogteverschillen op het **strand** zijn vaak verbonden met de verplaatsing van strandruggen en brekerbanken. De dominerende processen van zandverplaatsing zijn het eolisch transport op het droogstrand en nabij de duinvoet, en het brandings-

en getijtransport op het bij hoogwater overspoelde gedeelte van het strand. Sinds 1991 is een afslag van het droogstrand en een aangroei van het natstrand merkbaar.

- Verbonden aan meandererosie van de Zwingeel, was het **duin** aan Belgische zijde na 1990 aan erosie onderhevig. In het duin werd een metershoge verticale erosiewand gevormd, die nog steeds zichtbaar is. Nadien verlegde de Zwingeel zich weer terug meer in oostelijke richting. In 1992 verlegde de Zwingeel zich weer in westelijke richting en werden de duinen geërodeerd. Eind 1992 meanderde de Zwingeel weer in oostelijke richting.
- Binnen de **Zwinvlakte** (slikken en schorren) is de stijging in hoogte het meest uitgesproken in het zuidoostelijk, niet-toegankelijk gedeelte van het Zwin. De aangegroeide zones zijn voornamelijk de zandplaten van de meertjes M1 en M2, de slikplaten en de arealen van Zeekraal en Schorrekruid op Belgisch grondgebied. In het zuidoostelijk gedeelte is een hoogtetoename sinds 1987 merkbaar van ca. 25 cm tot maximaal 0,75 m. Er werd een verschil in de tijd opgemerkt in de mate en de plaats van de hoogtetoename binnen het zuidoostelijk gedeelte van het Zwin. In de periode 1987-1989 was de stijging in hoogte algemeen in de zand- en slikplaten (de vroegere meertjes M1 en M2) en de weinig begroeide, laagste schorre. Nadien kenden vooral de kreekoevergebieden, die begroeid zijn met Zeekraal, Schorrekruid, Gewone zoutmelde en Strandkweek, een hoogtetoename. Mogelijk is deze zonering in hoogtetoename een gevolg van de uitdiepingswerken van de Zwingeel, waarbij hogere stroomsnelheden in de krekken aanvankelijk een aanzanding in de krekken zelf voorkwamen.
- Ook omheen de centrale geul (**geul G**) die het toegankelijk van het niet toegankelijk gedeelte scheidt, is er een hoogtetoename. Vooral in het oostelijk (toegankelijk) deel is een duidelijke hoogtetoename waar te nemen.
- Verder zijn er significant in hoogte toegenomen gebieden omheen de kreek langs de Belgische duinenrij (zijgeul B). Hier is zand binnengedrongen tengevolge van het snel aanzanden van de gegraven zandvang en tengevolge van de verwijdering van de aangelegde zanddam in 2003.
- Op het Nederlandse gedeelte is eveneens een hoogtetoename merkbaar, die voornamelijk gesitueerd is op de zones met Gewone zoutmelde en Strandkweek.
- De Zwinmonding is momenteel tot een vrij hoog niveau opgehoogd. Deze vormt een drempel voor het instromend water, zodat slechts gedurende een korte tijd van de vloedfase gebruik gemaakt wordt voor de overstrooming van de Zwinvlakte.

De verzanding van het Zwin heeft een verandering van de bodemgesteldheid tot gevolg. Door verhoogde zandsedimentatie worden de slikke- en schorregronden overdekt door zandafzettingen.

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 verstuiwbaar zand beschikbaar is (Provoost et al. 1996). Op

termijn zou het Zwin wellicht evolueren naar een brakwaterlagune, doordat de verzanding van de Zwingeuil zal toenemen en hierdoor de getij-invloei afneemt. Door de geringere invloed van de tijwerking en de overstromingen met zeewater, zal een typische brakwaterflora tot ontwikkeling komen, terwijl op de hogere delen waarschijnlijk een evolutie naar duinvegetaties zal plaatsvinden. Deze gebieden zouden wellicht niet meer overstromen. De Zwingeuil 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 en tot zoetwatermoerassen met rietvelden en wilgenstruwelen. Bij een extensieve begrazing zouden de hoger gelegen delen evolueren tot duin- en binnenduin graslanden.

Samen met de veranderde zout- en getijde-invloei zullen de buitendijkse estuariene slik- en schorbodems naar binnendijkse (zoete) landbodems evolueren, met op zeer lange termijn de ontwikkeling van typische landbodemprofielen.

Met betrekking tot het bodemgebruik in de **Willem-Leopoldpolder** wordt weinig autonome evolutie verwacht. Enkel een normale wijziging in teeltstructuur (en dus bodembewerking) in functie van de gebruikelijk gehanteerde teeltwisseltechnieken kan verwacht worden.

4.2.2 Beleidsgestuurde ontwikkelingen

Er mag echter aangenomen worden dat ook zonder de ontpoldering in de Willem-Leopoldpolder (dat het voorwerp uitmaakt van het in voorliggend MER bestudeerd project), er naar een behoud van het estuarien natuurgebied gestreefd zal worden, zoals geformuleerd in diverse beleidsdocumenten. Dit kan nog 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 laatstgenoemde plan werd geopteerd voor eerder grootschalige onderhoudswerken zoals de afgraving van de Zwinvlakte, het instellen van een natuurlijker getijdesysteem op 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. Door de grootschaligheid van de interne inrichtings- en beheermaatregelen wordt ook de (bodem)verstoring van het gebied door werken langer uitgesteld.

Dit onderhoud zal in beide gevallen tot een periodieke verstoring van de bodem leiden, in het eerste geval vergelijkbaar met hetgeen de voorbije decennia heeft plaatsgevonden, in het tweede geval – aangezien de grootschalige onderhoudswerken ook geïncorporeerd werden in het voorliggend project - vergelijkbaar met een deel van de effecten beschreven in hoofdstuk 5.

Voor de discipline bodem worden verder geen andere beleidsgestuurde ontwikkelingen verwacht die relevant zijn voor de referentiesituatie met betrekking tot de bodem (horizon 2010 en doorkijk naar 2030).

4.3 Referentiesituatie

De te verwachten toestand in het studiegebied, wanneer het project niet zal uitgevoerd worden in het referentiejaar (2010), rekening houdend met de bestaande situatie en de te verwachten autonome en beleidsgestuurde ontwikkelingen zal voor het aspect bodem in weinig verschillen met de huidige situatie. In functie van de noodzaak zal in beide gevallen

ingegrepen worden om de verzanding van het Zwin en het verlies van de unieke estuariene natuur tegen te gaan. Volgens het beheersplan voor het Zwin, opgemaakt door Econnection (2004) zou circa 200.000 m³ grondverzet (en dus grondoverschot) voorzien zijn voor afgravingen, afplagging en aanpassen geulensysteem. De landbouwactiviteiten in de Willem-Leopoldpolder worden verder gezet, de bewoning en camping blijven aanwezig. Op langere termijn kan de recreatieve druk op het Zwin toenemen. Naar effecten op de bodem kan hierdoor een zeer geringe doch plaatselijke toename in verdichting door betreding verwacht worden.

In de omgeving van het Zwin (Oud fort Isabella, Kleyne Vlakte, Zwinbosjes, Natuurgebied Stichting Zeeuws Landschap) zal een sterkere nadruk op natuurontwikkeling komen te liggen wat ten aanzien van bodem een evolutie naar een natuurlijk bodemgebruik en een minimale verstoring door grondbewerking en bemesting zal betekenen. De waterkwaliteit (en bijgevolg de waterbodemkwaliteit) zal in 2010 in delen van het studiegebied aanzienlijk verbeterd zijn maar zal plaatselijk nog sterk te wensen overlaten. In 2030 zal de kwaliteit nog verder verbeterd zijn.

In Tabel 4-6 worden de waarden voor de verschillende beoordelingscriteria weergegeven voor het referentiejaar 2010 en doorkijk naar 2030.

Tabel 4-6: Beoordeling van de referentiesituatie in 2010 en 2030 in vergelijking met de huidige situatie

Criterium	Situatie 2010	Situatie 2030
Bodemverdichting	0	0
Bodemprofielverstoring	0	0
Wijziging in bodemgebruik	0	0
Grondverzet (overschot)	0	0
Wijziging (water)bodemkwaliteit	+	++

5. BESCHRIJVING VAN DE EFFECTEN

5.1 Effecten die geen deel uitmaken van het beoordelingskader

Hiervoor wordt verwezen naar paragraaf 2.4. Het gaat om bepaalde wijzigingen in bodemkwaliteit, bodemvochtgehalte, verzilting van de bodem en effecten op morfologie.

In volgende paragrafen worden de relevant geachte en onderscheidende effecten ten gevolge van de uitvoering van het Zwin-project op de bodem besproken.

5.2 Bodemverdichting

Als gevolg van transport door (zware) vrachtwagens en andere machines (bouwverkeer), zal structuurverval van de onverharde bodem optreden in de werkzones en op de tijdelijke werfwegen. Dit structuurverval kan zich uiten in verdichting van de oppervlakkige en/of diepere bodemlagen en in verslemping of korstvorming van de oppervlakkige laag. Ook waar bouwmaterialen op het werkterrein gestapeld worden, is verdichting een te verwachten effect. Door verdichting van de bodem, vermindert de drainagecapaciteit. Als gevolg hiervan wijzigt de waterhuishouding van de bodem. De bodem zal na regenval langer in verzadigde toestand blijven. Dit heeft invloed op de verdere vegetatieontwikkeling.

Verdichting zal voornamelijk tijdens de aanlegfase verwacht worden, gevolgen van de verdichting zullen na de aanlegwerken nog een impact blijven uitoefenen vooral daar waar na de werken de bodem opnieuw vegetatie dient te dragen (landbouw- of natuurgebied, groenzone).

Van de potentieel verdichtingsveroorzakende ingrepen worden alle ingrepen die uitgevoerd worden in het uitbreidingsgebied zelf als niet betekenisvol beschouwd (verwijderen opgaande vegetatie, inrichting van de polder als intergetijdengebied, oprichten van interne dijken (spuidijken), weggraven van de Internationale Dijk, tijdelijke stapeling van gronden). Reden hiervoor is de beoogde ontwikkeling tot intergetijdengebied, waar nieuwe bodems zullen ontstaan ten gevolge van sedimentatieprocessen. Eventuele natuurontwikkeling (vegetatie) zal pas na het ontstaan van een nieuwe (schor)bodem kunnen plaatsgrijpen. Hierbij zal de aanwezigheid van een al dan niet verdichte bodem weinig belang hebben bij de nieuwe bodemvorming. Er kan enkel aangenomen worden dat een verdichte bodem een iets langere weerstand aan erosie zal vertonen. In de laaggelegen Willem-Leopoldpolder wordt echter in de eerste jaren vooral sedimentatie verwacht. Ook zullen in grote delen van de polder bij aanvang overschotgronden gedeponneerd worden (ter modellering van het intergetijdengebied) zodat de toestand van de onderliggende bodem weinig belang zal hebben.

Verdichting tijdens de gebruiksfase ten gevolge van periodiek onderhoud van de dijken, grachten of werken aan kunstwerken of pompgebouw is zeer plaatselijk en zal slechts zeer periodiek voorkomen en wordt in vergelijking met de mogelijke verdichting ten gevolge van de grootschalige dijkwerken als verwaarloosbaar beschouwd.

Het ontruimen en afbraak van de camping en de woningen in de zoekzone kunnen eveneens bodemverdichting veroorzaken, doch de reeds verstoorde toestand van de bodem en het feit dat deze zones ook intergetijdengebied zullen vormen, maakt dat verdichting hier eveneens niet belangrijk geacht wordt.

Werken die in het huidige Zwin gepland zijn (afgraven schor, verdiepen en verleggen van de geulen, afgraven van het duin) grijpen plaats in een gebied dat door zijn zandige aard weinig

tot niet gevoelig is voor verdichting. De getijdenwerking en dagelijkse/periodieke overspoeling met zeewater zullen eventuele plaatselijke verdichtingsverschijnselen in zones met meer kleiige sedimenten opheffen.

Effecten op de bodem in de werkzones ten gevolge van verdichting zijn voornamelijk te verwachten waar de nieuwe (Delta)dijken aangelegd worden en - in geval van spuiwerking – waar een nieuwe waterloop moet aangelegd worden of een bestaande waterloop (waterloop WH.1, Reigaertsvliet) moet verbreed worden. Ten gevolge van het frequent berijden van de bodem met vrachtwagens en machines en door stapelen van gronden kan de bodem verdicht geraken. Mogelijke verdichting zal vooral te verwachten zijn tijdens de aanleg van de dijken aangezien dan gedurende langere periodes intensieve grondaanvoer naar en langs de dijken zal plaatsvinden.

Per alternatief wordt vervolgens ingeschat welke oppervlakte ten gevolge van de dijk- en waterloopwerken aan verdichting onderhevig kan zijn. Hierbij worden de lengtes van de dijken en waterlopen die in verdichtingsgevoelig gebied aangelegd worden, opgeteld. Dijken of waterlopen die langs de openbare weg worden aangelegd worden niet meegerekend aangezien het transport grotendeels langs die weg zal gebeuren (Retranchementstraat, Kanaalweg) of de aanleg binnen het toekomstig intergetijdengebied zal plaatsgrijpen. Als werkzonebreedte werd 20 m aangenomen voor de dijkwerken en 10 m voor de werken aan de waterlopen. Tabel 5-1 toont de berekening voor het nulalternatief en de uitbreidingsalternatieven, zonder of met spuiwerking, in Tabel 5-2 worden de resultaten voor de alternatieven inclusief zoekzone weergegeven.

Tabel 5-1: Oppervlakte verdichtingsgevoelige bodems per alternatief in het Zwin en de uitbreidingsgebieden

	Lengte dijken (m) in landbouw- of natuurgebied	Oppervlakte werkzone dijken (m²)	Lengte aan te leggen waterloop (m)	Lengte te verbreden waterloop (m)	Oppervlakte werkzone waterlopen (m²)	Totale oppervlakte (ha)
Nulalternatief	0	0	0	0	0	0
Alternatief 1A	3.083	61.660	0	0	0	6,2
Alternatief 1B	3.083	61.660	350	3.500	38.500	10,0
Alternatief 2A	3.658	73.160	0	0	0	7,3
Alternatief 2B	3.658	73.160	0*	3.000	30.000	10,3
Alternatief 4A	1.700	34.000	0	0	0	3,4
Alternatief 4B	1.700	34.000	350	3.500	38.500	7,2
Alternatief 5A	1.489	29.780	0	0	0	3,0
Alternatief 5B	1.489	29.780	0*	3.000	30.000	6,0

* er wordt een waterloop van circa 1000 m aangelegd maar deze is tussen de nieuwe zwindijk en de Retranchementstraat gelegen en wordt niet als gevoelig voor verdichting beschouwd gezien de aan- en afvoer van materiaal via deze weg zal gebeuren.

Tabel 5-2: Oppervlakte verdichtingsgevoelige bodems voor de alternatieven met zoekzone

Met zoekzone	Lengte dijken (m) in landbouw- of natuurgebied	Oppervlakte werkzone dijken (m²)	Lengte aan te leggen waterloop (m)	Lengte te verbreden waterloop (m)	Oppervlakte werkzone waterlopen (m²)	Totale oppervlakte (ha)
Alternatief 2C	3.042	60.840	0	0	0	6,1
Alternatief 2D	3.042	60.840	0*	3.000	30.000	9,1
Alternatief 5C	873	17.460	0	0	0	1,7
Alternatief 5D	873	17.460	0*	3.000	30.000	4,7

* er wordt een waterloop van circa 1000 m aangelegd maar deze is tussen de nieuwe zwindijk en de Retranchementstraat gelegen en wordt niet als gevoelig voor verdichting beschouwd gezien de aan- en afvoer van materiaal via deze weg zal gebeuren.

5.2.1 Alternatief 1A

De westelijke, zuidelijke en het noordelijke deel van de oostelijk aan te leggen Deltadijk (in het gebied Zwinweide) worden in landbouwgebied, natuurgebied aangelegd. Aangezien de werkzone achteraf nog vegetatie (landbouw) dient te dragen, is verdichting een te vermijden effect. Er is geen spuiwerking en bijgevolg geen aanpassing van de waterlopen nodig. In totaal zal circa 6, 2 ha kleiige bodem aan verdichting onderhevig zijn.

5.2.2 Alternatief 1B

Wat dijk lengte betreft, is alternatief 1B vergelijkbaar met alternatief 1A, door het spuibekken en de aanpassing van de waterlopen zal er bijkomend nog 3,8 ha werkzone in verdichtingsgevoelig gebied (oevers langs de te verbreden waterloop) bijkomen, in totaal een 10 ha.

5.2.3 Alternatief 2A

Door de grotere dijk lengte in verdichtingsgevoelig gebied zal de oppervlakte groter zijn dan die van alternatief 1A. Ongeveer 7,3 ha bodem kan te lijden hebben van verdichting tijdens de uitvoering van de dijkwerken.

5.2.4 Alternatief 2B

Bijkomend bij de werkzone voor de aanleg van de (Delta)dijken zal voor de aanpassing van het waterlopenstelsel voor de spuiwerking ongeveer 3 ha werkzone in verdichtingsgevoelig gebied bijkomen. Voor de aanleg van de 1000 m lange waterloop zal de Retranchementstraat als aanvoer- en afvoer route kunnen dienen (of de strook waar de dijk voorzien is), dus deze oppervlakte wordt niet meegerekend tot de verdichtingsgevoelige bodem. In totaal bedraagt de oppervlakte dan 10,3 ha.

5.2.5 Alternatief 4A

Door het reduceren van het getij kan de bestaande Nieuwe Hazegraspolderdijk gebruikt worden als waterkering, hierdoor is de totale nieuw aan te leggen dijk in uitbreidingsgebied beperkt tot 1700 m. De oppervlakte van de werk- en transportzone bedraagt dan 3,4 ha.

5.2.6 Alternatief 4B

Voor de aanvoer van polderwater naar het uitgebreide Zwin zal een bijkomende oppervlakte van circa 3,8 ha onderhevig worden aan intensieve transporten en werfactiviteiten. De totale oppervlakte neemt hierdoor toe tot 7,2 ha.

5.2.7 Alternatief 5A

De combinatie van het kunnen gebruiken van de reeds aanwezige Nieuwe Hazegraspolderdijk en de ligging van de zuidelijke dijk langs de Retranchementstraat maakt dat dit alternatief de kleinste problematische dijk lengte en dus oppervlakte (3 ha) inzake verdichting zal hebben.

5.2.8 Alternatief 5B

Voor de aanpassing van de waterlopen zal een 3 km lange verbreding van de waterloop WH.1 (Reigaertsvliet) nodig zijn. Het transport en de werfactiviteiten langs de oever van de waterloop zullen in verdichtingsgevoelig gebied gebeuren. De nieuw aan te leggen waterloop zal, zoals bij alternatief 2B, in geen bijkomende verdichting resulteren. De totale oppervlakte verdichtingsgevoelige bodem bij dit alternatief bedraagt 6 ha.

5.2.9 Spuiwerking

Wanneer een spuibekken voorzien wordt, zullen de bijkomende interne spuidijken, gelegen in het toekomstige intergetijdengebied geen aanleiding geven tot bijkomende relevante oppervlakte verdichte bodems. Spuiwerking betekent wel aanvoer van zoet polderwater via de bestaande, te verbreden waterloop WH.1 of vanuit Nederland via een nieuw te graven waterloop gelegen langs de Retranchementstraat. Voor de grootste uitbreidingen (alternatief 2 en 5) zal de afvoer van grond via de weg kunnen gebeuren, vandaar dat de 1 km lengte van deze waterloop niet meegenomen werd in de potentieel te verdichten bodem. De verbreding van waterloop WH.1 gebeurt vanop percelen in landbouwgebruik (akkers of weiland), gezien de kleiige bodem kan over het hele traject verdichting optreden.

5.2.10 Zoekzone

Alternatieven met zoekzone (2C, 2D, 5C en 5D) zullen aanleiding geven tot een geringere oppervlakte verdichtingsgevoelige bodem (ca. 1,2 ha minder dan bij de vergelijkbare alternatieven zonder zoekzone) aangezien de dijken tot tegen de wegen aangelegd worden.

5.2.11 Westelijke geulverlegging

Bij een volledige westelijke geulverlegging gaat het om een bijkomende vergraving van het bestaande Zwin dat als weinig tot niet verdichtingsgevoelig gebied beschouwd wordt. In het uitbreidingsgebied zijn geen bijkomende ingrepen voorzien.

5.2.12 Synthese bodemverdichting

In Tabel 5-3 wordt een samenvatting gegeven van de beoordeling van de alternatieven, op basis van de oppervlakte en aard van de verdichtingsgevoelige bodem en volgens het gehanteerde beoordelings- en significantiekader. Tabel 5-9 geeft het overzicht van de resultaten voor de alternatieven met zoekzone.

Tabel 5-3: Overzicht beoordeling criterium bodemverdichting

	Totale oppervlakte bodemverdichtingsgevoelig gebied (ha)	Aard van de bodem (uitbreidingsgebied)	Beoordeling
Nulalternatief	0	zand	0
Alternatief 1A	6,2	klei	---
Alternatief 1B	10,0	klei	---
Alternatief 2A	7,3	klei	---
Alternatief 2B	10,3	klei	---
Alternatief 4A	3,4	klei	--
Alternatief 4B	7,2	klei	---
Alternatief 5A	3,0	klei	--
Alternatief 5B	6,0	klei	---

Tabel 5-4: Oppervlakte verdichtingsgevoelige bodems voor de alternatieven met zoekzone

Alternatief met zoekzone	Totale oppervlakte bodemverdichtingsgevoelig gebied (ha)	Aard van de bodem (uitbreidingsgebied)	Beoordeling
Alternatief 2C	6,1	klei	---
Alternatief 2D	9,1	klei	---
Alternatief 5C	1,7	klei	--
Alternatief 5D	4,7	klei	--

Gezien de aanzienlijke oppervlaktes van de werkzones in combinatie met de kleiige bodems voor alle alternatieven, is de beoordeling inzake verdichting matig tot sterk negatief. De zoekzone bijkomend innemen geeft een lichte daling in oppervlakte doch geen globaal andere beoordeling, behalve voor alternatief 5D dat hierdoor minder negatief scoort. Mildering of vermijden van de ingreep is bijgevolg gewenst. Het nulalternatief scoort neutraal. Indien de westelijk geulverlegging uitgevoerd wordt, zal dit geen bijkomende risico's op verdichting veroorzaken.

5.3 Profielverstoring

Het Zwinproject is naar uitvoering in hoofdzaak een grondverzetproject te noemen. Praktisch elk van de in Tabel 2-1 opgelijste ingrepen van de aanlegfase zal in min of meerdere mate aanleiding geven tot uitgravingen, afgravingen, bedekking of ophoging van de bodem. Hierdoor zal het bestaande bodemprofiel verstoord (vernietigd of bedolven) geraken.

Het verwijderen van de opgaande vegetatie, het opbreken van de camping en eventueel de woningen in de zoekzone, de bouw van de nieuwe dijken, het weggraven van de Internationale Dijk, het uitgraven van hoofd- en zijgeulen in het huidige Zwin en de Willem-Leopoldpolder, het aanleggen van eilandjes en flauwe taluds tegen de dijken, het afgraven van schor en duin, het verleggen van de hoofdgeul en de aanpassingen aan het waterlopenstelsel en de kunstwerken zal de oorspronkelijke gelaagdheid van de bodem verstoren. Verstoring van bodemprofielen wordt als een permanent en negatief effect aanzien omdat de 'leeflaag' van de bodem aangetast wordt en omdat bodemprofielontwikkeling een uiterst langzaam proces is en ingrepen dus quasi onomkeerbare verstoring teweegbrengen.

Door de projectgegevens (ruimtebeslag) op de bodemkaart te projecteren kan de impact berekend worden (oppervlakte verstoorde bodem).

Daarbij is het bij bodemprofielverstoring van belang na te gaan in welke mate het gaat om inname van (recent) verstoorde, niet verstoorde of beschermde bodemprofielen. Voor de discipline bodem worden niet opgehoogde bodems in landbouw- of natuurlijk gebruik als niet-verstoorde bodems beschouwd. Deze bodems laten nog een bepaalde bodemprofielontwikkeling toe, ofwel onder natuurlijke vegetatie ofwel onder landbouwteelt en behouden hun multifunctionaliteit. Verharde, bebouwde, opgehoogde of vergraven bodems zijn verstoorde bodems. In Vlaanderen zijn momenteel nog geen beschermde bodems afgebakend.

Profielverstoring van beschermde bodems of als waardevol aangeduide bodems wordt als sterk negatief beoordeeld. Verstoring van goed ontwikkelde bodemprofielen in zones waar na de werken opnieuw vegetatie voorzien wordt (agrarisch gebruik of natuur) wordt als matig negatief beoordeeld. Indien geen natuurlijk bodemgebruik voorzien wordt, wordt profielverstoring als gering negatief beoordeeld. Bij afwezigheid van een goed ontwikkeld bodemprofiel (recente bodems) of bij (recent) vergraven bodems worden ingrepen neutraal beoordeeld.

De bodems aanwezig in het huidige Zwin en de Willem-Leopoldpolder zijn alle – bodemkundig gezien – zeer recente bodems (minder dan 200 jaar oud) die in feite nog geen profielontwikkeling vertonen⁷. Hierdoor kan het hele projectgebied, ook ter hoogte van de waterloop WH.1 (Reigaertsvliet) als ongevoelig voor bodemprofielwijziging gekenmerkt worden.

5.3.1 Synthese criterium profielverstoring

Aangezien in het studiegebied geen bodems met een goed ontwikkeld bodemprofiel voorkomen, is geen betekenisvolle effect op het bodemprofiel te verwachten. Er kan bovendien ook geen onderscheid gemaakt worden tussen de alternatieven onderling. Alle alternatieven scoren neutraal voor het criterium wijziging van de profielontwikkeling. Het toevoegen van de zoekzone of het voorzien van spuiwerking heeft evenmin gevolgen voor het bodemprofiel. Ook de westelijke geulverlegging zal geen bijkomende profielverstoring veroorzaken.

5.4 Wijziging bodemgebruik

Tijdens de aanlegfase zal ter hoogte van de werkzones voor de dijk aanleg (zeedijken en spuibekkendijken), de nieuwe dijkzates, de afgraving van de Internationale Dijk, de

⁷ Hierdoor kon het klassieke morfogenetisch classificatiesysteem van de Bodemkaart niet toegepast worden in de Kuststreek, aangezien de bodems in deze streek geen profielontwikkeling vertonen. Het ontstaan van de Kustvlakte is voornamelijk een gevolg van de postglaciale stijgingen van het zeeniveau en van de transgressies die er het gevolg van zijn. Bijgevolg is de bodemkartering voor het gedeelte van de Kustvlakte in West-Vlaanderen gesteund op een classificatie, die rekening houdt met geomorfologisch en lithostratigrafische criteria.

uitgraving van de geulen, de eilandjes en tijdelijke stockageplaatsen in de Willem-Leopoldpolder, de aanleg van de flauwe taluds, de aanleg en verbreding van waterlopen, de aanpassing van de kunstwerken, de bouw van het pompgemaal, ... bodeminname plaatsvinden, met een tijdelijke (ter hoogte van de werkzones, stockageplaatsen en werfwegen) en een permanente wijziging (bij de andere ingrepen) in bodemgebruik tot gevolg. Tijdens de werkingsfase zal de door dijken omzoomde Willem-Leopoldpolder volledig in werking treden als een intergetijdengebied. Door sedimentatieprocessen zal op termijn een slikken- en schorrengebied ontwikkelen.

In het huidige Vlaamse en Nederlandse en het Europese bodembeleid wordt duurzaam bodemgebruik sterk geassocieerd met het instandhouden van zogenoemde ecologische diensten, eigenschappen binnen een ecosysteem, die van nut zijn voor de mens. De belangrijkste ecologische diensten in relatie tot bodemgebruik zijn:

- Productie van biomassa, met name in de landbouw en de bosbouw;
- Opslag, filtering en omzetting van voedingsstoffen, chemische stoffen en water;
- Reservoir van biodiversiteit, met name voor habitats, soorten en genen;
- Ziekte- en plaagwering: het natuurlijke vermogen om ziekten en plagen te voorkomen en te onderdrukken;
- Fysieke structuur: draagkracht, historisch archief;
- Opslag van koolstof.

Behalve met deze nutsfuncties dient ook rekening gehouden te worden met het instandhouden van de intrinsieke waarde van het bodemsysteem, zoals biodiversiteit en geodiversiteit (diversiteit aan bodems en landschappen). Vormen van bodemgebruik zijn: landbouw, bebouwing, recreatie, natuur, bosbouw, delfstofwinning en (ondergrondse) infrastructuur. Duurzaam (bodem)gebruik wordt gedefinieerd als een evenwichtige ontwikkeling waarbij de huidige wensen niet worden gerealiseerd ten koste van de behoeften van toekomstige generaties. Schade aan ecosystemen heeft op de lange termijn gevolgen voor economische en sociale ontwikkelingen. Duurzaam bodemgebruik houdt in dat de bodem zodanig gebruikt wordt, dat het gebruik geen beperkingen oplegt aan het toekomstige gebruik. Daarnaast mag er geen afwenteling naar elders of toekomstige generaties zijn.

In dit MER wordt een wijziging naar een meer natuurlijk bodemgebruik positief beoordeeld aangezien dit meer garanties biedt voor het behoud van de bodem, de biodiversiteit, de multifunctionaliteit van de bodem. Natuurlijk bodemgebruik zal minder kans op verontreiniging en aantasting van de bodem (verharding, verdichting, profielverstoring, ...) betekenen. Een wijziging naar een minder natuurlijk bodemgebruik zal bijgevolg negatief beoordeeld worden. Een wijziging in bodemgebruik wordt ook negatief beoordeeld indien het geplande bodemgebruik niet aangepast is aan de bodemgeschiktheid.

Uitgaande van de oppervlakte-inname van de geplande uitbreidingen (Tabel 5-5) en het huidige en toekomstige bodemgebruik (Tabel 5-6), kan de wijziging in bodemgebruik beoordeeld worden. Effectieve wijzigingen in bodemgebruik worden in grijs gemarkeerd. De wijziging in bodemgebruik treedt op tijdens de aanlegfase.

Tabel 5-5: Huidige en toekomstige bodeminname per alternatief

Deelgebied	Oppervlakte (ha)				
	Vlaanderen	Nederland	Totaal	Totaal inclusief vrijgekomen Internationale Dijk (7 ha)	Totaal inclusief zoekzone (8 ha)
Huidig Zwin	150	33	183		
Uitbreiding 1A, 1B	104,9	17,5	122,4	129,4	
Uitbreiding 2A, 2B	148,1	18,9	167	174	
Uitbreiding 2C, 2D	148,1	18,9	167	174	182
Uitbreiding 4A, 4B	104,9	17,5	122,4		
Uitbreiding 5A, 5B	148,1	18,9	167		
Uitbreiding 5C, 5D	148,1	18,9	167		175

Het bodemgebruik in het bestaande Zwin wijzigt niet, het landbouw-, natuurgebied en de camping van de Willem-Leopoldpolder worden omgezet in intergetijdengebied (natte natuur). De dijken en het spuibekken worden eveneens beschouwd als een vorm van natuurlijk bodemgebruik.

Tabel 5-6: Huidig en toekomstig bodemgebruik per alternatief

Alternatief	Huidig bodemgebruik			Toekomstig bodemgebruik		
	Bestaand Zwin	Willem-Leopoldpolder	Zoekzone	Bestaand Zwin	Willem-Leopoldpolder	Zoekzone
Nulalternatief	Intergetijden-gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw
Alternatief 1A	Intergetijden-gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Deltadijken en Intergetijdengebied	Woningen + landbouw
Alternatief 1B	Intergetijden-gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Deltadijken, Intergetijden-gebied en spuibekken	Woningen + landbouw
Alternatief 2A	Intergetijden-gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Deltadijken en Intergetijdengebied	Woningen + landbouw
Alternatief 2B	Intergetijden-gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Deltadijken, Intergetijden-gebied en spuibekken	Woningen + landbouw
Alternatief 2A	Intergetijden-gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Deltadijken en Intergetijdengebied	Intergetijdengebied
Alternatief 2A	Intergetijden-gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Deltadijken, Intergetijden-gebied en spuibekken	Intergetijdengebied
Alternatief 4A	Intergetijden-gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Dijken en Intergetijdengebied	Woningen + landbouw
Alternatief 4B	Intergetijden gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Dijken, Intergetijdengebied en spuibekken	Woningen + landbouw
Alternatief 5A	Intergetijden gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Dijken en Intergetijdengebied	Woningen + landbouw
Alternatief 5B	Intergetijden gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Dijken, Intergetijdengebied en spuibekken	Woningen + landbouw
Alternatief 5C	Intergetijden gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Dijken en Intergetijdengebied	Intergetijdengebied
Alternatief 5D	Intergetijden gebied	Landbouw, natuurgebied, camping, Internationale Dijk	Woningen + landbouw	Intergetijden-gebied	Dijken, Intergetijdengebied en spuibekken	Intergetijdengebied

5.4.1 Alternatief 1A

In het huidig Zwin wijzigt het bodemgebruik niet, het natuurgebruik blijft behouden. In de Willem-Leopoldpolder worden landbouwgronden, een camping en een deel natuurgebied op Nederlands grondgebied omgezet in intergetijdengebied (natuurgebruik). De Internationale Dijk wordt afgebroken, deze oppervlakte wordt eveneens intergetijdengebied. Ongeveer 129 ha wijzigt naar natuurgebruik (intergetijdengebied en Deltadijken)

5.4.2 Alternatief 1B

De wijziging in bodemgebruik is gelijkaardig aan alternatief 1A. Het bodemgebruik in het huidige Zwin blijft na uitvoering van de ingrepen ongewijzigd. De Willem-Leopoldpolder zal na de werken een natuurgebruik kennen. Van de naar schatting 129 ha zal ca. 20 ha ingenomen worden door het spuibekken.

5.4.3 Alternatief 2A

Door de uitbreiding tot aan de Retranchementstraat zal het natuurlijk bodemgebruik in de Willem-Leopoldpolder ongeveer 174 ha bedragen.

5.4.4 Alternatief 2B

De wijziging in bodemgebruik is gelijkaardig aan alternatief 2A. Van de naar schatting 174 ha zal ca. 20 ha ingenomen worden door het spuibekken.

5.4.5 Alternatief 4A

Zoals in alternatief 1A wijzigt het bodemgebruik niet in het huidig Zwin. In de Willem-Leopoldpolder worden landbouwgronden, een camping en een deel natuurgebied op Nederlands grondgebied omgezet in intergetijdengebied (natuurgebruik). Een verschil met alternatief 1A is dat de Internationale Dijk behouden blijft (op een opening voor het doorlaatmiddel na). Ongeveer 122 ha wijzigt naar natuurgebruik (intergetijdengebied en dijken).

5.4.6 Alternatief 4B

De wijziging in bodemgebruik is gelijkaardig aan alternatief 4A. Het bodemgebruik in het huidige Zwin blijft na uitvoering van de ingrepen ongewijzigd. De Willem-Leopoldpolder zal na de werken een natuurgebruik kennen. Van de naar schatting 122 ha zal ca. 20 ha ingenomen worden door het spuibekken.

5.4.7 Alternatief 5A

Door de uitbreiding tot aan de Retranchementstraat zal het natuurlijk bodemgebruik in de Willem-Leopoldpolder ongeveer 167 ha bedragen. De Internationale Dijk wordt grotendeels behouden.

5.4.8 Alternatief 5B

De totale uitbreiding in de Willem-Leopoldpolder (en bijgevolg de wijziging in bodemgebruik) is vergelijkbaar met alternatief 5A. Het spuibekken neemt ongeveer 20 ha in beslag.

5.4.9 Spuiwerking

Bij de alternatieven met spuiwerking (B- en D-alternatieven) zal telkens circa 20 ha van het uitbreidingsgebied als spuibekken ingericht worden. Dit heeft geen impact op de beoordeling aangezien het bodemgebruik eveneens als natuurlijk bodemgebruik beschouwd wordt.

5.4.10 Zoekzone

Indien de zoekzone eveneens omgezet wordt in intergetijdengebied (alternatieven 2C, 2D, 5C en 5D) zal circa 8 ha bebouwd en/of agrarisch gebied omgezet worden in intergetijdengebied (natuurgebruik). Het al dan niet innemen van de zoekzone heeft geen gevolgen voor de beoordeling (niet klasseverhogend).

5.4.11 Westelijke geulverlegging

Door de geul volledig naar het westen te verleggen, verandert het bodemgebruik in het huidige Zwin niet fundamenteel. Het natuurlijk bodemgebruik blijft behouden.

5.4.12 Synthese criterium wijziging in bodemgebruik

Wat betreft de totale oppervlaktes die door de realisatie van het project een wijziging in bodemgebruik zullen kennen, gaat het bij alle alternatieven om aanzienlijke oppervlaktes, gaande van 122 (alternatief 4A en 4B) tot 182 ha (alternatief 2C en 2D, inclusief zoekzone). Gezien het gehanteerde beoordelingskader worden alle alternatieven zowel naar grootte als matig tot sterk positief en naar aard (omzetting naar natuurlijk bodemgebruik) sterk positief beoordeeld. De eindbeoordeling is weergegeven in Tabel 5-7. De beoordeling is matig tot sterk positief. De alternatieven met de grootste uitbreiding (2 en 5) scoren best voor het criterium wijziging in bodemgebruik.

Tabel 5-7: Beoordeling wijziging in bodemgebruik per alternatief

Alternatief	Wijziging bodemgebruik (ha)			Totaal	Beoordeling
	Bestaand Zwin	Willem-Leopoldpolder	Zoekzone		
Nulalternatief	0	0	0	0	0
Alternatief 1A	0	129	0	129	++
Alternatief 1B	0	129	0	129	++
Alternatief 2A	0	174	0	174	+++
Alternatief 2B	0	174	0	174	+++
Alternatief 2C	0	174	8	182	+++
Alternatief 2D	0	174	8	182	+++
Alternatief 4A	0	122	0	122	++
Alternatief 4B	0	122	0	122	++
Alternatief 5A	0	167	0	167	+++
Alternatief 5B	0	167	0	167	+++
Alternatief 5C	0	167	8	175	+++
Alternatief 5D	0	167	8	175	+++

5.5 Grondverzet

Tijdens de circa twee jaar durende aanlegwerken zullen aanzienlijke grondwerken in het studiegebied plaatsgrijpen.

In Tabel 5-8 wordt een overzicht gegeven van de vrijkomende en nodige gronden voor de bouw van de nieuwe zeedijken op deltahoogte (alternatief 1 en 2), de af- en uitgravingen en ophogingen in het Zwin en de Willem-Leopoldpolder (alternatief 1, 2, 4 en 5), de niet-deltadijken rond de Willem-Leopoldpolder (alternatief 4 en 5), de dijken voor het spuibekken, het aanpassen van de polderwaterlopen en de graafwerken voor het kunstwerk aan het Kanaal van Cadzand (alternatieven met spuiwerking: 1B, 2B, 2D, 4B, 5B en 5D). Gegevens zijn afkomstig van de voorontwerpen opgemaakt door IMDC (2007). Hierin werd nog geen rekening gehouden met de geulverlegging. In Tabel 5-9 worden daarom de totale grondverzetgegevens aangevuld met het grondverzet voor respectievelijk de beperkte geulverlegging in de verbrede monding (ca. 85.000 m³⁸) en de volledige westelijke geulverlegging (ca. 300.000 m³⁹). In Tabel 5-10 wordt de grondbalans weergegeven met een overzicht van de totale vrijkomende grond bij grondwerken, afgravingen, aanpassen waterlopen en kunstwerken tegenover de nood aan grond voor de nieuwe dijken (rond Willem-Leopoldpolder en eventueel spuibekken).

Bij het ontpolderen (alternatieven 1 en 2) wordt de Internationale Dijk over een lengte van circa 1.500 m verwijderd. Dit geeft aanleiding tot het vrijkomen van circa 450.000 m³ grond. Bij de alternatieven met gereduceerd getij blijft de Internationale Dijk behouden behalve ter plaatse van het doorlaatmiddel. Over een lengte van ongeveer 100 m komt dan 30.000 m³ grond vrij.

Op Figuur 5-1 zijn de zones met schorafgraving en verdieping van de geul in het Zwin en uitgraving van de geul en enkele ophogingen (eilandjes) in de Willem-Leopoldpolder te zien.

⁸ Naar schatting 50.000 m³ voor de afgraving van het duin, en ongeveer 30.000 tot 40.000 m³ voor de verlegging van de geul in de monding, op basis van in het verleden uitgevoerde verleggingen (bron: IMDC, 2007)

⁹ Naar schatting 200.000 tot 400.000 m³ (bron : IMDC, 2007)

Tabel 5-8: Grondverzet per alternatief (m³) in het Zwin en uitbreidingsgebieden (IMDC, 2007)

	Nieuwe zeedijken		Grondwerken				Dijken spuiwerking		Aanpassen waterlopen	Kunstwerk kanaal	Totaal grondverzet
	Zand	Klei	Verwijderen Zeedijk	Afgraven	Ophogen	Overschot	Zand	Klei			
Nulalternatief	0	0	0	200.000	0	200.000	0	0	0	0	200.000
Alternatief 1A	524.444	183.106	450.000	667.909	-81.580	586.329	0	0	0	0	1.907.039
Alternatief 1B	457.716	159.703	450.000	667.909	-81.580	586.329	49.500	19.190	105.000	39.200	2.029.798
Alternatief 2A	740.999	258.714	450.000	878.725	-88.668	790.057	0	0	0	0	2.417.106
Alternatief 2B	457.416	159.703	450.000	878.725	-88.668	790.057	65.607	25.434	75.000	112.000	2.312.553
Alternatief 2C	740.999	258.714	450.000	878.725	-88.668	790.057	0	0	0	0	2.417.106
Alternatief 2D	457.416	159.703	450.000	878.725	-88.668	790.057	65.607	25.434	75.000	112.000	2.312.553
Alternatief 4A	36.021	16.779	30.000	424.311	-88.817	335.494	0	0	0	0	565.928
Alternatief 4B	36.021	16.779	30.000	424.311	-88.817	335.494	49.500	19.190	105.000	39.200	778.818
Alternatief 5A	65.288	30.412	30.000	632.395	-94.669	537.726	0	0	0	0	822.764
Alternatief 5B	65.288	30.412	30.000	632.395	-94.669	537.726	49.500	19.190	75.000	112.000	1.078.454
Alternatief 5C	65.288	30.412	30.000	632.395	-94.669	537.726	0	0	0	0	822.764
Alternatief 5D	65.288	30.412	30.000	632.395	-94.669	537.726	49.500	19.190	75.000	112.000	1.078.454

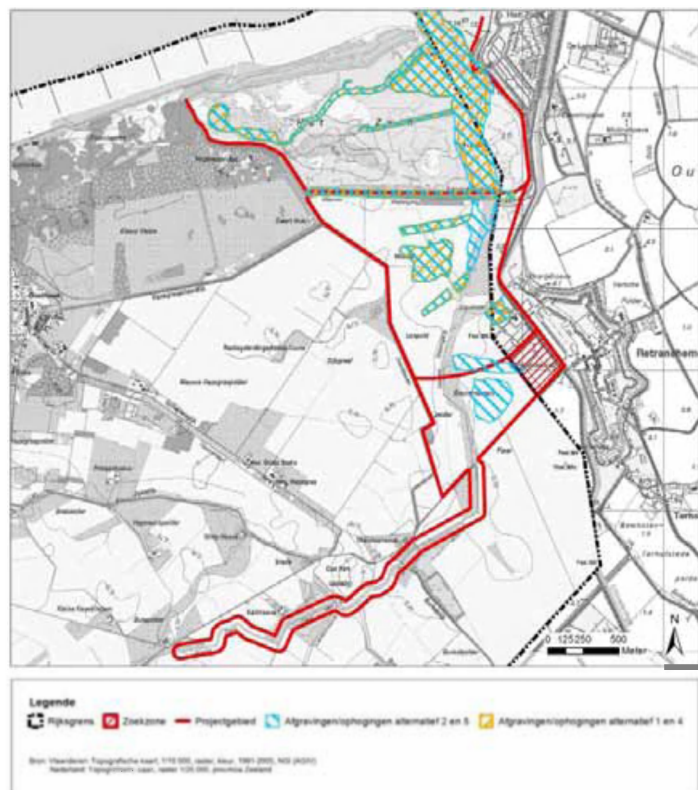
Tabel 5-9: Totaal grondverzet per alternatief (m³) inclusief geulverlegging

	Totaal grondverzet	Totaal grondverzet inclusief geulverlegging in de monding (ca. 85.000 m³)	Totaal grondverzet inclusief westelijke geulverlegging (ca. 300.000 m³)
Nulalternatief	200.000		
Alternatief 1A	1.907.039	1.992.039	2.207.039
Alternatief 1B	2.029.798	2.114.798	2.329.798
Alternatief 2A	2.417.106	2.502.106	2.717.106
Alternatief 2B	2.312.553	2.397.553	2.612.553
Alternatief 2C	2.417.106	2.502.106	2.717.106
Alternatief 2D	2.312.553	2.397.553	2.612.553
Alternatief 4A	595.928	680.928	895.928
Alternatief 4B	808.818	893.818	1.108.818
Alternatief 5A	852.764	937.764	1.152.764
Alternatief 5B	1.108.454	1.193.454	1.408.454
Alternatief 5C	852.764	937.764	1.152.764
Alternatief 5D	1.108.454	1.193.454	1.408.454

Tabel 5-10: Theoretische grondbalans per alternatief (m³) inclusief geulverlegging

	Vrijkomende grond	Nodige grond	Overschot	Overschot inclusief geulverlegging in de monding	Overschot inclusief westelijke geulverlegging
Nulalternatief	200.000	0	200.000		
Alternatief 1A	1.036.329	707.550	328.779	413.779	628.779
Alternatief 1B	1.180.529	686.109	494.420	579.420	794.420
Alternatief 2A	1.240.057	999.713	240.344	325.344	540.344
Alternatief 2B	1.427.057	708.160	718.897	803.897	1.018.897
Alternatief 2C	1.240.057	999.713	240.344	325.344	540.344
Alternatief 2D	1.427.057	708.160	718.897	803.897	1.018.897
Alternatief 4A	365.494	52.800	312.694	397.694	612.694

Alternatief 4B	509.694	121.490	388.204	473.204	688.204
Alternatief 5A	567.726	95.700	472.026	557.026	772.026
Alternatief 5B	754.726	164.390	590.336	675.336	890.336
Alternatief 5C	567.726	95.700	472.026	557.026	772.026
Alternatief 5D	754.726	164.390	590.336	675.336	890.336



Figuur 5-1: Overzicht van de af te graven en op te hogen zones in het huidige Zwin en de Willem-Leopoldpolder

Het totaal geraamde grondverzet inclusief beperkte verlegging van de geul in de verbrede monding varieert naargelang het alternatief tussen 0,68 en 2,5 miljoen m³. Voor de variant met volledige westelijke geulverlegging bedraagt het grondverzet 0,9 tot ongeveer 2,7 miljoen m³. Het totaal grondverzet is zeer groot voor de alternatieven met verwijdering van de Internationale Dijk en de bouw van nieuwe Deltadijken (alternatieven 1 en 2), vergeleken met alternatieven 4 en 5 (met grotendeels behoud van de Internationale Dijk en bouw van lagere niet-Deltadijken).

Wat betreft de grondbalans blijken er voor alle alternatieven grondoverschotten te zijn, variërend tussen 325.000 en 804.000 m³ voor de basisalternatieven met beperkte geulverlegging in de monding en 540.000 tot 1.019.000 m³ voor de alternatieven met westelijke geulverlegging.

De in Tabel 5-10 vermelde overschotten kunnen in realiteit mogelijk hoger zijn wanneer omwille van faseringsaspecten (de Internationale Dijk kan pas verwijderd worden wanneer de nieuwe zeewerende dijken aangelegd zijn) en/of bouwtechnische kwaliteit bepaalde partijen niet voor herbruik binnen het project in aanmerking zouden komen en dus externe grond zal moeten aangevoerd worden en een groter aandeel uitgegraven grond als overschotgrond zal moeten geborgen worden. In het allerslechtste – maar niet realistische geval – zou de volledige hoeveelheid vrijkomende grond omwille van faserings- en bouwtechnische kwaliteitsproblemen als overschotgrond moeten beschouwd worden. Mits aandacht voor en optimalisatie van die fasering, onder andere door de inrichting van tijdelijke opslagdepots (binnen het projectgebied) wordt aangenomen dat maximaal hergebruik binnen het project echter mogelijk moet zijn, resulterend in de overschothoeveelheden vermeld in Tabel 5-10.

Op basis van deze minimale grondoverschotten worden de alternatieven beoordeeld en onderling vergeleken ondanks het gegeven dat er binnen het project naar een zo gesloten mogelijke grondbalans gestreefd zal worden. Dit is mogelijk aangezien voorzien wordt de taluds van de buitendijkse dijken rond de Willem-Leopoldpolder onder een zeer flauwe helling aan te leggen. Bedoeling is op deze manier onmiddellijk bij initiële inrichting over een uitgebreid intergetijdengebied te kunnen beschikken. Materiaal dat bij de uitgraving van de Willem-Leopoldpolder of het Zwin zelf vrijkomt en dat niet gerecupereerd kan worden in de aanleg van nieuwe dijken, zal onder flauw talud, tegen deze nieuwe dijken aangelegd worden. Aangezien dit een impact (reductie) op de komberging kan hebben, worden de volumes overschotgrond als beoordelingscriterium aangehouden.

5.5.1 Alternatief 1A

Dit alternatief heeft een zeer aanzienlijk grondverzet (1.992.039 m³), omwille van de afbraak van de Internationale Dijk, de aanleg van nieuwe Deltadijken en de grootschalige uitgravingen. Het grondoverschot valt uiteindelijk nog mee (413.779 m³), aangezien de nood aan grond evenzeer vrij aanzienlijk is.

5.5.2 Alternatief 1B

Wat betreft grondverzethoeveelheden is dit alternatief (2.114.798 m³) vergelijkbaar met 1A, het totale grondverzet ligt iets hoger, dit heeft te maken met de bouw van het spuibekken en de aanpassingen aan de polderwaterlopen waarbij eveneens grondverzet verwacht wordt. Het grondoverschot bedraagt 579.420 m³.

5.5.3 Alternatief 2A

Gezien het grotere uitbreidingsgebied (en dus langere dijk lengte en verdere uitgravingen) zal het grondverzet ($2.502.106 \text{ m}^3$) groter zijn dan dat van alternatief 1. Het grondverzet is hier maximaal. De vraag naar grond voor de bouw van de nieuwe hoge Deltadijken is echter ook groter waardoor het uiteindelijke overschot beperkt blijft tot (325.344 m^3).

5.5.4 Alternatief 2B

Vergeleken met alternatief 2A wordt hier extra grondverzet voorzien voor de spuiwerking waardoor het grondverzet $2.397.553 \text{ m}^3$ bedraagt. Het overschot (803.897 m^3) is groter dan dat van alternatief 2A omdat er minder km nieuwe Deltadijk voorzien is.

5.5.5 Alternatief 4A

Het totaal grondverzet voor alternatief 4A (met doorlaatmiddel en gereduceerd getij) is laag (650.928 m^3) omdat de Internationale Dijk niet afgebroken dient te worden en omdat de dijken rond de Willem-Leopoldpolder niet op Deltahoogte dienen aangelegd te worden en bovendien ook beperkter in lengte zijn. Aangezien geen hoge Deltadijken nodig zijn, is de nood aan grond voor de aanleg van de niet Deltadijken ook zeer klein. Het grondoverschot (367.694 m^3) is qua grootteorde vergelijkbaar met dat van alternatief 2A.

5.5.6 Alternatief 4B

Door de bijkomende spuiwerking en aanpassing van de waterlopen is zowel grondverzet (863.818 m^3) als grondoverschot (443.204 m^3) lichtjes groter dan alternatief 4A.

5.5.7 Alternatief 5A

In vergelijking met alternatief 4 is door het grotere uitbreidingsgebied zowel het totaal grondverzet (907.764 m^3) als hoeveelheid grondoverschot groter (527.026 m^3). In vergelijking met de deltadijkalternatieven (1 en 2) is het totale grondverzet meer dan de helft kleiner (geen afbraak Internationale Dijk, lagere niet-Deltadijken). Het grondoverschot is in vergelijking tot het grondverzet relatief groot, dit is te wijten aan de geringe bergingscapaciteit in de lagere dijken.

5.5.8 Alternatief 5B

Ten opzichte van alternatief 5A wordt een iets groter grondverzet ($1.163.454 \text{ m}^3$) berekend, te wijten aan de bijkomende grondwerken voor de spuiwerking en aanpassing van de waterlopen. Het grondoverschot (645.336 m^3) is eveneens iets groter.

5.5.9 Spuiwerking

Uit de grondverzetbegroting blijkt dat de bouw van het bedijkte spuibekken en daarmee samenhangend de aanpassing van de waterlopen en de kunstwerken, de zogenaamde B- (en D-) alternatieven steeds tot extra grondoverschot leidt ten opzichte van de A- (en C-) alternatieven.

5.5.10 Zoekzone

Het al dan niet meenemen van de zoekzone geeft geen aanleiding tot een betekenisvolle wijziging in totale hoeveelheid grondverzet of grondoverschot. De hoeveelheden bij

alternatieven 2C en 2D komen overeen met die van alternatieven 2A en 2B, bij alternatieven 5C en 5D zijn de hoeveelheden gelijk aan die van alternatieven 5A en 5B.

5.5.11 Westelijke geulverlegging

Voor de variant waarbij de geul volledig naar het westen verlegd wordt, zal circa 215.000 m³ bijkomend grondverzet en grondoverschot ontstaan.

5.5.12 Synthese criterium grondverzet

Het totaal grondverzet is zeer aanzienlijk voor alle alternatieven en wordt nog groter door de westelijke geulverlegging. Het grondverzet en –overschot neemt logischerwijze toe naarmate de uitbreiding van het Zwin groter wordt, ook het voorzien van spuiwerking leidt telkens tot een verdere toename van het grondoverschot. Alternatieven met gereduceerd getij (4 en 5) resulteren in een beduidend kleiner grondverzet dan de alternatieven met volledige Delta-dijkverlegging (ontpolderingsalternatieven 1 en 2), doch deze verschillen worden minder uitgesproken voor de grondoverschotten.

Tabel 5-11 vat de beoordeling per alternatief, basisvarianten versus variant westelijke geulverlegging, volgens het hoger geschetste beoordelingskader samen. Het grondverzet wordt beoordeeld aan de hand van de gegenereerde grondoverschotten. Alternatieven 2B en 2D scoren het slechtst, alternatieven 2A/2C en 4A het best volgens de basisvariant met beperkte geulverlegging in de verbrede monding. Inclusief volledige westelijke geulverlegging scoren alternatieven 2B/2D en 5B/5D het slechtst, alternatieven 2A/2C en 4A het best. Voor de volledigheid werd ook de hoeveelheid vrijkomende grond volgens het gehanteerde kader beoordeeld. Hieruit blijkt dat vooral de alternatieven met afgraven van de Internationale Dijk (ontpolderen) slechter scoren.

Indien zoals hoger vermeld, het grondoverschot aangewend kan worden om het uitbreidingsgebied te modelleren (buitendijkse taluds onder een zeer flauwe helling aanleggen), dan wordt de beoordeling neutraal voor alle alternatieven. Voorwaarde is dan wel dat de komberging hierdoor niet vermindert. Door de overschotgrond voldoende boven hoogwater of onder de laagwaterlijn te bergen, kan deze reductie geminimaliseerd worden. Dit wordt voorgesteld als milderende maatregel.

Tijdens de gebruiksfase of de werkingfase van het intergetijdengebied wordt geen grootschalig grondverzet meer verwacht. Periodiek kan plaatselijk en zeer tijdelijk grondverzet in het kader van onderhouds- of herstellingswerken nodig zijn, doch deze ingrepen en hun effecten worden als verwaarloosbaar beschouwd.

Tabel 5-11: Overzicht beoordeling criterium grondverzet (grondoverschot)

	Vrijkomende grond	Beoordeling vrijkomende grond	Overschot (m³)	Overschot inclusief geulverlegging in de monding (m³)	Beoordeling overschot	Overschot inclusief westelijke geulverlegging	Beoordeling overschot
Nulalternatief	200.000	0	200.000		0		0
Alternatief 1A	1.036.329	- - -	328.779	413.779	-	628.779	- -
Alternatief 1B	1.180.529	- - -	494.420	579.420	-	794.420	- -
Alternatief 2A	1.240.057	- - -	240.344	325.344	0	540.344	-
Alternatief 2B	1.427.057	- - -	718.897	803.897	- - -	1.018.897	- - -
Alternatief 2C	1.240.057	- - -	240.344	325.344	0	540.344	-
Alternatief 2D	1.427.057	- - -	718.897	803.897	- - -	1.018.897	- - -
Alternatief 4A	365.494	0	312.694	397.694	0	612.694	- -
Alternatief 4B	509.694	-	388.204	473.204	-	688.204	- -
Alternatief 5A	567.726	-	472.026	557.026	-	772.026	- -
Alternatief 5B	754.726	- -	590.336	675.336	- -	890.336	- - -
Alternatief 5C	567.726	-	472.026	557.026	-	772.026	- -
Alternatief 5D	754.726	- -	590.336	675.336	- -	890.336	- - -

5.6 Wijziging bodemkwaliteit

Tijdens de werkingsfase zal het landbouwgebruik in de Willem-Leopoldpolder stopgezet zijn. Dit betekent dat bemesting en gebruik van bestrijdingsmiddelen de bodem niet langer zal aanrijken/vervuilen. Het wegvallen van deze diffuse vorm van bodemverontreiniging wordt positief beoordeeld. Hoe groter het areaal dat uit de landbouw genomen wordt, hoe beter de score (zie beoordelingskader bodemkwaliteit).

Uitgaande van het areaal gewijzigd bodemgebruik in de Willem-Leopoldpolder (Tabel 5-5) kan de wijziging in bodemkwaliteit beoordeeld worden.

Het bodemgebruik in het bestaande Zwin wijzigt niet, hier wordt geen wijziging in de bodemkwaliteit verwacht.

Naast een verbetering wordt ook een daling van de bodemkwaliteit in het spuibecken verwacht. In het ongeveer 20 ha grote spuibecken zal sedimentatie optreden. Door de nog slechte waterkwaliteit van het polderwater zal het sediment verontreinigd zijn.

5.6.1 Alternatief 1A

In het huidig Zwin wijzigt het bodemgebruik niet, het natuurgebruik blijft behouden. In de Willem-Leopoldpolder worden het landbouwgebruik omgezet in intergetijdengebied (natuurgebruik, ongeveer 129 ha), dit wordt matig positief beoordeeld.

5.6.2 Alternatief 1B

De wijziging in bodemgebruik en dus beoordeling voor het deelcriterium verbetering van de bodemkwaliteit is gelijkaardig aan alternatief 1A. Het bodemgebruik in het huidige Zwin blijft na uitvoering van de ingrepen ongewijzigd. De Willem-Leopoldpolder zal na de werken een natuurgebruik kennen. Van de naar schatting 129 ha zal ca. 20 ha ingenomen worden door het spuibekken, waar sedimentatie van verontreinigd sediment kan verwacht worden. Gezien de sedimentkwaliteit op termijn zal verbeteren (in samenhang met de verbetering van de waterkwaliteit), wordt hiervoor een gering negatieve beoordeling gegeven.

5.6.3 Alternatief 2A

Door de uitbreiding tot aan de Retranchementstraat zal ongeveer 174 ha uit landbouwgebruik gaan (matig positieve beoordeling).

5.6.4 Alternatief 2B

De wijziging in bodemgebruik is gelijkaardig aan alternatief 2A (matig positieve beoordeling wat betreft verbetering van de bodemkwaliteit). Van de naar schatting 174 ha zal ca. 20 ha ingenomen worden door het spuibekken, waar een afname van de bodemkwaliteit te verwachten is.

5.6.5 Alternatief 4A

Zoals in alternatief 1A wijzigt het bodemgebruik niet in het huidig Zwin. In de Willem-Leopoldpolder worden landbouwgronden omgezet in intergetijdengebied (natuurgebruik). Een verschil met alternatief 1A is dat de Internationale Dijk behouden blijft (op een opening voor het doorlaatmiddel na). Ongeveer 122 ha wijzigt naar natuurgebruik, wat een verbetering van de bodemkwaliteit inhoudt.

5.6.6 Alternatief 4B

De wijziging in bodemgebruik is gelijkaardig aan alternatief 4A. De Willem-Leopoldpolder zal na de werken een natuurgebruik kennen. Van de naar schatting 122 ha zal ca. 20 ha ingenomen worden door het spuibekken waar een daling van de bodemkwaliteit verwacht wordt.

5.6.7 Alternatief 5A

Door de uitbreiding tot aan de Retranchementstraat zal het natuurlijk bodemgebruik in de Willem-Leopoldpolder ongeveer 167 ha bedragen. In dit gebied wordt een verbetering van de bodemkwaliteit verwacht ten gevolge van het wegvallen van bemesting en gebruik van bestrijdingsmiddelen.

5.6.8 Alternatief 5B

De totale uitbreiding in de Willem-Leopoldpolder (en bijgevolg de wijziging in bodemgebruik en verbetering van de bodemkwaliteit) is vergelijkbaar met alternatief 5A. Het spuibekken neemt ongeveer 20 ha in beslag, hier dient met een afname van de bodemkwaliteit rekening gehouden te worden.

5.6.9 Spuiwerking

Bij de alternatieven met spuiwerking zal circa 20 ha van het uitbreidingsgebied als spuibekken ingericht worden. Door het inlaten van polderwater dat momenteel nog een matige kwaliteit heeft, zal bezinking van sediment en vorming van een nieuwe (water)bodem in het bekken tot gevolg hebben. Naar verwachting zal de kwaliteit van het sediment vergelijkbaar zijn met de kwaliteit van de waterbodem in de huidige nabijgelegen polderwaterlopen (zie Technisch Deelrapport Water, Figuur 4-8) die momenteel nog verontreinigd is. Gezien de geplande ingrepen om de waterkwaliteit van de polderwaterlopen te verbeteren en op langere termijn de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water en het decreet Intergaai Waterbeleid dienen behaald te worden, zal ook de kwaliteit van het bezinkend sediment in het spuibekken op termijn verbeteren. Er wordt aangenomen dat de kwaliteit zal verbeteren naar minstens een Triade 'groen' toestand zijnde een licht afwijkende toestand ten opzichte van de referentie inzake fysico-chemie, een licht acute impact op aquatische biota en een matige biologische kwaliteit. Alternatieven met spuiwerking (B-alternatieven) zullen bijgevolg een gering negatieve beoordeling krijgen voor het deelcriterium 'ontstaan van bodemverontreiniging'.

5.6.10 Zoekzone

Indien de zoekzone eveneens omgezet wordt in intergetijdengebied, zal circa 8 ha bebouwd en/of agrarisch gebied omgezet worden in intergetijdengebied (natuurgebruik). Het innemen van de zoekzone zal het areaal dat niet meer onder landbouwgebruik ligt vergroten. De oppervlakte niet bemeste en niet bewerkte (bestrijdingsmiddelen) grond neemt toe, maar leidt niet tot een andere beoordeling (geen verhoging van de beoordelingsklasse).

5.6.11 Westelijke geulverlegging

Door de geul volledig naar het westen te verleggen, verandert het bodemgebruik en de bodemkwaliteit in het huidige Zwin niet. Het natuurlijk bodemgebruik en de bestaande bodemkwaliteit blijft behouden.

5.6.12 Synthese criterium wijziging bodemkwaliteit

Wat betreft de totale oppervlaktes die door de realisatie van het project een wijziging in bodemgebruik zullen kennen, gaat het bij alle alternatieven om aanzienlijke oppervlaktes, gaande van 122 (alternatief 4A en 4B) tot 182 ha (alternatief 2D, inclusief zoekzone). Gezien het gehanteerde beoordelingskader worden de uitbreidingsalternatieven gering tot matig positief beoordeeld. De eindbeoordeling is weergegeven in Tabel 5-12. De alternatieven met de grootste uitbreiding (2 en 5) scoren best voor het deelcriterium wijziging in bodemkwaliteit.

Voor het deelcriterium afname van de bodemkwaliteit is de beoordeling in Tabel 5-13 gegeven. Alternatieven met een spuibekken (bezinking van vervuild sediment afkomstig uit het polderwater) zullen een gering negatieve beoordeling krijgen.

Tabel 5-12: Beoordeling wijziging in bodemkwaliteit (verbetering) per alternatief

Alternatief	Wijziging bodemgebruik (ha)			Areaal met verbeterde bodemkwaliteit door stopzetten landbouwgebruik (ha)	Beoordeling
	Bestaand Zwin	Willem-Leopoldpolder	Zoekzone		
Nulalternatief	0	0	0	0	0
Alternatief 1A	0	129	0	129	+
Alternatief 1B	0	129	0	129	+
Alternatief 2A	0	174	0	174	++
Alternatief 2B	0	174	0	174	++
Alternatief 2C	0	174	8	182	++
Alternatief 2D	0	174	8	182	++
Alternatief 4A	0	122	0	122	+
Alternatief 4B	0	122	0	122	+
Alternatief 5A	0	167	0	167	++
Alternatief 5B	0	167	0	167	++
Alternatief 5C	0	167	8	175	++
Alternatief 5D	0	167	8	175	++

Tabel 5-13: Beoordeling wijziging in bodemkwaliteit (afname) per alternatief

Alternatief	Areaal met verminderde bodemkwaliteit door sedimentatie in spuibekken (ha)	Beoordeling
Nulalternatief	0	0
Alternatief 1A	0	0
Alternatief 1B	20	-
Alternatief 2A/2C	0	0
Alternatief 2B/2D	20	-
Alternatief 4A	0	0
Alternatief 4B	20	-
Alternatief 5A/5C	0	0
Alternatief 5B/5D	20	-

6. EVALUATIE VAN DE EFFECTEN

In Tabel 6-1 en Tabel 6-2 worden de verschillende criteriascores per alternatief samengevat. Op basis van deze tabellen worden besluiten getrokken voor de discipline bodem. Er wordt onderscheid gemaakt tussen tijdelijke en permanente effecten, tussen alternatieven met grote en kleine uitbreiding van het Zwin, alternatieven met ontpoldering of met gereduceerd getij, met of zonder spuien, met of zonder zoekzone en met of zonder westelijke geulverlegging.

Uit de globale evaluatietabellen (Tabel 6-1 en Tabel 6-2) komt duidelijk naar voren dat de meeste effecten op de bodem hoofdzakelijk tijdens de aanlegwerken zullen ontstaan (mogelijk wel met nawerking tijdens de werkingsfase). Gedurende de werkingsfase wordt enkel nog een impact op de bodemkwaliteit in het spuibecken verwacht (verontreiniging) en op de bodemkwaliteit in de Willem-Leopoldpolder (wegvallen bemesting en bestrijdingsmiddelengebruik). Andere betekenisvolle bijkomende effecten op de bodem tijdens de werkingsfase worden niet verwacht, voor geen van de alternatieven. Tijdens de aanlegfase zijn negatieve effecten te verwachten door verdichting van de bodem en het grootschalig grondverzet en het ontstaan van grondoverschotten, positieve effecten door omschakeling naar een meer natuurlijk bodemgebruik.

Het onderscheid tussen de alternatieven wordt veroorzaakt door verdichtingseffecten, grondoverschotten, wijziging in bodemgebruik en wijziging in bodemkwaliteit. Bodemprofielverstoring is geen onderscheidend effect gebleken.

Wanneer de alternatieven gerangschikt worden van meer naar minder negatieve impact op de bodem, wordt volgende volgorde verkregen: 2B>5B>1B,4B>1A>2A>5A>4A.

Hierbij valt onmiddellijk op dat de alternatieven met spuien steeds slechter scoren dan deze zonder. Een even duidelijk onderscheid tussen grootte van de uitbreiding en omvang van de effecten is er niet, wel kan besloten worden dat een grotere uitbreiding aanleiding geeft tot meer of grotere effecten maar dan zowel in positieve als negatieve zin. Bij vergelijking tussen de alternatieven zonder en met gereduceerd getij in het uitbreidingsgebied, blijken laatstgenoemde iets beter te scoren dan eerstgenoemde.

Algemeen kan besloten worden dat het uitvoeren van het Zwin-project voor de discipline bodem aanleiding zal geven tot aanzienlijke effecten, vooral tijdens de aanlegfase. Het onderscheid tussen de alternatieven wat betreft effecten op de bodem is niet uitgesproken groot. Geen enkel alternatief springt er in positieve of negatieve zin uit.

De westelijke geulverlegging zal wat betreft verdichting, profielverstoring, bodemgebruik en bodemverontreiniging geen bijzondere bijkomende negatieve effecten genereren. Het bijkomend grondverzet en grondoverschot van 215.000 m³ zal echter in een meer negatieve beoordeling resulteren.

Wanneer bij de grote uitbreidingen (alternatieven 2 en 5) de zoekzone opgenomen zou worden in de uitbreiding van het Zwin, dan zal de oppervlakte verdichtingsgevoelige bodem afnemen (wegens aanleg van de dijken naast de weg). Enkel voor alternatief 5D leidt dit tot een minder negatieve beoordeling. Voor de andere effecten tijdens de aanlegfase (wijziging in bodemgebruik, profielverstoring, grondoverschot en bodemkwaliteit) zijn in beoordeling geen verschillen tussen 2A en 2C, 2B en 2D, 5A en 5C en 5B en 5D vast te stellen. Ook het verder wegvallen van bemesting en gebruik van bestrijdingsmiddelen binnen deze extra oppervlakte tijdens de werkingsfase zal niet tot een andere beoordeling leiden dan de overeenkomstige alternatieven zonder zoekzone.

Tabel 6-1: Overzicht van de effecten tijdens de aanlegfase voor de discipline Bodem en ernst van de effecten (exclusief milderende maatregelen)

Effect	Alternatief 1A	Alternatief 1B	Alternatief 2A	Alternatief 2B	Alternatief 2C	Alternatief 2D	Alternatief 4A	Alternatief 4B	Alternatief 5A	Alternatief 5B	Alternatief 5C	Alternatief 5D
Bodemverdichting	---	---	---	---	---	---	--	---	--	---	--	--
Bodemprofielverstoring	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wijziging bodemgebruik	++	++	+++	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++	+++
Grondverzet (overschot)	-	-	0	---	0	---	0	-	-	--	-	--
Wijziging bodemkwaliteit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 6-2: Overzicht van effecten tijdens de werkingsfase voor de discipline Bodem en ernst van de effecten (exclusief milderende maatregelen)

Effect	Alternatief 1A	Alternatief 1B	Alternatief 2A	Alternatief 2B	Alternatief 2C	Alternatief 2D	Alternatief 4A	Alternatief 4B	Alternatief 5A	Alternatief 5B	Alternatief 5C	Alternatief 5D
Bodemverdichting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bodemprofielverstoring	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wijziging bodemgebruik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grondverzet (overschot)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wijziging bodemkwaliteit	+	+	++	++	++	++	+	+	++	++	++	++
- stopzetten bemesting/bestrijdings-middelengebruik												
- ontstaan bodem-verontreiniging	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-

7. MITIGERENDE MAATREGELEN

Voor minstens de verwachte significant negatieve effecten op de bodem (bodemverdichting, grondoverschot en bodemverontreiniging) worden milderende maatregelen voorgesteld.

7.1 Vermijden van negatieve impacts

Zowel nulalternatief als elk onderzocht projectalternatief zullen aanleiding geven tot grootschalige, al dan niet tijdelijke bodemverstoring (verdichting, grondverzet en -overschot en bodemverontreiniging). Deze effecten volledig vermijden is niet mogelijk, gezien de aard van het project en de uit te voeren werken.

7.2 Milderen van negatieve impacts

Om ongewenste **bodemverdichting** langs de aan te leggen (Delta)dijken te voorkomen, kunnen de werk- en transportzones best enkel aan de buitendijkse zijde (in de tot intergetijdengebied om te vormen Willem-Leopoldpolder) ingericht/aangelegd worden. Ook kan de dijkzate zelf of de reeds opgerichte dijk als werkzone gebruikt worden. Algemeen dienen de werkzones en transportroutes maximaal op die plaatsen voorzien te worden waar nog bodemverstoring tijdens en na de werken (ophogingen, vergravingen, ...) verwacht wordt. Op deze manier wordt het binnendijks landbouw- of natuurgebied maximaal gevrijwaard. Gezien het buitendijks gebied intergetijdengebied zal worden, is bodemverdichting hier minder een probleem. Met de landbouwers dienen evenwel afspraken gemaakt te worden over de aan te leggen transportzones en stapelplaatsen indien de Willem-Leopoldpolder tijdens de dijkwerken nog tijdelijk en deels in landbouwgebruik zou blijven. Bij toepassen van deze principes kan bodemverdichting langs de binnendijkse zijde van de dijken vermeden worden en wordt de beoordeling van het effect verdichting na mildering (vermijden) neutraal.

Waar werken vanuit of transport binnen het toekomstig intergetijdengebied niet mogelijk is, of waar werken langs de polderwaterloop WH.1 (Reigaertsvliet) gepland zijn, zal bodemverdichting moeilijk te vermijden zijn. Aangepaste bandenspanning, gebruik van brede banden, lichte machines, lage snelheden, niet werken tijdens of na langdurige regenperiodes, het gebruik van rijplaten en/of het opheffen van verdichting (door frezen) na de werken zijn dan toe te passen maatregelen. Het tijdelijk verlagen van het waterpeil in de polderwaterloop tijdens de werken kan eventueel overwogen worden. Volledig vermijden en volledig herstel van de opgetreden bodemverdichting zal niet steeds op korte termijn realiseerbaar zijn. Na curatieve grondbewerking (frezen) zal de resterende bodemverdichting verder op natuurlijke wijze door zwel en krimpverschijnselen (droogte en vorst) en door vegetatie en activiteit van macrofauna geleidelijk verdwijnen. Dit kan echter meerdere seizoenen/jaren in beslag nemen. Voor de alternatieven met spuiwerking, waar dus werken langs de polderwaterlopen plaatsgrijpen, wordt het effect op de bodem na toepassen van de herstelmaatregelen bijgevolg nog licht negatief beoordeeld.

Wat betreft het **grondverzet** dient binnen elk alternatief gezocht te worden naar de meest optimale manier om de grondbalans volledig sluitend te maken. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door de grondoverschotten in de Willem-Leopoldpolder aan te wenden voor de initiële inrichting van het nieuwe intergetijdengebied. Door de overschotgronden tegen de dijken, onder flauw talud (en onregelmatig afgewerkt) aan te leggen, zal de oppervlakte initieel intergetijdengebied vergroot kunnen worden. Om een niet gewenste reductie in komberging te vermijden, dient dit in voldoende mate onder laagwater en boven hoogwater te gebeuren. Eventueel kan het aandeel duinzand (resp. 50.000 en 125.000 m³) dat vrijkomt bij de beperkte of volledige westelijke verlegging van de Zwingel voor strandsuppletiedoeleinden

aangewend worden, mocht de reductie in komberging onaanvaardbaar worden. De afgegraven duin bij de westelijke geulverlegging kan eventueel terug opgebouwd worden ter hoogte van de huidige hoofdgeul. Indien zoals hoger vermeld het grondoverschot aangewend kan worden om het uitbreidingsgebied te modelleren, dan wordt de beoordeling neutraal voor alle alternatieven.

Aanvoer van gebiedsvreemde grond dient zoveel mogelijk vermeden te worden. Indien voor specifieke toepassingen toch een bepaalde, niet in het Zwin of de polder aanwezige grondsoort vereist is, dient afstemming gezocht met nabijgelegen werven. De aanvoer van primaire delfstoffen dient vermeden te worden.

Het verder uitwerken van een gedetailleerde fasering van de grondwerken zal nodig zijn, want de nood aan bepaalde gronden en het vrijkomen ervan gebeurt niet steeds in de meest logische volgorde. Bij voorkeur dient het grondverzet zo georganiseerd te worden dat tussentijdse opslag van grond maximaal vermeden wordt. De fasering van de werken dient zodanig georganiseerd te zijn dat de uitgegraven grond onmiddellijk naar zijn eindbestemming binnen het project (liefst meest nabijgelegen bestemming om grondtransport te beperken) kan gebracht worden.

Eventuele toch noodzakelijke tijdelijke stapeling van gronden dient in de in te nemen Willem-Leopoldpolder te gebeuren, in geen geval buiten het projectgebied.

Na te streven principes bij grondverzet zijn preventie van grondverzet, nuttig hergebruik en zuinig ruimtegebruik, vermijden van tijdelijke opslag, vermijden van verspreiden van verontreiniging en beperken van het verbruik van primaire delfstoffen. Het bestek voor de uitvoering van de werken dient hier aandacht aan te besteden.

Zoals ook in de discipline Water aangegeven werd, is de eventuele negatieve invloed van het project op de **sedimentkwaliteit** in het spuibecken het gevolg van een onvolledige sanering van de water- en sedimentvervuiling binnen de Zwinpolder in het referentiejaar. Daar werden als bijkomende milderende maatregelen om de impact van de watervervuiling te milderen voorgesteld om een versnelde en verder doorgedreven verbetering van de waterkwaliteit in de Zwinpolder na te streven aan de hand van brongerichte maatregelen (geen zuiveringsinstallatie ter hoogte van het spuibecken). Door deze inspanningen zal de verontreinigingsgraad van het sediment in het spuibecken teruggebracht kunnen worden tot niet-significante niveaus. Indien een versnelde sanering van de oppervlaktewaterkwaliteit niet haalbaar is, kan de bouw van het spuibecken eventueel uitgesteld worden totdat de waterkwaliteit een aanvaardbaar niveau bereikt heeft. Als laatste maar minst gewenste oplossing zou, in afwachting van de verwachte volledige verbetering van de waterkwaliteit, een periodieke sanering van het spuibecken voorzien kunnen worden.

Volgende eerder generieke maatregelen worden eveneens voorgesteld:

- Verontreiniging van de bodem door mors- of lekverliezen tijdens de werken moet steeds vermeden worden en de aannemer moet daarom werken met goed onderhouden machines en preventieve veiligheidsmaatregelen toepassen die calamiteiten en accidentele lozingen van vervuilende stoffen vermijden. Het bestek kan ook voorzien in deze voorwaarden. Bij het optreden van bodemvervuiling is het van belang dat de verontreiniging op een snelle manier weggenomen wordt.
- Bodemprofielen gaan steeds verloren bij vergravingen en zijn dus niet herstelbaar. Bij werken in de landbouwzone wordt nochtans aanbevolen om de verschillende bodemlagen afzonderlijk af te graven, apart opzij te zetten en in omgekeerde volgorde terug te gebruiken bij herstel van de werfzones. Dit geldt minstens voor de teelaardelaag.

- Aanvullend bodemhygiënisch onderzoek naar de kwaliteit van de uit te graven bodem in het Zwin en de Willem-Leopoldpolder (in het kader van de grondverzetregeling), waarbij ook de nodige aandacht dient besteed te worden aan het eventueel voorkomen van achtergebleven (niet gesprongen) munitie.

7.3 Beoordeling na mildering

In Tabel 7-1 en Tabel 2-1 wordt de beoordeling van de effecten na toepassen van de voorgestelde milderende maatregelen gegeven.

Toepassing van de milderende maatregelen op de bestudeerde alternatieven zal aanleiding geven tot het verminderen van de meeste van de te verwachten negatieve effecten. Abstractie makend van de grootschaligheid van het grondverzet zal na mildering enkel de restverdichting van de landbouwzones langs de dijken en te verbreden waterloop overblijven. De B- en D-alternatieven met spuiwerking scoren hierdoor iets minder dan de overige alternatieven. Alternatieven met of zonder zoekzone scoren niet verschillend. Algemeen scoren de grotere uitbreidingen (alternatieven 2 en 5) beter dan de kleine alternatieven (1 en 4). Dit komt omdat de grotere uitbreidingen ook grotere positieve effecten vertonen (verbetering bodemkwaliteit, toename natuurlijk bodemgebruik).

De rangschikking na mildering is als volgt (van goed naar minder goed) : 2A, 2C, 5A, 5C > 4A, 1A > 2B, 2D, 5B, 5D > 1B, 4B. Alternatieven 2A/2C en 5A/5C zijn de voorkeuralternatieven voor de discipline bodem. Het bijkomend uitvoeren van de volledige westelijke geulverlegging zal deze rangschikking niet beïnvloeden, aangezien een oplossing kan gevonden worden voor het bijkomend grondoverschot.

Tabel 7-1: Overzicht van effecten tijdens de aanlegfase voor de discipline Bodem en ernst van de effecten (inclusief milderende maatregelen)

Effect	Alternatief 1A	Alternatief 1B	Alternatief 2A	Alternatief 2B	Alternatief 2C	Alternatief 2D	Alternatief 4A	Alternatief 4B	Alternatief 5A	Alternatief 5B	Alternatief 5C	Alternatief 5D
Bodemverdichting	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Bodemprofielverstoring	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wijziging bodemgebruik	++	++	+++	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++	+++
Grondverzet (overschot)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wijziging bodemkwaliteit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 7-2: Overzicht van effecten tijdens de gebruiksfase voor de discipline Bodem en ernst van de effecten (inclusief milderende maatregelen)

Effect	Alternatief 1A	Alternatief 1B	Alternatief 2A	Alternatief 2B	Alternatief 2C	Alternatief 2D	Alternatief 4A	Alternatief 4B	Alternatief 5A	Alternatief 5B	Alternatief 5C	Alternatief 5D
Bodemverdichting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bodemprofielverstoring	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wijziging bodemgebruik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grondverzet (overschot)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wijziging bodemkwaliteit	+	+	++	++	++	++	+	+	++	++	++	++
- stopzetten bemesting/bestrijdings-middelengebruik												
- ontstaan bodem-verontreiniging	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

8. LEEMTEN IN KENNIS

Gegevens over de precieze kwaliteit van de uit te graven gronden zijn nog niet beschikbaar voor alle zones waar grondwerken gepland zijn. In het kader van de grondverzetregeling zal deze informatie voorafgaand aan de uitvoering van de werken ter beschikking komen. Deze leemte heeft echter geen gevolgen voor de effectvoorspelling, -beoordeling of de rangschikking van de verschillende projectalternatieven. Op basis van historisch onderzoek, bestaande bodemkwaliteitsgegevens en bodemkwaliteitskaarten kon een betrouwbaar beeld gekregen worden van de kwaliteit van de aanwezige bodems.

De grondbalansen gehanteerd in dit project-MER zijn ruwe schattingen op basis van het voorontwerp opgemaakt door IMDC waarbij uitgegaan is van de globale dimensies van de uit te voeren werken. Met een concreet tijdspad voor de uitvoering en opeenvolging van de verschillende deelprojecten kon nog geen rekening gehouden worden. Onzekerheden werden steeds via een worst case benadering in de balans ingebracht. Hierdoor werden de effecten (grondverzet en grondoverschotten) eerder maximalistisch ingeschat. De geraamde hoeveelheden en de gehanteerde benadering zijn echter voldoende nauwkeurig voor het gestelde doel: de globale verschillen inzake grondverzet tussen de projectalternatieven en -varianten in beeld brengen en het formuleren van eventueel noodzakelijke milderende maatregelen.

9. MONITORING EN EVALUATIE

Vanuit de discipline bodem wordt, ingeval een spuibekken voorzien zou worden, monitoring van de (water)bodemkwaliteit (jaarlijkse bemonstering van de bodemkwaliteit) voorgesteld. In functie van de waargenomen bodemkwaliteit en een uit te voeren risicoanalyse kunnen dan bijkomende maatregelen getroffen worden om de bodemverontreiniging te saneren of bij voorkeur in de verdere toekomst te voorkomen.

Er wordt verder vanuit gegaan dat standaard bij de opmaak van het ontwerp, voorafgaand aan de uitvoering van het project, in het kader van de grondverzetregeling een uitgebreid milieuhygiënisch onderzoek van de uit te graven en af te graven bodems zal plaatsvinden. In functie van de resultaten zal het grondverzet geoptimaliseerd worden met als doel het vermijden van de onoordeelkundige verspreiding van verontreinigde bodem.

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Beschermde bodems	Waardevolle bodems die omwille van hun bodemkundig erfgoed via specifieke wetgeving bescherming genieten (cfr. beschermd landschap of natuurgebied). De ontwikkeling van een bodemprofiel is doorgaans een proces van duizenden jaren onder specifieke omstandigheden zoals de aard van het aanwezige moedermateriaal, het substraat, het klimaat, de geomorfologie, de hydrologie, de fauna en flora, en de mens. Een bodemprofiel vormt een weerspiegeling van de natuurlijke en cultuurhistorische voorgeschiedenis van een bepaalde locatie. Abstractie gemaakt van de gebruiksfunctie kan een bodem als waardevol beschouwd worden vanuit een wetenschappelijk of maatschappelijk oogpunt. Het bewaren en beschermen van de bestaande waardevolle bodems is belangrijk voor het behoud van het bodemkundig patrimonium. Tot op heden zijn echter nog geen beschermde bodems in Vlaanderen aangeduid of is nog geen wetgevend kader terzake ontwikkeld. In een verkennende studie van de KULeuven en UGent en de Bodemkundige Dienst van België in opdracht van de Dienst Land en Bodembescherming (Project Waardevolle bodems in Vlaanderen, 2004) wordt aangegeven dat een afzonderlijk wettelijk kader eventueel zelfs niet zinvol is, maar dat de bescherming van bodems het best deel uitmaakt van bijvoorbeeld een bescherming als landschap, natuurgebied of archeologische site. De studie heeft een aanzet gevormd tot de opmaak van een databank waarin een eerste reeks van waardevolle bodems zijn opgenomen. Eén van die waardevolle bodems zijn de Scheldepolders te Antwerpen.
Bodemserie	De basiseenheid van de Belgische classificatie-hiërarchie. De bodemserie wordt bepaald door de grondsoort, de natuurlijke drainering en de horizontenopvolging. Een bodemserie wordt verder ingedeeld in bodemtypen.
Bodemtextuur	De korrelgrootteverdeling van de vaste bodemdeeltjes.
Infiltratie	Plaats waar het neerslagwater kan doordringen in de bodem naar het grondwater.
Sediment	Afgezette (bodem)deeltjes.
Verdroging	Toenemend en/of blijvend vochttekort met belemmeringen voor bestaande natuur, landbouw of waterwinning.
Vernatting	Toenemend en/of blijvend vochtoverschot met belemmeringen voor bestaande natuur en/of landbouw.
Waardevolle bodems	Zie beschermde bodems. Om als 'bodemkundig erfgoed' te kunnen worden beschouwd, moeten bodems waardevol zijn vanuit een patrimonium- of kapitaalperspectief. De geologische en cultuurhistorische kenmerkendheid, de geogenetische en cultuurhistorische zeldzaamheid, de bijzondere ouderdom, de unieke bodemsysteem sequenties, de gaafheid, de vormkenmerkendheid en de unieke eigenschappen voor wetenschappelijk onderzoek of educatie bepalen de erfgoedwaarde van een bodemprofiel (Bron: Project

	Waardevolle bodems in Vlaanderen, 2006).
Gorsvaaggrond	Afgeleid van 'gors' (oorspr. gras) voor begroeide buitendijkse gronden; hogere delen van de buitendijkse gebieden in Noord- en West-Nederland.
Hydrodynamica	Wetenschap die zich bezighoudt met het bestuderen van de stromingen in water.
Intergetijdengebied	De zone die bijloed onderloopt en bij eb droogvalt.
Kwel	Grondwater dat opwaarts wordt aangevoerd naar de bovenste bodemlagen.
Milderende of mitigerende maatregelen	Maatregelen om de nadelige gevolgen van de voorgenomen activiteit voor het milieu te voorkomen of te beperken.
Milieueffectrapport (MER)	Het rapport dat volgens de m.e.r.-procedure moet worden gemaakt ter ondersteuning van de besluitvorming over een voorgenomen activiteit.
Milieueffectrapportage (mer)	Hulpmiddel voor het betrekken van de te verwachten milieueffecten bij de besluitvorming over een voorgenomen activiteit.
Modellering	Nabootsing van de natuurlijke processen met behulp van een computermodel.
Morfologie	De vorm en samenstelling van de bodem of de wetenschap die deze bestudeert.
Schor	Dichtbegroeide zone die boven de gemiddelde hoogwaterlijn gelegen is.
Sedimentatie	Het afzetten van natuurlijk materiaal (bv. slib of stof) door water- of luchtbeweging.
Slik	Een kale, onbegroeide zone tussen de laagwaterlijn en de hoogwaterlijn.
Slufter	Getijdengebied waarbij zout water vanuit de zee onder invloed van het getij door een geul in de duinen het land kan binnendringen.
Spuiwerking	Het lozen van water in zee. Doordat er bijkomend water door een gebied gestuurd wordt, vergroot ook de kans dat materiaal dat afgezet werd terug mobiel wordt gemaakt en weer naar buiten gevoerd wordt. Op die manier kan de sedimentatie in het Zwin verminderd worden.
Topografie	Studie van de beschrijving van kenmerken van plaatsen en gebieden.
Vaaggrond	Gronden waarin na de sedimentatie (nog) geen bodemvormende processen hebben plaatsgevonden. In een vaaggrond ontbreekt een B-horizont.
Verzilting	Het geleidelijk toenemen van het zoutgehalte in de bodem.
Vlakvaaggrond	Afgeleid van 'vlak' of 'vlake' voor zandplaat; in uiteenlopende delen van Nederland, zoals jonge polders, uitgestoven laagten en zanderijen.
Zandvang	Ondiep gedeelte in het water waar het zand dat in het water zit gemakkelijk naar de bodem kan zakken.

AFKORTINGEN

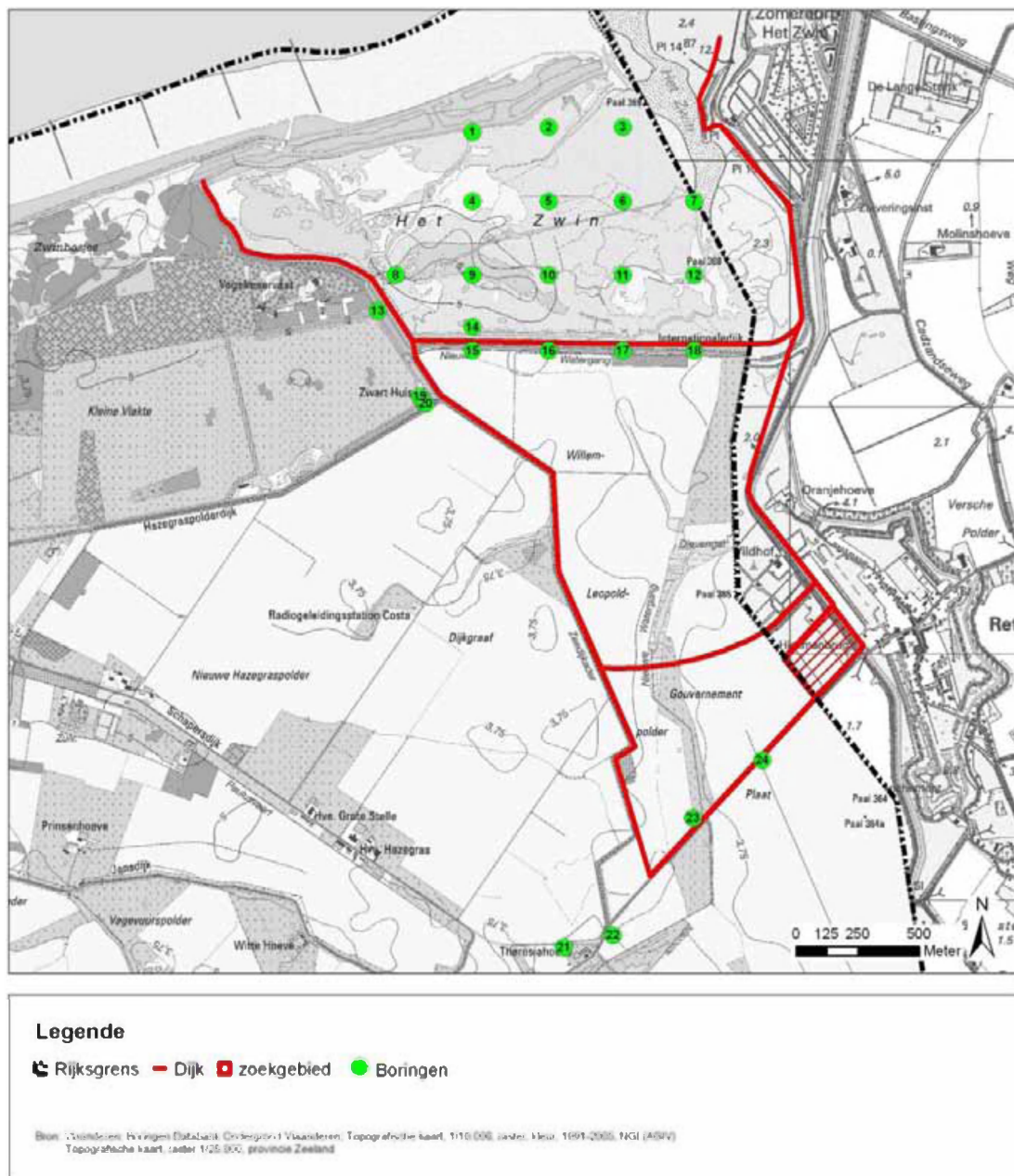
DHM	Digitaal Hoogte Model
DTM	Digitaal Terrein Model
LER	Landbouweffectenrapport
mer	Milieueffectrapportage
MER	Milieueffectrapport
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
VLAREA	Vlaams Reglement voor Afvalvoorkoming en -beheer
TAW	De Tweede Algemene Waterpassing (TAW) is de referentiehoogte waartegenover hoogtemetingen in België worden uitgedrukt. Een TAW hoogte van 0 meter is gelijk aan het gemiddeld zeeniveau bij eb te Oostende.

REFERENTIELIJST

- ABO N.V. (2004). Preliminair milieuhygiënisch onderzoek t.b.v. de afgravingen i.k.v. het beheersplan voor 'Het Zwin'.
- Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen (2004) Project Waardevolle Bodems in Vlaanderen. LA BOD/STUD 2004 0102. Studieopdracht uitgevoerd door Universiteit Gent, Katholieke Universiteit Leuven en Bodemkundige Dienst van België, 208 p.
- Ameryckx, J. (1958). Bodemkaart van België: verklarende tekst bij het kaartblad Westkapelle 11 E en het Zwin, 1954 Gent; Brugge 23 W.
- Baeteman, C., 1999. The Holocene depositional history of the IJzer palaeovalley (Western Belgian coastal plain) with reference to the factors controlling the formation of intercalated peat beds. In : Baeteman, C. (ed.) Quaternary of Belgium : New perspectives. Geologica Belgica 2, 1-2: p. 39-72.
- Baeteman, C. (2007) De ontstaansgeschiedenis van onze kustvlakte. In : De Grote Rede nr. 18, april 2007, p. 2 – 10.
- Brughmans, N. (1998). Stratigrafie en sedimentologie van recente afzettingen in het Zwin. BSc Thesis. Universiteit Gent: Gent, Belgium. 61 p. + bijlagen.
- Gemeente Knokke- Heist. (2004). Gemeentelijk ruimtelijk structuurplan gemeente Knokke-Heist.
- Antes milieustudies bvba. (2004). Milieueffectrapport herinrichting van het Zwinpark. Compagnie Het Zoute.
- de Boer, G. (2005). Het fysisch-geografisch onderzoek en den ontstaansgeschiedenis van westelijk Zeeuws-Vlaanderen: een status questionis. Tijdschrift voor Waterstaatgeschiedenis, 14.
- De Vriend, M.C. & Dekker, E.A. (2005). Boetseren van veiligheid rond ruimtelijke kwaliteit. Basisdocument Kustversterking West Zeeuwsch-Vlaanderen. Projectbureau Zwakke Schakels Zeeland.
- Doornen, M.C. (2003). Het Zwin, sedimenttransport in een klein zeegat, de dominante transportrichting en de oorzaken. Thesis vakgroep fysische geografie, Universiteit Utrecht.
- Econnection bvba. (2004). Beheersplan voor het Zwin. Compagnie Het Zoute (Afdeling Het Zwin).
- IMDC (2006) Internationaal MER Zwin: voorstel van de door te rekenen scenario's. Studie in opdracht van AWZ, Afdeling Kust, I/RA/11285/06.032/cma.
- IMDC (2006) Nota hydrodynamische/morfologische modellering. I/NO/11285/06.170/KTR.
- IMDC (2007) Nota geulverlegging. Studie in opdracht van AWZ, Afdeling Kust, I/RA/11285/07.211/cma.
- IMDC (2007) Internationaal MER voor de uitbreiding van het Zwin: Hydrodynamische en morfologische vergelijking van de scenario's. I/RA/11285/07.127/CMA.

- Geelen, P. (2006) Handboek erosiebestrijding. Interregproject Erosiebestrijding, 100 p.
- Ministerie Vlaamse Gemeenschap, AMINAL (2004) Bekkenbeheerplan Brugse Polders. Omgevingsanalyse. Stroomgebiedsanalyse, thema Bodem, 41 p + bijlagen.
- Projectdirectie Ontwikkelingsschets Schelde-estuarium (ProSes). (2004). Ontwikkelingsschets 2010 voor het Schelde-estuarium. Technische Scheldec commissie.
- Provoost S. et al. (1996). Ecosysteemvisie voor de Vlaamse Kust - Natuurontwikkeling. AMINAL Afdeling Natuur, 130 p.
- Rijksinstituut voor Kust en Zee, Universitaire Instelling Antwerpen en Instituut voor Natuurbehoud. (2003). Natuurontwikkelingsplan voor het Schelde-estuarium. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Universitaire Instelling Antwerpen en Instituut voor Natuurbehoud.
- Seys, J. & Kerckhof, F. (2003) De zwarte vloed van de Tricolor : gevolgen van een nooit eerder geziene olieramp voor de Belgische Kust. In : De Grote Rede nr. 7, p. 6-10.
- Soresma (2005) Geactualiseerd Richtlijnenboek Discipline Bodem. Studie in opdracht van AMINABEL, cel Mer, 84 p.
- Tavernier, R. & Ameryckx, J. (1970). Kust, Duinen, Polders. Verklarende tekst bij de Atlas van België, kaart 17. Mil. Geogr. Instituut, Brussel, 31 p., 13 fig.
- Vandenbussche, V., T'Jollyn, F., Zwaenepoel, A., Van den Balck, E., Hoffmann M. (2002) Systematiek van natuurtypen voor de biotopen heide, moeras, duin, slik en schor. Deel 5: slik en schor.
- Van Leirsberghe, H. (2007) Uitbreiding Zwin Willem-Leopoldpolder Landbouweffectrapport. Vlaamse Landmaatschappij West-Vlaanderen.
- Van Ranst, E. & Sys, C. (2000). Eénduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen (Schaal 1:20000). Laboratorium voor Bodemkunde, 361 p.
- Vlaams-Nederlandse Mer-Commissie (2007) Advies voor richtlijnen voor het internationale milieueffectrapport 'structurele maatregelen voor het duurzaam behoud en de uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied' van 16 mei 2007 / rapportnummer 1882-41.
- Waterbouwkundig Laboratorium (2004) Natuurreservaat het Zwin. Evaluatie aanvullende maatregelen (strekdam, herlokalisatie geul). MOD 474 rapport 5, 38 p.
- WES (2005). Waterhuishoudingsplan Zwinstreek. Zwinpolder.
- WES (2002) Analyse van de economische impact van een eventuele partiële ontpoldering van de Willem-Leopoldpolder te Knokke-Heist (België) en te Sluis-Aardenburg (Nederland). Studie in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Natuur, 92 p.
- West-Vlaamse Intercommunale voor Economische Expansie, Huisvestingsbeleid en Technische Bijstand (1997). Gemeentelijk Natuurontwikkelingsplan gemeente Knokke-Heist. Gemeente Knokke-Heist.
- Wintein, W. (2004?) Ontstaan en evolutie van het landschap in de Zwinstreek, 34 p.
- Zwaenepoel, A., Termote, J. & Libbrecht, D. (2003) Natuurherstelplan Oud Fort Isabella. Studie in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Natuur Cel Kustzone, Eindrapport.

BIJLAGE A BOOR- EN SONDEERGEGEVENS



Figuur 9-1: Situering van de boringen opgenomen in de DOV databank (2007)

1. kb5d11e-B190			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.20	Bodem, zandhoudend	Kwartair
0.20	1.20	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
1.20	1.30	M: plat keitje = silexsteen	Kwartair
1.30	1.80	Middelmatig fijn, bruin zand, schelpfragmenten	Kwartair
1.80	4.80	Middelmatig fijn, grijs zand, schelpfragmenten	Kwartair
4.80	5.30	Middelmatig fijn, donkergrijs zand, leemhoudend, schelpjes en schelpfragmenten	Kwartair
5.30	5.40	M: compacte, grijze silex	Kwartair
5.40	5.80	Donkergrijze leem, zand- en kleihoudend	Kwartair
5.80	7.90	Donkergrijze leem, zandhoudend	Kwartair

2. kb5d11e-B192			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.20	Bodem	Kwartair
0.20	0.30	Bruine klei	Kwartair
0.30	1.00	Fijn, grijs zand, oxidatie	Kwartair
1.00	3.20	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
3.20	3.80	Middelmatig fijn, grijs zand, schelpfragmenten	Kwartair
3.80	3.90	Middelmatig fijn, donkergrijs zand, meer dan 50% schelpfragmenten	Kwartair
3.90	4.50	Fijn, grijs zand, schelpfragmenten	Kwartair
4.50	5.70	Middelmatig zeer fijn, donkergrijs zand	Kwartair

3. kb5d11e-B197			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.20	Bodem	Kwartair
0.20	0.30	Bruine klei	Kwartair
0.30	2.60	Middelmatig fijn, bruin zand, schelpfragmenten	Kwartair
2.60	3.10	Middelmatig fijn, bruin zand, meer dan 50% schelpfragmenten	Kwartair
3.10	3.16	Schelpen, zandhoudend	Kwartair
3.16	3.30	M: zandsteenkern van een Cardita planicosta	Kwartair
3.30	3.80	Middelmatig fijn, bruin zand, meer dan 50% schelpfragmenten	Kwartair
3.80	4.60	Middelmatig fijn, bruin zand, schelpfragmenten	Kwartair
4.60	4.70	Middelmatig zeer fijn, donkergrijs zand	Kwartair

4. kb5d11e-B191			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.10	Bodem	Kwartair
0.10	1.00	Middelmatig fijn, bruin zand, meer dan 50% schelpfragmenten	Kwartair
1.00	2.60	Middelmatig fijn, bruin zand, schelpfragmenten	Kwartair
2.60	3.40	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
3.40	5.60	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
5.60	7.30	Fijn, donkergrijs zand	Kwartair

5. kb5d11e-B193			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.10	Bodem	Kwartair
0.10	0.20	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
0.20	0.40	Bruine klei, leemhoudend	Kwartair
0.40	0.50	Fijn, bruin zand	Kwartair
0.50	0.90	Middelmatig fijn, bruin zand, schelpfragmenten	Kwartair
0.90	4.40	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
4.40	4.90	Fijn, bruin zand	Kwartair
4.90	5.30	Middelmatig fijn, grijs zand	Kwartair

6. kb5d11e-B198			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.10	Bodem	Kwartair
0.10	0.50	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
0.50	0.60	Bruine klei	Kwartair
0.60	0.70	Bruine klei, leemhoudend	Kwartair
0.70	2.60	Fijn, bruin zand, schelpfragmenten	Kwartair
2.60	3.80	Middelmatig fijn, bruin zand, meer dan 50% schelpfragmenten	Kwartair
3.80	4.20	Middelmatig fijn, grijs zand, meer dan 50% schelpfragmenten	Kwartair
4.20	5.60	M: witte, fossiele schelp = Cardita planicosta	Kwartair
5.60	5.60	Fijn, grijs zand	Kwartair
5.60	5.65	Middelmatig zeer fijn, donkergrijs zand	Kwartair
5.65	5.65	Fijn, grijs zand, schelpfragmenten	Kwartair

7. kb5d11e-B202			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.20	Grof bruin zand	Kwartair
0.20	0.50	Middelmatig fijn, donkergrijs zand	Kwartair
0.50	3.70	Middelmatig, grijs zand, meer dan 50% schelpfragmenten	Kwartair
3.70	4.60	Fijn, donkergrijs zand, plant-en schelpfragmenten	Kwartair
4.60	4.70	Fijn, grijs zand, schelpfragmenten	Kwartair

8. kb5d11e-B189			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.10	Bodem	Kwartair
0.10	3.30	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
3.30	6.50	Middelmatig fijn, donker grijs, leemhoudend en schelpjes	Kwartair
6.50	7.80	Donkergrijze leem, zandhoudend	Kwartair

9. kb5d11e-B186			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.10	Bodem	Kwartair
0.10	0.50	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
0.50	1.80	Middelmatig fijn, grijs zand	Kwartair
1.80	2.30	Donkergrijze leem, zandhoudend	Kwartair
2.30	3.70	M: bruin-grijs zandsteentje	Kwartair
3.70	3.90	Middelmatig zeer fijn, donkergrijs zand	Kwartair
3.90	6.50	Middelmatig zeer fijn, donkergrijs zand, leemhoudend	Kwartair

10. kb5d11e-B194			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.20	Bodem	Kwartair
0.20	0.50	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
0.50	1.10	Middelmatig fijn, bruin zand, leemhoudend en schelpfragmenten	Kwartair
1.10	4.60	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
4.60	5.90	Fijn, bruin zand	Kwartair
5.90	6.10	Fijn, grijs zand	Kwartair

11. kb5d11e-B199

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.30	Bodem	Kwartair
0.30	0.70	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
0.70	2.40	Middelmatig fijn, donkergrijs zand	Kwartair
2.40	6.50	Donkergrijze leem, zandhoudend	Kwartair
6.50	6.60	Middelmatig fijn, bruin zand, steentjes en schelpfragmenten	Kwartair

12. kb5d11e-B203

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.50	Middelmatig bruin zand, schelpfragmenten	Kwartair
0.50	0.80	Middelmatig grijs zand, schelpfragmenten	Kwartair
0.80	1.10	Donkergrijze leem, zandhoudend en schelpfragmenten	Kwartair
1.10	1.50	Fijn, donkergrijs zand	Kwartair
1.50	3.80	Middelmatig fijn, donkergrijs zand	Kwartair
3.80	4.70	Donkergrijze leem, zandhoudend	Kwartair
4.70	5.60	Donkergrijze leem	Kwartair
5.60	6.10	Donkergrijze klei	Kwartair

13. B/3-0525a (boring in het kader van het primair grondwatermeetnet)

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	3.00	Beigebuin middelmatig glauconiethoudend zand met schelpfragmenten	Kwartair
3.00	4.00	Beigegrijs middelmatig glauconiethoudend zand met schelpfragmenten	
4.00	18.00	Grijs middelmatig glauconiethoudend zand met schelpfragmenten	
18.00	24.00	Beigegrijs grof glauconiethoudend zand met schelpfragmenten	
24.00	28.00	Beigegrijs middelmatig glauconiethoudend zand met schelpfragmenten	
28.00	30.00	Beigegrijs zeer grof schelprijk zand	
30.00	45.00	Blauwgrijze zandige klei	Lid van Onderdijk
45.00	51.00	Blauwgrijs zandig glauconiethoudend silt	Lid van Buisputten
51.00	60.00	Grijsbruine klei	Lid van Zomergem
60.00	66.00	Grijsbruine zandige glauconiethoudende klei	Formatie van Maldegem
66.00	72.00	Grijze klei	
72.00	75.00	Grijsgroen fijn glauconiethoudend zand	Lid van Wemmel

13. B/3-0525a (boring in het kader van het primair grondwatermeetnet)

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
75.00	81.00	Grijsgroen fijn glauconiethoudend zand met schelpfragmenten	Lid van Oedelem
81.00	84.00	Grijze siltige klei met schelpen	
84.00	87.00	Grijs glauconiethoudend fijn zand met schelpen	
87.00	93.00	Grijs glauconiethoudend kleig fijn zand met schelpen	
93.00	99.00	Grijs glauconiethoudend fijn zand met schelpen	
99.00	102.00	Grijs glauconiethoudend fijn zand met schelpen en zandsteenbanken	
102.00	117.00	Groengrijs zeer fijn glauconiethoudend zand met schelpen	Lid van Vlierzele
117.00	121.00	Groengrijs zeer fijn siltig glauconiethoudend zand met schelpen	
121.00	124.00	Groengrijs zeer fijn siltig glauconiethoudend zand	
124.00	127.00	Groengrijs zeer fijn siltig glauconiethoudend zand met schelpen	
127.00	133.00	Groengrijs glauconiethoudend fijn zand met schelpen en zandsteenbanken	
133.00	154.00	Grijs glauconiethoudend zandig silt	Lid van Pittem
154.00	169.00	Grijsbruine siltige klei	Lid van Kortemark
169.00	172.00	Blauwgrijze klei	Formatie van Kortrijk
172.00	194.50	Grijsblauwe klei	
194.50	286.50	Bruingrijze klei	
286.50	298.80	Blauwgrijze klei	
298.80	304.50	Bruingrijze zandige klei	Formatie van Hannut
304.50	319.50	Grijze zandige klei met silexknollen en steenfragmenten	

14. kb5d11e-B187

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.10	Bodem	Kwartair
0.10	0.60	Middelmatig fijn, bruin zand, leemhoudend	Kwartair
0.60	0.70	Middelmatig fijn, bruin zand, meer dan 50% schelpfragmenten	Kwartair
0.70	2.80	Middelmatig fijn, grijs zand, leemhoudend	Kwartair
2.80	4.70	Donkergrijze leem	Kwartair
4.70	7.30	Donkergrijze leem, zandhoudend	Kwartair
7.30	8.10	Donkergrijze leem, zand-en kleihoudend	Kwartair
8.10	9.00	Donkergrijze klei, zandhoudend	Kwartair

15. kb5d11e-B188

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.30	Bodem	Kwartair
0.30	0.70	Bruine klei	Kwartair
0.70	1.80	Middelmatig fijn, bruin zand, leemhoudend	Kwartair
1.80	7.00	Donkergrijze leem, zandhoudend	Kwartair

16. kb5d11e-B196

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.03	Bodem	Kwartair
0.03	2.10	Fijn, bruin zand, leemhoudend en schelpfragmenten	Kwartair
2.10	3.60	Fijn, grijs zand, leemhoudend	Kwartair
3.60	5.90	Donkergrijze leem, zandhoudend	Kwartair

17. kb5d11e-B201

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.20	Bodem	Kwartair
0.20	0.29	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
0.29	0.49	Bruine klei	Kwartair
0.49	0.99	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
0.99	1.49	Middelmatig fijn, bruin zand, leemhoudend en schelpfragmenten	Kwartair
1.49	2.89	Donkergrijze leem, zandhoudend	Kwartair
2.89	5.89	Fijn, donkergrijs zand, leemhoudend	Kwartair

18. kb5d11e-B204

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.20	Bodem	Kwartair
0.20	0.70	Middelmatig fijn, bruin zand, leemhoudend	Kwartair
0.70	1.90	Middelmatig fijn, bruin zand, schelpfragmenten	Kwartair
1.90	2.41	Middelmatig fijn, bruin zand	Kwartair
2.41	2.71	Middelmatig fijn, grijs zand, leemhoudend	Kwartair
2.71	4.91	Middelmatig fijn, donkergrijs zand, leemhoudend	Kwartair
4.91	6.11	Middelmatig fijn, grijs zand, schelpfragmenten	Kwartair
6.11	6.41	Schelpen, zandhoudend M: Spisula subtruncata, Cardio species, Donax vittatus, silixen	Kwartair
6.41	6.61	Middelmatig fijn, grijs zand, meer dan 50% schelpfragmenten	Kwartair

19. kb5d11e-B145			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.40	Bruingrijze, humeuze klei	Kwartair
0.40	0.80	Bruingrijze zware klei, met roestvlekken	Kwartair
0.80	1.00	Grijze zware zandige klei, veel roest, veel schelpstukken	Kwartair
1.00	1.30	Grijze zeer zware klei, roest, veel schelpstukjes	Kwartair
1.30	1.50	Bleekgrijs middelmatig grof zand, veel schelpfragmenten	Kwartair
1.50	1.70	Bleekgrijs kleilig zand, veel schelpfragmenten	Kwartair
1.70	2.00	Donkergrijs humeus zand; veel fijn schelpgruis	Kwartair
2.00	2.50	Middelmatig zand, bevat enkel kleilige lensjes en veel schelpgruis	Kwartair
2.50	5.80	Grijs middelmatig zand; veel fijn schelpgruis, enkele hele schelpen (Cardium), weinig plantengruis, enkele dunne kleilensjes	Kwartair
5.80	6.50	Grijs middelmatig zand, veel schelpen, schelpfragmenten (Cardium Mytilus) kleine silexstukken	Kwartair
6.50	8.50	Grijs middelmatig zand, bevat enkele schelpstukken, enkele dunne kleilensjes, veel fijn schelpgruis, weinig plantengruis	Kwartair
8.50	9.00	Grijs middelmatig zand, bevat enkele schelpstukken, enkele dunnen kleilensjes, veel fijn schelpgruis, weinig plantengruis, meer schelpstukken, enkele veenlaagjes	Kwartair
9.00	9.60	Grijs middelmatig zand, met schelpplagen (Cardium edule, Spistula subtruncata, Mytilus edulis, Ostrea edulis)	Kwartair
9.60	10.65	Grijs middelmatig grof zand, met veel schelpen en schelpfragmenten	Kwartair
10.65	13.00	Grijs middelmatig zand; bevat veel schelpgruis, enkele schelpfragmenten, weinig plantengruis	Kwartair
13.00	13.50	Grijs middelmatig zand; bevat veel schelpgruis, enkele schelpfragmenten, weinig plantengruis, meer kleine schelpfragmenten	Kwartair
13.50	14.20	Grijs middelmatig tot middelmatig grof zand, veel schelpen (Cardium edule, Spisula) en schelpstukken, enkele kleine silexstukken	Kwartair
14.20	15.20	Schelpplaag; bevat kleine silexstukken, kwartskorrels en kleine veldsteenfragmenten	Kwartair
15.20	15.80	Grijs middelmatig grof zand, bevat zeer veel schelpgruis en schelpstukjes	Kwartair
15.80	15.90	Schelpplaag met grof zand, silexstukken, veldsteenfragmenten, kwartskorrels en plantengruis (Cardium edule, Donax vittatus, Spisula subtruncata, Mytilus edulis, Buxinium sp., Solen sp.)	Kwartair
15.90	16.15	Schelpplaag met grof zand, silexstukken, veldsteenfragmenten, kwartskorrels en plantengruis (Cardium edule, Donax vittatus, Spisula subtruncata, Mytilus edulis, Buxinium sp., Solen sp.) (Ectrinus sp.)	Kwartair
16.15	16.20	Schelpplaag met grof zand, silexstukken, veldsteenfragmenten, kwartskorrels en plantengruis (Cardium edule, Donax vittatus, Spisula subtruncata, Mytilus edulis, Buxinium sp., Solen sp.) bevat veel schelpen (o.a. Littorina litorea) grote veenbrokken	Kwartair
16.20	16.25	Grijs middelmatig zand, bevat enkele schelpen en enkele grote silexstukken	Kwartair

19. kb5d11e-B145			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
16.25	17.00	Grijs middelmatig zand, veel kleibrokjes, verslagen veenbrokjes, veel plantengruis	Kwartair
17.00	18.00	Grijs middelmatig zand, veel schelpgruis en matig veel plantengruis	Kwartair
18.00	18.45	Schelp laag (Cardium edule, Ostrea edulis, Donax vittatus, Spisula sp., Mytilus edulis) Ook enkele kwartskorrels	Kwartair
18.45	18.50	Schelp laag (Cardium edule, Ostrea edulis, Donax vittatus, Spisula sp., Mytilus edulis) Ook enkele kwartskorrels, bevat veenresten (Mosveen?)	Kwartair
18.50	18.55	Veen laagje (detritisch veen?)	Kwartair
18.55	18.60	Schelp laag	Kwartair
18.60	19.00	Schelp laag, bevat plantengruis en kleibrokjes	Kwartair
19.00	19.40	Schelp laag, bevat ook een houtfragment	Kwartair
19.40	19.80	Schelp laag, met een paar grote kleibrokken (venige laagjes?)	Kwartair
19.80	19.95	Schelp laag, met een veenbrok	Kwartair
19.95	20.00	Schelp laag, met kwartskorrels, kleinoortjes en veldsteenfragmentjes en kleine silexfragmentjes	Kwartair
20.00	20.30	Grijs middelmatig zand; bevat zeer veel schelpgruis, kwartskorrels en silexstukjes	Kwartair
20.30	20.35	Schelp laag met veel kleikeitjes, silexstukken en silexkeien	Kwartair
20.35	21.00	Schelp laag met grof zand, silexstukken, kleilensjes en kwartskorrels	Kwartair
21.00	21.20	Grijs middelmatig zand, bevat veel schelpgruis	Kwartair
21.20	22.10	Grijs middelmatig zand, bevat veel schelpgruis, matig veel schelpgruis	Kwartair
22.10	22.40	Grijs middelmatig zand, bevat veel schelpgruis, met silexstukjes	Kwartair
22.40	22.60	Grijs middelmatig zand, bevat veel schelpgruis	Kwartair
22.60	23.50	Grijs middelmatig zand, bevat weinig fijn schelpgruis, kleine veenbrokjes, veel plantengruis	Kwartair
23.50	23.60	Grijs middelmatig zand, bevat weinig fijn schelpgruis, kleine veenbrokjes, veel plantengruis, enkele stukjes silex, enkele kleibrokjes	Kwartair
23.60	24.00	Grijs middelmatig zand, bevat veel fijn schelpgruis, veel plantengruis, enkele kleibrokjes	Kwartair
24.00	24.80	Grijs middelmatig zand, bevat veel fijn schelpgruis, veel plantengruis, enkele kleibrokjes, een grote platte veenbrok	Kwartair
24.80	27.20	Grijs middelmatig zand, veel schelpgruis, enkele schelpstukken, kwartskorrels, veldsteenfragmentjes, kleibrokjes, veel plantengruis	Kwartair
27.20	27.60	Schelp laag met grof zand, en enkele silexstukken	Kwartair
27.60	29.00	Schelp laag met grof zand, en enkele silexstukken (Cardium edule, Mytilus edulis, Ostrea edulis)	Kwartair
29.00	29.10	Grijs middelmatig zand met laagjes plantenresten	Kwartair
29.10	29.15	Schelp laag, met kwartskorrels, silexstukken en grof zand	Kwartair
29.15	29.90	Schelp laag bevat Cardium edule, Donax Vittatus, Turritella communis, Mytilus edulis, Ostrea edulis, een geremaneerd cardita	Kwartair

19. kb5d11e-B145			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
		fragment, Solanium (Lediaan en ook één exemplaar van Corbicula fluminalis (?)) Verder ook kwartskorrels, stukjes silex, zandsteenfragmentjes	
29.90	30.50	Schelpplaag bevat Cardium edule, Donax Vittatus, Turritella communis, Mytilis edulis, Ostrea edulis, een geremanieerd cardita fragment, Solanium (Lediaan en ook één exemplaar van Corbicula fluminalis (?)) Verder ook kwartskorrels, stukjes silex, zandsteenfragmentjes, met grotere silexfragmenten en silexkeien	Kwartair
30.50	30.60	Grof zand met veel schelpgruis, enkele schelpstukken, veel kwartskorrels en kleine silexstukjes	Kwartair
30.60	31.10	Grof zand met veel schelpgruis, enkele schelpstukken, veel kwartskorrels en kleine silexstukjes, met meer schelpen	Kwartair
31.10	31.25	Grof zand met veel schelpgruis, enkele schelpstukken, veel kwartskorrels en kleine silexstukjes, bevat één Corbicula fluminalis (?)	Kwartair
31.25	31.50	Grof zand met veel schelpgruis, enkele schelpstukken, veel kwartskorrels en kleine silexstukjes, met meer grof zand	Kwartair
31.50	31.60	Schelpplaag met grof zand, silexfragmenten, kwartskorrels en veldsteenfragmenten	Kwartair
31.60	31.70	Schelpplaag met grof zand, silexfragmenten, kwartskorrels en veldsteenfragmenten, met meer grof zand	Kwartair
31.70	32.00	Grof zand, bevat veel schelpgruis en enkele grote silexfragmenten (1=5cm)	Kwartair
32.00	34.00	Blauwgrijze zware klei, bevat nestjes kalkhoudend uiterst fijn zand	Kwartair

20. kb5d11e-B210			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.40	Bodem	Kwartair
0.40	0.80	Bruine klei, oxidatie	Kwartair
0.80	1.30	Donkergrijze klei, zandhoudend met schelpjes	Kwartair
1.30	1.70	Middelmatig grijs zand, leemhoudend en schelpfragmenten	Kwartair
1.70	2.00	Middelmatig grijs zand, plant-en schelpfragmenten	Kwartair
2.00	2.50	Middelmatig grijs zand, leemhoudend en schelpfragmenten	Kwartair
2.50	5.80	Middelmatig grijs zand, meer dan 50% schelpfragmenten en schelpjes	Kwartair
5.80	6.50	Middelmatig grijs zand, steentjes en schelpfragmenten	Kwartair

21. kb5d11e-B158

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.15	Donkerbruin zand	Kwartair
0.15	0.45	Okerbruin, middelmatig zand	Kwartair
0.45	0.60	Sintels, steengruis (restant oude trambeding)	Kwartair
0.60	1.15	Okerbruin, middelmatig zand met schelpfragmenten	Kwartair
1.15	2.25	Zware, lichtbruine klei	Kwartair
2.25	2.75	Slap, lichtbruin leem met zandbijmenging	Kwartair
2.75	3.25	Alternatie zand – leem – zwart slib	Kwartair
3.25	3.65	Lichtgrijs, fijn zand	Kwartair
3.65	5.40	Donkergrijze, slappe leem, enkele zwarte sliblaagjes	Kwartair
5.40	5.70	Donkergrijs, middelmatig zand	Kwartair
5.70	6.30	Donkergrijs, middelmatig zand met leemlaagjes	Kwartair

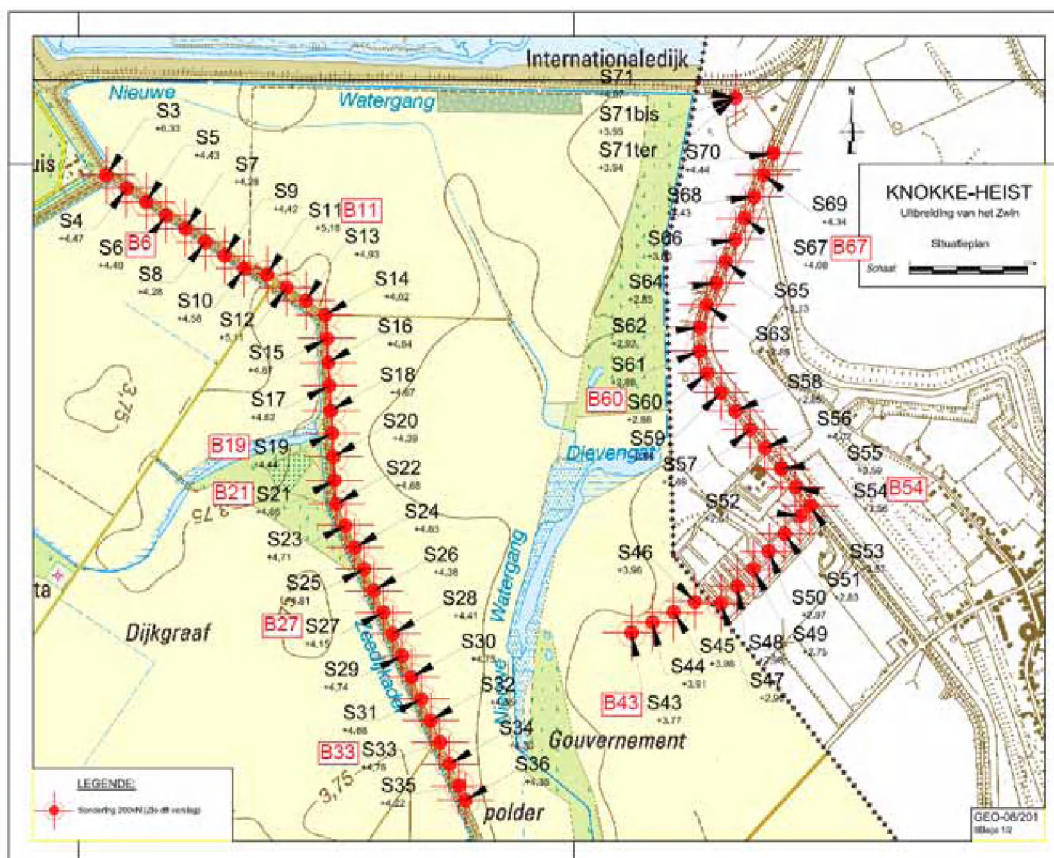
22. kb5d11e-B157

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.20	Donkerbruine zandig klei, baksteenfragmenten	Kwartair
0.20	2.00	Donkerbruingrijze, zware klei, roestvlekken vanaf 0.8 m diepte	Kwartair
2.00	3.00	Alternatie van zand en leemlaagjes (grijs, slap), schelpen en enkele zwarte sliblaagjes	Kwartair
3.00	3.70	Alternatie van zand en leemlaagjes (grijs, slap), schelpen en enkele zwarte sliblaagjes, hoofdzakelijk zandig	Kwartair
3.70	6.20	Slappe, grijze leem, enkele zandlaagjes	Kwartair

23. kb5d11e-B156

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.50	Donkerbruin, kleig zand	Kwartair
0.50	1.10	Lichtbruin, lemig zand	Kwartair
1.10	1.30	Lichtbruin, zandige klei	Kwartair
1.30	1.70	Lichtbruin, fijn zand	Kwartair
1.70	2.80	Lichtgrijs, fijn zand	Kwartair
2.80	3.60	Lichtgrijs, fijn zand met enkele slappe zwarte sliblaagjes	Kwartair
3.60	6.35	Donkergrijs, middelmatig zand met enkele dunne zwarte sliblaagjes en schelpen	Kwartair

24. B/094/21/1			
Van (m)	Tot (m)	Beschrijving	
0.00	0.50	Opgehoogd	Kwartair
0.50	1.00	Kleilig matig zand, schelpen, roest, kleiige banden	Kwartair
1.00	2.50	Matig zand, schelpen, beige	Kwartair
2.50	2.80	Matig grof zand, schelpen, roestbruin	Kwartair
2.80	3.50	Matig grof zand, schelpen, grijs, gereduceerd	Kwartair
3.50	4.00	kleilig matig grof zand, schelpen, bruingrijs, geoxideerd	Kwartair
4.00	7.50	kleilig matig grof zand, schelpen, donkergrijs, gereduceerd	Kwartair



Figuur 9-2: Situering van de boringen en sonderingen uitgevoerd door de Afdeling Geotechniek in het kader van het dijkontwerp en opgenomen in de DOV databank (2009)

AOSO - AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-08/202

Plaats/site: KNOKKE-HEIST - WILLEM-LEOPOLDPOLDER

Boring: B6

Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek

Datum van uitvoering: 26/06/2009

X: 79621

Y: 227714

Aanvangspeil: +4,40

Lithologische beschrijving

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1	0,00-0,50	bruin zand met stenen en brokken verharde klei
G2	0,50-1,00	bruin grijs zandige klei, kalkhoudend
G3-G4	1,00-2,00	grijs sterk silteus fijn zand, weinig schelpfragmenten, enkele zwarte vegetatieresten, kalkhoudend
G5	2,00-2,50	grijs fijn zand, kalkhoudend
G6-G11	2,50-5,50	donkergrijs iets silteus fijn zand, weinig kleihoudend, weinig kleine schelpfragmentjes, kalkhoudend
G12	5,50-6,00	donkergrijs iets silteus fijn zand, kalkhoudend
G13-G14	6,00-7,00	donkergrijs iets silteus fijn zand, maar weinig kleihoudend en met weinig fijn schelpgruis, kalkhoudend
G15	7,00-7,50	donkergrijs weinig kleihoudend fijn zand, weinig fijn schelpgruis, klein veenbrokje
G16-G20	7,50-10,00	donkergrijs fijn zand, weinig fijn schelpgruis, kalkhoudend

Informele stratigrafie

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,00	0,50	Quartair - Holocene: verroerd
0,50	10,00	Quartair - Holocene: jonge/laat-Holocene geulafzetting

AOSO - AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-08/202

Plaats/site: KNOKKE-HEIST - WILLEM-LEOPOLDPOLDER

Boring: B11

Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek

Datum van uitvoering: 25/06/2009

X: 79836

Y: 227588

Aanvangspeil: +5,18

Lithologische beschrijving

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1	0,00-0,50	bruin iets zandige klei (verdroogd), kalkhoudend
G2	0,50-1,00	bruin zandige klei, kalkhoudend
G3	1,00-1,50	bruine klei (gecompacteerd), roodbruine vlekjes, kalkhoudend
G4	1,50-2,00	bleekbruin kleiig en silteus fijn zand, weinig fijn schelpgruis, kalkhoudend
G5-G8	2,00-4,00	grijs silteus fijn zand, weinig kleine schelpfragmentjes
G9-G10	4,00-5,00	grijs fijn zand, sporadisch klein veenrestje, weinig schelpspikkeltjes, kalkhoudend

Informele stratigrafie

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,00	1,50	wadklei (ontwaterd)
1,50	2,00	strandzand?
2,00	5,00	laat-Holocene geulafzetting

AOSO - AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-08/202

Plaats/site: KNOCKE-HEIST - WILLEM-LEOPOLDPOLDER

Boring: B19

Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek

Datum van uitvoering: 06/07/2009

X: 79974

Y: 227252

Aanvangspeil: +4,44

Lithologische beschrijving

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1	0,00-0,50	roodbruin steengruis
G2	0,50-1,00	grijs, roodbruin gevlekte zware klei (ontwaterd), kalkhoudend
G3	1,00-1,50	grijs, roodbruin gevlekte zware klei (ontwaterd), met veel bakstenen, kalkhoudend
G4-G6	1,50-3,00	zwartgrijs (gereduceerd) silteuze klei (vrij slap), kalkhoudend
G7	3,00-3,50	grijs fijn zand, kleiige zones, kleine schelpfragmentjes, kalkhoudend
G8	3,50-4,00	bruingrijze klei in pot gemengd met weinig grijs fijn zand, enkele kleine baksteenfragmentjes, kalkhoudend
G9	4,00-4,50	donkergrijs zand met kleiige zones (waarschijnlijk afwisselend gelaagd), met talrijke schelpheften (Oester, Kokkel, Spisula), hoekige steen, klein baksteenfragmentje
G10-G11	4,50-5,50	donkergrijs zand, fijn, weinig kleine schelpfragmentjes, kalkhoudend
G12-G14	5,50-7,00	donkergrijs zand, fijn, weinig kleine schelpfragmentjes, met enkele kleine veenbrokjes, kalkhoudend
G15-G17	7,00-8,50	donkergrijs fijn zand, talrijke schelpfragmentjes en -gruis, kalkhoudend
G18-G20	8,50-10,00	grijs fijn zand, fijn schelpgruis, kalkhoudend

Informele stratigrafie

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,00	1,50	Quartair - Holocene: ontwaterde klei met stenen
1,50	3,00	Quartair - Holocene: gereduceerd slib
3,00	4,50	Quartair - Holocene: afwisselend klei/zand
4,50	10,00	Quartair - Holocene: getijden geulafzetting

AOSO - AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-08/202

Plaats/site: KNOKKE-HEIST - WILLEM-LEOPOLDPOLDER

Boring: B21

Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek

Datum van uitvoering: 09/07/2009

X: 79979

Y: 227152

Aanvangspeil: +4,65

Lithologische beschrijving

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1-G2	0,00-1,00	grijsbruine klei (ontwaterd) gemengd met weinig zand, baksteenfragmentjes, weinig schelpfragmentjes, kalkhoudend
G3	1,00-1,50	beigebruin silteus fijn zand gemengd met klei in de pot
G4	1,50-2,00	bleekbeige silteus fijn zand, kalkhoudend
G5	2,00-2,50	bleekbeige silteus fijn zand, met brokken klei, kalkhoudend
G6	2,50-3,00	beige sterk silteus fijn zand, kalkhoudend
G7	3,00-3,50	bleekgrijs sterk silteus en iets kleiig fijn zand, kalkhoudend
G8-G14	3,50-7,00	grijs iets silteus fijn zand, kalkhoudend
G15	7,00-7,50	donkergrijs fijn zand met gereduceerde brokjes klei, weinig fijn schelpgruis, kalkhoudend
G16-G19	7,50-9,50	donkergrijs iets kleiig fijn zand, weinig fijn schelpgruis
G20-G22	9,50-11,00	grijs fijn zand, zeer weinig schelpgruis
G23	11,00-11,50	grijs fijn zand, zeer weinig schelpgruis, met klein brokje veen
G24-G26	11,50-13,00	grijs fijn zand, meer schelpgruis
G27	13,00-13,50	grijs fijn zand met veel schelpgruis en -fragmenten en kleine grindjes
G28	13,50-14,00	grijs fijn zand met veel schelpgruis en meer schelpfragmenten en kleine grindjes
G29-G30	14,00-15,00	grijs kleiig fijn zand met brokken slappe klei, schelpfragmentjes, kalkhoudend
G31-G36	15,00-18,00	grijs iets kleiig fijn zand, schelpgruis en weinig schelpfragmentjes

Informele stratigrafie

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,00	1,50	Quartair - Holocene: wadklei
1,50	3,50	Quartair - Holocene: silteus fijn zand (?)
3,50	13,00	Quartair - Holocene: zandplaat
13,00	14,00	Quartair - Holocene: schelpenzand
14,00	18,00	Quartair - Holocene: zandplaat/vooroever (?) zand

AOSO - AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-08/202

Plaats/site: KNOKKE-HEIST

Boring: B27

Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek

Datum van uitvoering: 17/06/09 - 19/06/09

X: 80083

Y: 226873

Aanvangspeil: +4,15

Waterdiepte volgens boorstaatgegevens(m): 2,67 (peil +1,48) op 18/06/2009

Lithologische beschrijving

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1-G2	0,00-1,00	grijsbruine klei (ontwaterd), gemengd in pot met weinig zand, stenen en baksteenfragmentjes, kalkhoudend
G3	1,00-1,50	grijsbruine klei (ontwaterd), roodbruine vlekjes, baksteenfragmentje
G4	1,50-2,00	grijze (slappe) klei, siltens, roodbruin gevlekt, kalkhoudend
G5-G6	2,00-3,00	donkergrijs (gereduceerd) silteuze klei (slap), kalkhoudend
G7	3,00-3,50	grijs (zeer slappe) klei, iets fijnzandig
G8	3,50-4,00	grijs sterk kleilig fijn zand
G9-G10	4,00-5,00	donkergrijs iets kleilig fijn zand, weinig kleine veenbrokjes
G11-G12	5,00-6,00	donkergrijs weinig kleihoudend fijn zand, talrijke kleine schelpfragmentjes en -gruis (wit)
G13-G19	6,00-9,50	grijs fijn zand, weinig schelpgruis
G20	9,50-10,00	grijs fijn zand met meer schelpgruis
G21	10,00-10,50	grijs fijn zand met zeer veel schelpgruis en -fragmenten, grote brok veen
G22-G23	10,50-11,50	donkergrijs kleilig fijn zand met kleilige zones (gereduceerd), waarschijnlijk afwisselend gelaagd, kalkhoudend
G24	11,50-12,00	grijs slappe klei, gemengd met weinig zand (waarschijnlijk gelaagd), talrijke veendetritus (fijne deeltjes veen) waarschijnlijk geconcentreerd in dunne laagjes, klein fragment van Cerastoderma, kalkhoudend
G25	12,00-12,50	grijs iets kleilig fijn zand, talrijke kleine en grote schelpfragmenten en -gruis, enkele hoekige gebroken silexen, grote fragmenten van stevige mariene schelpen
G26-G28	12,50-14,00	grijs kleilig fijn zand, schelpgruis, kalkhoudend
G29	14,00-14,50	grijs kleilig fijn zand, schelpgruis, met kleine veenbrokjes, kalkhoudend
G30	14,50-15,00	grijs kleilig fijn zand, schelpgruis, kalkhoudend

Informele stratigrafie

Auteur: Cecile Baeteman
Datum: 28/07/2009

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,00	3,00	Quartair - Holocene: wadklei
3,00	10,50	Quartair - Holocene: getijdegeul opvulling
10,50	12,00	Quartair - Holocene: klei/zand van ondiep geultje
12,00	15,00	Quartair - Holocene: zandplaat, vooroever? - afzetting

AOSO - AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-08/202

Plaats/site: KNOCKE-HEIST

Boring: B33

Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek

Datum van uitvoering: 09/06/09 - 16/06/09

X: 80203

Y: 226597

Aanvangspeil: +4,75

Waterdiepte volgens boorstaatgegevens(m): 1,57 (peil +3,18) op 15/06/2009

Lithologische beschrijving

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1	0,00-0,50	geelbruin silt met kleibrokjes en veel stenen en baksteenfragmenten, kalkhoudend
G2	0,50-1,00	grijsbruin klei gemengd met zand, kalkhoudend
G3	1,00-1,50	grijsbruin klei gemengd met zand, met baksteenfragmenten, kalkhoudend
G4	1,50-2,00	grijsbruine klei
G5	2,00-2,50	grijsbruine iets zandige klei, kalkhoudend
G6	2,50-3,00	bruingrijs kleiig fijn zand, kalkhoudend
G7	3,00-3,50	grijs iets silteus fijn zand, weinig schelpgruis
G8	3,50-4,00	grijs iets silteus fijn zand, weinig schelpgruis, klein veenbrokje
G9-G14	4,00-7,00	grijs fijn zand, zeer weinig schelpgruis
G15-G16	7,00-8,00	donkergrijs fijn zand, met gereduceerde kleiiger brokjes, meer schelpgruis en kleine schelpfragmentjes
G17-G20	8,00-10,00	donkergrijs fijn zand met fijn schelpgruis, weinig kleihoudend
G21	10,00-10,50	donkergrijs schelpgruis en -fragmentjes met fijn zand
G22	10,50-11,00	donkergrijs schelpgruis en -fragmentjes met fijn zand, met groenzwarte zandstenen (?), stevige mariene schelp, meer zand
G23-G24	11,00-12,00	donkergrijs schelpgruis en -fragmentjes met fijn zand
G25	12,00-12,50	donkergrijs schelpgruis en -fragmentjes met iets meer fijn zand, met brokken slappe klei
G26	12,50-13,00	donkergrijs schelpgruis en -fragmentjes met iets meer fijn zand, met brokken slappe klei, met Cerastoderma helften

Informele stratigrafie

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,00	2,50	Quartair - Holocene: wadklei
2,50	10,00	Quartair - Holocene: zandplaat-afzettingen
10,00	13,00	Quartair - Holocene: schelpenzand

AOSO - AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-08/202

Plaats/site: KNOKE-HEIST - WILLEM-LEOPOLDPOLDER

Boring: B54

Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek

Datum van uitvoering: 21/09/2009

X: 80957

Y: 227138

Aanvangspeil: +3,56

Waterdiepte volgens boorstaatgegevens(m): 3,37 (peil +0,19) op 21/09/2009

Lithologische beschrijving

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 07/10/2009

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
C1	1,50-2,50	lengte is 0.70 m - van 1.50 tot 1.80 m: ontbreekt - van 1.80 tot 1.96 m: bruin zandige klei (losse brokken), kalkhoudend - van 1.96 tot 2.01 m: bruine klei, roestvlekken, kalkhoudend, grens scherp - van 2.01 tot 2.10 m: donkerbruin sterk humeus, iets weinig fijn zand, fijne worteldoorgroeiing, humusgehalte vermindert geleidelijk naar onder toe, grens geleidelijk - van 2.10 tot 2.30 m: bruin iets kleiig fijn zand (los zand), roestvlekken, op 2.26 m kleiiger zone met vegetatie in, vegetatiedoorgroeiingen, fijn schelpgruis, grens geleidelijk - van 2.30 tot 2.50 m: grijs silteus fijn zand, vanaf 2.47 m met onregelmatige mm-klei lensjes, scheef en horizontaal, op 2.38 m niveau met concentratie van schelpfragmenten en enkele juvenieltjes (Cerastoderma en Macoma), enkele kleine veenrestjes
C2	2,50-3,50	lengte is 1.00 m - van 2.50 tot 2.67 m: grijs silteus fijn zand, van 2.60-2.67 m talrijke schelpfragmenten (stormniveautje?), grens erosief scheef - van 2.67 tot 2.89 m: grijs silteuze klei (plakkerig) met horizontale mm-silt laminae, een enkele bioturbatiespoor gevuld met fijn zand, grens scherp - van 2.89 tot 3.07 m: grijs silteus en iets kleiig zeer fijn zand met kleibolletjes en kleine kleilenzen, van 2.96-2.99 m dikke kleilaminae met stuk hout (rond), van 3.01-3.07 m onregelmatige zandlenzen en laminae - van 3.07 tot 3.18 m: grijs silteuze klei (plakkerig, slap), enkele siltlenzen, onderaan enkele schelpfragmenten en een

		Macoma, grens onregelmatig - van 3.18 tot 3.50 m: grijs fijn zand, diffuse silteuze laminae (horizontaal), vanaf 3.33 m wordt nog fijner zand en iets kleiig met enkele horizontale en scheve kleilenzen, van 3.49-3.50 m laagjes geconcentreerd veendetritus
C3	3,50-4,50	lengte is 0.95 m - van 3.50 tot 4.45 m: muizegrijs fijn zand, vanaf 4.13 m met enkele kleilensjes, ovale kleibrok, weinig schelpgruis, sporadisch een brokje veen, tussen 4.38-4.45 m talrijke grillige kleilenzen - van 4.45 tot 4.50 m: ontbreekt
C4	4,50-5,50	lengte is 1.00 m - van 4.50 tot 5.50 m: muizegrijs fijn zand, weinig schelpgruis, sporadisch een brokje veen, op 4.80 m grillige kleibrok, tussen 5.25-5.38 m scheve mm-kleilenzen
C5	5,50-6,50	lengte is 0.80 m - van 5.50 tot 5.70 m: ontbreekt - van 5.70 tot 5.75 m: muizegrijs fijn zand, weinig schelpgruis, sporadisch een brokje veen - van 5.75 tot 6.17 m: donkergrijs tamelijk heterogeen pakket van fijn en middelmatig zand gemengd met kleiiger zones, enkele kleine grindjes (silex), veel schelpfragmenten, enkele schelphelften (Spisula, Oester), op 6.07 m brokje veen - van 6.17 tot 6.50 m: donkergrijs kleiig fijn zand met zeer veel onregelmatige dikke kleilenzen en kleibrokken, veel schelpfragmenten, van 6.42-6.47 m concentratie van Cerastoderma en Spisulahelften
C6	6,50-7,50	lengte is 0.52 m - van 6.50 tot 6.83 m: ontbreekt - van 6.83 tot 6.87 m: grijs fijn zand - van 6.87 tot 7.05 m: grijs middelmatig (los) zand met veel fijn schelpgruis, enkele silexgrindjes, fragment van Donax, talrijke gerolde silexgrindjes aan basis, grens scherp - van 7.05 tot 7.25 m: muizegrijs fijn zand met mm-kleilensjes waarin veendetritus, weinig zeer fijn schelpgruis - van 7.25 tot 7.35 m: grijs iets kleiig fijn (los) zand, enkele silexgrindjes (zwart) en grove kwartskorrel, Spisulahelft, schelpgruis en schelpfragmenten - van 7.35 tot 7.50 m: ontbreekt
C7	7,50-8,50	lengte is 0.24 m - van 7.50 tot 8.11 m: ontbreekt - van 8.11 tot 8.35 m: grijs iets kleiig fijn (los) zand, enkele silexgrindjes (zwart) en grove kwartskorrel, Spisulahelft, schelpgruis en schelpfragmenten - van 8.35 tot 8.50 m: ontbreekt
C8	8,50-9,50	lengte is 0.26 m - van 8.50 tot 9.17 m: ontbreekt - van 9.17 tot 9.43 m: grijs iets kleiig fijn (los) zand, enkele silexgrindjes (zwart) en grove kwartskorrel, Spisulahelft, schelpgruis en schelpfragmenten

		- van 9.43 tot 9.50 m: ontbreekt
C9	9,50-10,50	lengte is 0.65 m - van 9.50 tot 9.85 m: ontbreekt - van 9.85 tot 10.00 m: grijs iets kleiig fijn (los) zand, enkele silexgrindjes (zwart) en grove kwartskorrel, Spisulahelft, schelpgruis en schelpfragmenten, grens scherp, scheef, erosief ingesneden - van 10.00 tot 10.50 m: muizegrijs silteus zeer fijn zand, talrijke grillige kleilenzen en kleibrokken, weinig schelpfragmentjes
C10	10,50-11,50	lengte is 0.27 m - van 10.50 tot 10.66 m: muizegrijs silteus zeer fijn zand, talrijke grillige kleilenzen en kleibrokken, weinig schelpfragmentjes, grens gebogen (van 't boren?) - van 10.66 tot 10.77 m: grijs iets kleiig fijn zand, enkele scheve kleilenzen, enkele schelpfragmentjes geconcentreerd aan de top - van 10.77 tot 11.50 m: ontbreekt
C11	11,50-12,50	lengte is 0.65 m - van 11.50 tot 11.85 m: ontbreekt - van 11.85 tot 11.90 m: grijs iets kleiig fijn zand, enkele scheve kleilenzen, grens scherp, scheef, ingesneden - van 11.90 tot 12.50 m: muizegrijs silteus zeer fijn zand met vrij regelmatige horizontale kleilenzen (mm- en cm-dik) waarin veendetritus
C12	12,50-13,50	lengte is 0.15 m - van 12.50 tot 13.35 m: ontbreekt - van 13.35 tot 13.50 m: grijs iets kleiig fijn zand met talrijke grillige kleibrokken
C13	13,50-14,50	lengte is 0.75 m - van 13.50 tot 13.75 m: ontbreekt - van 13.75 tot 13.88 m: grijs iets kleiig fijn zand, onderste 5 cm gemengd met onderliggend materiaal - van 13.88 tot 14.50 m: muizegrijs fijn zand met talrijke grillige en horizontale kleilenzen (cm-dik), enkele lensjes geconcentreerd veendetritus
C14	14,50-15,50	lengte is 0.63 m - van 14.50 tot 14.87 m: ontbreekt - van 14.87 tot 15.07 m: muizegrijs fijn zand met talrijke grillige en horizontale kleilenzen (cm-dik), enkele lensjes geconcentreerd veendetritus - van 15.07 tot 15.18 m: muizegrijs regelmatige afwisseling horizontaal gelaagd van cm-dikke kleilaminae en fijn zand, weinig veendetritus bij de kleilenzen - van 15.18 tot 15.50 m: muizegrijs iets kleiig fijn zand met enkele cm-dikke kleilenzen, sporadisch veenbrokje

Opmerking: De gehele boring is kalkhoudend.

Informele stratigrafie

Auteur: Cecile Baeteman
Datum: 07/10/2009

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0.00	15,50	Quartair, waarschijnlijk alles Holoceen, geul en zeegatafzettingen

AOSO - AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-08/202

Plaats/site: KNOKE-HEIST - WILLEM-LEOPOLDPOLDER

Boring: B60

Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek

Datum van uitvoering: 24/09/09 - 25/09/09

X: 80769

Y: 227379

Aanvangspeil: +2,86

Waterdiepte volgens boorstaatgegevens(m): 1,43 (peil +1,43) op 24/09/2009

Lithologische beschrijving

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 07/10/2009

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1-G2	0,00-1,00	bruin fijn zand, iets kleiig, kalkhoudend
G3	1,00-1,50	donkergrijs (met gereduceerde zones) fijn iets kleiig zand met kleibrokken, weinig fijn schelpgruis, kalkhoudend
G4	1,50-2,00	donkergrijs (met gereduceerde zones) fijn iets kleiig zand met kleibrokken, weinig fijn schelpgruis, met houtresten, kalkhoudend
G5	2,00-2,50	donkergrijs (met gereduceerde zones) fijn iets kleiig zand met kleibrokken, weinig fijn schelpgruis, met houtresten, gemengd met zand waarin geoxideerd schelpgruis (strandzand?), kalkhoudend
G6	2,50-3,00	grijs zandige (slappe) klei (waarschijnlijk afwisselend zand/klei gelaagd), zeer fijn schelpgruis, kalkhoudend
G7	3,00-3,50	donkergrijs (reductiekleur) kleiig fijn zand, zeer fijn schelpgruis, kalkhoudend
G8-G9	3,50-4,50	grijs zandige klei, houtresten, stenen, schelpfragmenten, kalkhoudend
G10	4,50-5,00	grijs slappe klei, vegetatieresten, veenrestje, kalkhoudend
G11	5,00-5,50	grijs iets zandige slappe klei, kalkhoudend
G12	5,50-6,00	grijs slappe klei, houtresten, schelpfragmentjes, kalkhoudend
G13	6,00-6,50	grijs iets kleiig zand met veel kleine zwarte grindjes, grove kwartskorrels, fijn schelpgruis, kalkhoudend
G14	6,50-7,00	muizegrijs silteus en kleiig zeer fijn zand, kalkhoudend
G15	7,00-7,50	muizegrijs silteus en kleiig zeer fijn zand, met grindje (silex), kalkhoudend
G16	7,50-8,00	grijs kleiig fijn zand, fijn schelpgruis, kalkhoudend
G17	8,00-8,50	grijs kleiig fijn zand, fijn schelpgruis, met fragment stevige zeeschelp, kalkhoudend
G18	8,50-9,00	grijs zeer fijn sterk kleiig zand, kalkhoudend
G19	9,00-9,50	grijs zeer fijn sterk kleiig zand, schelpfragment, kalkhoudend
G20	9,50-10,00	grijs slappe klei, veendetritus, kalkhoudend

Informele stratigrafie

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 07/10/2009

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,00	10,00	Quartair - Holocene (waarschijnlijk sterk antropogeen beïnvloed tot 6 m)

AOSO - AFDELING GEOTECHNIEK

Opdracht: GEO-08/202

Plaats/site: KNOCKE-HEIST - WILLEM-LEOPOLDPOLDER

Boring: B67

Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek

Datum van uitvoering: 14/07/2009

X: 80849

Y: 227708

Aanvangspeil: +4,08

Lithologische beschrijving

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Monster	Diepte (m)	Aard der grondlagen
G1	0,00-0,50	beige sileus fijn zand, kalkhoudend
G2	0,50-1,00	beige sileus fijn zand, gemengd met kleibrokjes, kalkhoudend
G3	1,00-1,50	bruin iets kleiig zand gemengd met kleibrokjes, vegetatieresten, kleine steentjes
G4	1,50-2,00	bruin iets kleiig zeer fijn zand, weinig fijn schelpgruis, humeus?, kalkhoudend
G5	2,00-2,50	bleekbeige fijn zand met schelpfragmentjes, kalkhoudend
G6	2,50-3,00	bleekbeige fijn zand met schelpfragmentjes, met brokken humeus zand gemengd, kalkhoudend
G7-G8	3,00-4,00	bleekgrijs fijn zand, veel fijn schelpgruis
G9-G13	4,00-6,50	bruingrijs fijn zand, veel fijn schelpgruis
G14	6,50-7,00	grijs fijn zand, weinig schelpgruis
G15	7,00-7,50	grijs fijn zand, weinig schelpgruis, met grote rode stenen
G16	7,50-8,00	grijs iets kleiig zeer fijn zand met rood steengruis (van het boren?)
G17-G18	8,00-9,00	grijze (slappe) klei, kalkhoudend
G19-G21	9,00-10,50	grijs iets sileus en iets fijnzandig (slappe) klei, kalkhoudend
G22	10,50-11,00	grijs (slappe) klei, iets sileus met weinig fijne vegetatierestjes, kalkhoudend
G23	11,00-11,50	grijze (slappe) klei, kalkhoudend
G24-G25	11,50-12,50	grijze (slappe) klei, enkele veenbrokjes, kalkhoudend
G26-G27	12,50-13,50	grijs sileuze en iets fijnzandige (slappe) klei
G28-G29	13,50-14,50	grijs kleiig en weinig fijnzandig silt
G30	14,50-15,00	grijs sileuze klei (slap), iets fijnzandig

Informele stratigrafie

Auteur: Cecile Baeteman

Bedrijf/dienst: Belgische Geologische Dienst

Datum: 28/07/2009

Van (m)	Tot (m)	Beschrijving
0,00	2,00	Quartair - Holocene: duinenzand? of aangevoerd
2,00	6,50	Quartair - Holocene: strandzand?
6,50	8,00	Quartair - Holocene: zandplaat?
8,00	15,00	Quartair - Holocene: slikwad-klei of opvulling van slijkgeul

Op basis van de sonderingen (Figuur 4-11), uitgevoerd in 2009 door MVG Afdeling Geotechniek, werd een grondlagenprofiel opgesteld langsheen het tracé van de nieuwe primaire waterkering. Voor de maatgevende sonderingen geselecteerd als basis voor het dijkontwerp S19 (ter plaatse van een oude Zwingeu), S24 (maatgevend langs grote delen van het tracé), S43 (maatgevend langs grote delen van het tracé), S50 (maatgevend langs grote delen van het tracé), S54 (ter plaatse van een oude Zwingeu) zijn de grondkarakteristieken voor de aanwezige grondlagen gegeven in Tabel 9-1. De peilen van de bovenkant van de lagen per sondering zijn gegeven in Tabel 9-2 (m NAP) en in Tabel 9-3 (m TAW).

Tabel 9-1: Grondkarakteristieken per grondlaagpakket

Laag	Omschrijving	γ_d (kN/m ³)	γ_n (kN/m ³)	Φ (°)	c (kPa)	$k_{x,sat}$ (m/s)
A	Matig vaste klei, plaatselijk veen of veenhoudend	17	17	20	4	2.5e-8
E	Slap(pe) leem of klei	16	16	20	2	2.5e-9
B'	Matig gepakt, mogelijk plaatselijk leem-of kleihoudend zand	17	19	27	0	2.15e-5
I	Matig vast (weinig) zandhoudende klei of leem	19	19	25	4	1.4e-7
C	Matig tot vrij dicht gepakt zand met plaatselijk losser gepakte zones dan wel aanwezigheid van leem- of kleilenzen	17	19	30	0	2.15e-5
B	Vrij losgepakt tot matig gepakt leem- of kleihoudend zand met plaatselijk losser gepakte zones dan wel aanwezigheid van leem of kleilenzen	16	18	25	0	1.13e-6
Q	Matig tot dichtgepakt zand	18	20	35	0	1e-4
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei	18	18	25	2	1.4e-7
T	Matig vaste klei of leem (terair)	18	18	22	2	2.5e-9
Kern	Zand	17	19	27	0	1e-4
Klei 1	Afdeklaag buitendijks	18	18	20	8	1e-7
Klei 2	Afdeklaag binnendijks	18	18	20	8	1e-7

$$k_{y,sat} = 0.5 k_{x,sat}$$

Tabel 9-2: Peilen bovenkant laag (m NAP) per sondering

Laag	Omschrijving	Peil bovenkant laag (m NAP)				
		S19	S24	S43	S50	S54
A	Matig vaste klei	2.14	2.53	1.47	0.67	1.26
E	Slap(pe) leem of klei	1				
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	-1.1	1.2			

I	Matig vast zandh. klei of leem	-1.6				
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	-2.5				
B	Losgepakt tot matig gepakt leem- of kleih. zand	-4.6	-3.1			
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	-4.8				
C	Matig tot vrij dicht gepakt zand	-6.5	-4.67	1	-0.9	
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei			-1.7		-0.3
C	Matig tot vrij dicht gepakt zand					-4.3
B	Losgepakt tot matig gepakt leem- of kleih. zand	-9.9	-10.8	-11.6	-9.8	-5.7
Q	Matig tot dichtgepakt zand	-22.3				
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei					
T	Matig vaste klei of leem (tertair)					

Tabel 9-3: Peilen bovenkant laag (m TAW) per sondering

Laag	Omschrijving	Peil bovenkant laag (m TAW)				
		S19	S24	S43	S50	S54
A	Matig vaste klei	4.44	4.83	3.77	2.97	3.56
E	Slap(pe) leem of klei	3.3				
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	1.2	3.5			
I	Matig vast zandh. klei of leem	0.7				
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	-0.2				
B	Losgepakt tot matig gepakt leem- of kleih. zand	-2.3	-0.8			
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	-2.5				
C	Matig tot vrij dicht gepakt zand	-4.2	-2.37	3.3	1.4	
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei			0.6		2
C	Matig tot vrij dicht gepakt zand					-2
B	Losgepakt tot matig gepakt leem- of kleih. zand	-7.6	-8.5	-9.3	-7.5	-3.4
Q	Matig tot dichtgepakt zand	-20				
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei					
T	Matig vaste klei of leem (tertair)					