

RAPPORT

Zoutman nv

Kustveiligheid RUP Zeepark De Panne

8 februari 2016 - versie 1.0



IMDC
International Marine & Dredging Consultants

Colofon

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Van Immerseelstraat 66, 2018 Antwerp, Belgium

: + 32 3 270 92 95

: + 32 3 235 67 11

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Titel	Kustveiligheid RUP Zeepark De Panne
Project	Kustveiligheid RUP Zeepark De Panne
Opdrachtgever	Zoutman nv
Besteknummer	
Documentref	I/RA/11484/16.014/NZI
Documentnaam	K:\PROJECTS\11\11484_P008802 - RUP Zeepark De Panne\10-Rap\RA16014_kustveiligheid_RUP_Zeepark_De_Panne_v1.0.docx

Revisies / Goedkeuring

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	08/02/2016	Concept	NZI	ABO	PIH
					

Verdeellijst

☐	Analoog	
☒	Digitaal	Zoutman nv

Contactpersoon IMDC

Contactpersoon	Annelies Bolle
Telefoonnummer	+32 3 270 92 90
E-mail	Annelies.bolle@imdc.be

Abstract

Dit rapport geeft een inschatting van de verwachte kusterosie rond het project RUP Zeepark De Panne gedurende een 1000-jarige storm in de huidige toestand (2015) en de toekomstige toestand (2065), conform de toetsingsmethodologie voor kustveiligheid van Afdeling Kust.

Inhoudstafel

1. INLEIDING	1
1.1 DE OPDRACHT	1
1.2 DOEL VAN HET RAPPORT	1
2. STUDIEGEBIED	2
2.1.1 <i>Huidige toestand</i>	2
2.1.2 <i>Voorontwerp van het RUP Zeepark De Panne</i>	3
2.1.3 <i>Huidige afslaglijn volgens het Geïntegreerd Kustveiligheidsplan</i>	5
3. RANDVOORWAARDEN	7
3.1 HYDRODYNAMISCHE RANDVOORWAARDEN	7
3.1.1 <i>Algemene methodiek</i>	7
3.1.2 <i>1000-jarige stormkarakteristieken</i>	7
3.1.3 <i>Zeespiegelstijging</i>	9
3.2 SEDIMENTOLOGISCHE RANDVOORWAARDEN	9
3.2.1 <i>Korrelgrootte van strand en duin</i>	9
3.2.2 <i>Erosie-sedimentatietrend</i>	9
3.3 SAMENVATTING RANDVOORWAARDEN	10
4. MODELLERING	11
4.1 TOPOGRAFISCHE EN BATHYMETRISCHE GEGEVENS	11
4.2 OUDE TOETSINGSMETHODE (DUROS+)	11
4.2.1 <i>Modelopstelling</i>	11
4.2.2 <i>Resultaten</i>	12
4.3 NIEUWE TOETSINGSMETHODE (XBEACH)	17
4.3.1 <i>Modelopstelling</i>	17
4.3.2 <i>Resultaten</i>	19
5. CONCLUSIES	23
6. REFERENTIES	25

Bijlagen

BIJLAGE A	RESULTATEN OUDE TOETSINGSMETHODE (DUROS+)	26
------------------	--	-----------

Lijst van tabellen

TABEL 3-1: SAMENVATTING VAN DE RANDVOORWAARDEN VOOR DE STUDIE.....	10
TABEL 4-1: OVERZICHT VAN GEBRUIKTE DATABRONNEN VOOR DE TOPOGRAFIE EN BATHYMETRIE	11
TABEL 4-2: EROSIE BOVEN DE MAXIMALE WATERSTAND IN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND (RUP, RANDVOORWAARDEN 2015 EN 2065)	14
TABEL 4-3: EROSIE BOVEN DE MAXIMALE WATERSTAND IN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND (RUP, RANDVOORWAARDEN 2015 EN 2065)	14
TABEL 4-4: OVERZICHT VAN DE WTI PARAMETERS	19
TABEL 4-5: EROSIE BOVEN DE MAXIMALE WATERSTAND IN DE NIEUWE TOETSINGSMETHODE (XBEACH) VERGELEKEN MET DE OUDE TOETSINGSMETHODE (DUROS+), IN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND MET RANDVOORWAARDEN VAN 2065	21

Lijst van figuren

FIGUUR 2-1: HUIDIGE TOESTAND VAN HET ZEEPARK IN DE PANNE (NOORDEN NAAR BOVEN).....	2
FIGUUR 2-2: LIGGING VAN DE CAMPING IN KUSTSECTIES 19 EN 20.	2
FIGUUR 2-3: VOORONTWERP VAN HET RUP ZEEPARK DE PANNE (DUINEN LINKS)	4
FIGUUR 2-4: VEILIGHEIDSLIJN EN AFSLAGLIJN VOLGENS DE TOETSING VAN HET GEÏNTEGREERD KUSTVEILIGHEIDSPAN	6
FIGUUR 3-1: VERLOOP VAN DE TOTALE WATERSTAND (ZWART) ALS SOM VAN HET ASTRONOMISCHE GETIJ (ROOD) EN DE STORMOPZET (BLAUW)	8
FIGUUR 3-2: VERLOOP VAN DE SIGNIFICANTE GOLFHOOGTE OP -5 M TAW (GEEL) EN DE PIEKPERIODE (BLAUW).....	8
FIGUUR 3-3: REKENDIAMETER VOOR DUINAFSLAG PER SECTIE VOLGENS DE LEIDRAAD TOETSING 2015	9
FIGUUR 3-4: KUSTTREND TOT 2009 IN SECTIES 18-21 VOLGENS HET GKVP (IMDC, 2010).....	10
FIGUUR 4-1: PRINCIPESCHETS VAN EEN DUROS+ BEREKENING (RIJKSWATERSTAAT, 2007).....	12
FIGUUR 4-2: DUINAFSLAG VOLGENS DUROS+ OP PROFIEL 40 (EYECATCHER) IN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND MET RANDVOORWAARDEN VAN 2065.	13
FIGUUR 4-3: DUINAFSLAG VOLGENS DUROS+ OP PROFIEL 65 (GEBOUW DICTST BIJ DE ZEE) IN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND MET RANDVOORWAARDEN VAN 2065.....	13
FIGUUR 4-4: TOPOGRAFISCHE VERSCHILKAART TUSSEN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND (VOORONTWERP RUP IN HET MODEL) EN DE GKVP TOPOGRAFIE (2007). DE TOPOGRAFIE IN HET MODEL BUITEN HET PROJECTGEBIED IS NIET REPRESENTATIEF VOOR DE WERKELIJKHEID.	15
FIGUUR 4-5: TOPOGRAFISCHE VERSCHILKAART TUSSEN DE OPMETING VAN 2013 (AANGEVULD MET TOPOGRAFIE VAN 2007) EN DE GKVP TOPOGRAFIE VAN 2007	16
FIGUUR 4-6: PRINCIPESCHETS VAN DE GOLFBELASTING VOLGENS XBEACH.....	17
FIGUUR 4-7: BATHYMETRIE GEBRUIKT IN HET XBEACH MODEL	18

FIGUUR 4-8: TOPOGRAFIE GEBRUIKT IN DE PROJECTZONE IN HET XBEACH MODEL, EN PROFIELEN GESELECTEERD VOOR DE ANALYSE	18
FIGUUR 4-9: GEMODELLEERDE EROSIE NA EEN 1000-JARIGE STORM IN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND (2065) EN VERLOOP VAN DE STORM.....	20
FIGUUR 4-10: GEMODELLEERDE KUSTLIJN NA DE STORM (ROOD) EN MET TOESLAG VAN 25 % VOOR ONZEKERHEDEN (GROEN)	20
FIGUUR 4-11: PROFIEL 40 (EYECATCHER) NA DE STORM IN XBEACH, IN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND MET RANDVOORWAARDEN VAN 2065	21
FIGUUR 4-12: PROFIEL 65 (GEBOUW MIDDEN) NA DE STORM IN XBEACH, IN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND MET RANDVOORWAARDEN VAN 2065	22
FIGUUR 4-13: PROFIEL 85 (GEBOUW OOST), NA DE STORM IN XBEACH, IN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND MET RANDVOORWAARDEN VAN 2065	22
FIGUUR 5-1: AFSLAGLIJNEN MET RANDVOORWAARDEN VAN 2065 IN DE HUIDIGE TOESTAND (GKVP 2007) EN DE TOEKOMSTIGE TOESTAND (VOORONTWERP RUP), EN AFSTANDEN TOT DE DICHTSTE GEBOUWEN	24

1. INLEIDING

1.1 DE OPDRACHT

Momenteel wordt het gemeentelijk ruimtelijk uitvoeringsplan 'Zeepark' opgemaakt door het gemeentebestuur van De Panne om de kwaliteiten van de site, gelegen in een zone voor verblijfsrecreatie, te behouden en te versterken.

CREOSUM kreeg na de plenaire vergadering van het GRUP Zeepark de opdracht om een bijkomende studie te laten opmaken om na te gaan welke maatregelen nodig zijn om er voor te zorgen dat bij een 1000-jarige storm de nieuw geplande constructies geen structurele schade zouden oplopen die mogelijk kunnen leiden tot slachtoffers, rekening houdende met mogelijke geleidelijke erosie van het strand. CREOSUM maakte deze vraag over aan IMDC.

Hiervoor worden twee numerieke modellen opgesteld om de kusterosie te kwantificeren:

- Met de oude toetsingsmethodiek voor kustveiligheid (2006), met het 1D duinafslagmodel Duros+, voor de huidige toestand en de toekomstige toestand;
- Met de nieuwe toetsingsmethodiek voor kustveiligheid (2016), met het 2D duinafslagmodel XBeach, voor de toekomstige toestand;

1.2 DOEL VAN HET RAPPORT

Dit rapport presenteert de resultaten van de studie. De gebruikte data, de gevolgde methode en de verkregen resultaten worden er beschreven.

De resultaten zijn voorgesteld aan de hand van figuren en tabellen. Voor de simulaties in de toekomst wordt ook de verwachte erosie/sedimentatietrend in rekening gebracht bij de interpretatie van de resultaten.

2. STUDIEGEBIED

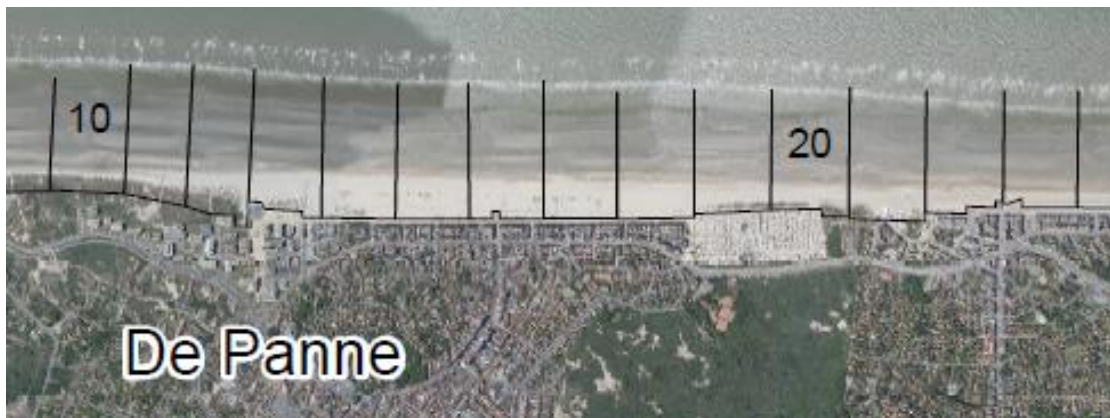
2.1.1 Huidige toestand

Het Zeepark De Panne is momenteel een camping (Figuur 2-1). Het terrein van de camping ligt ongeveer op een hoogte van +10 m TAW. De duinen net voor het strand zijn hoger, variërend van +12 tot +14 m TAW.



Figuur 2-1: Huidige toestand van het Zeepark in De Panne (Noorden naar boven).

De camping ligt ter hoogte van de kustsecties 19 en 20, zoals ook vermeld in het Geïntegreerd Kustveiligheidsplan (Figuur 2-2).

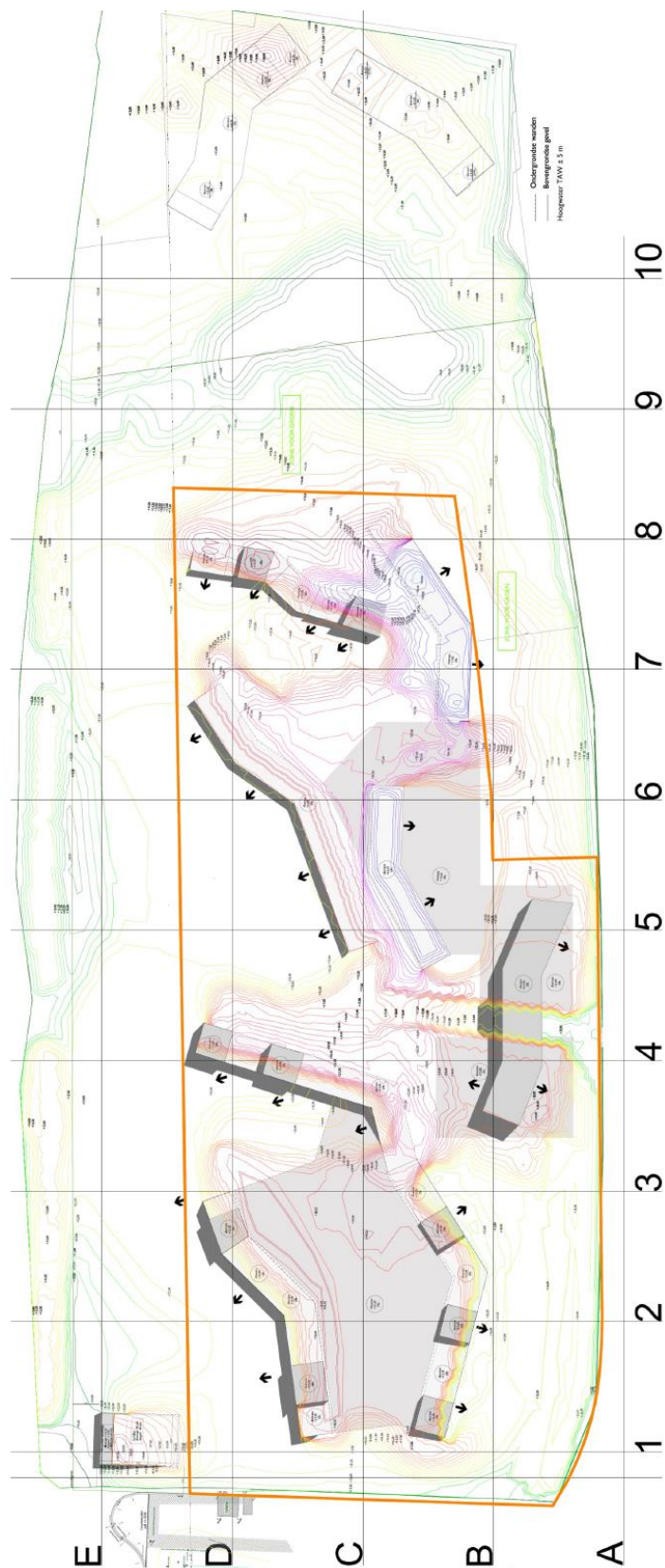


Figuur 2-2: Ligging van de camping in kustsecties 19 en 20.

2.1.2 Voorontwerp van het RUP Zeepark De Panne

Het voorontwerp van het RUP Zeepark De Panne (Creosum, 2015) voorziet de bouw van enkele gebouwen gecategoriseerd als “open lucht recreatief verblijf”, met de nadruk op het herstel van de oorspronkelijke duinenlandschap. Hiervoor wordt de topografie van het terrein aangepast en krijgt een deel van het projectgebied opnieuw de bestemming “overig groen”.

Noemenswaardig is de aanwezigheid van een nieuw gebouw tegen het strand aan de westelijke eind van het projectgebied (de “eyecatcher”; gebouw in zone E1 op Figuur 2-3, op het niveau van de sectie 19 van het Geïntegreerd Kustveiligheidsplan).



Figuur 2-3: Voorontwerp van het RUP Zeepark De Panne (duinen links)

2.1.3 Huidige afslaglijn volgens het Geïntegreerd Kustveiligheidsplan

De resultaten van de toetsing van het Geïntegreerd Kustveiligheidsplan van 2006 (GKVP; Figuur 2-4) suggereren dat enkel de eyecatcher mogelijks een probleem kan vormen in het geval van een extreme storm. De andere gebouwen lijken ver genoeg te zijn, landwaarts van de afslaglijn voor een 1000-jarige storm.



3. RANDVOORWAARDEN

3.1 HYDRODYNAMISCHE RANDVOORWAARDEN

3.1.1 Algemene methodiek

De aannames worden gekozen overeenkomstig de verwachte toetsingsmethodiek van 2016 (Leidraad Toetsing 2015 (Suzuki *et al.*, 2015)). Deze methodiek werd echter nog niet definitief goedgekeurd, er wordt een evolutie van sommige aannames verwacht in de loop van de nieuwe toetsing Vlaamse Kust 2016.

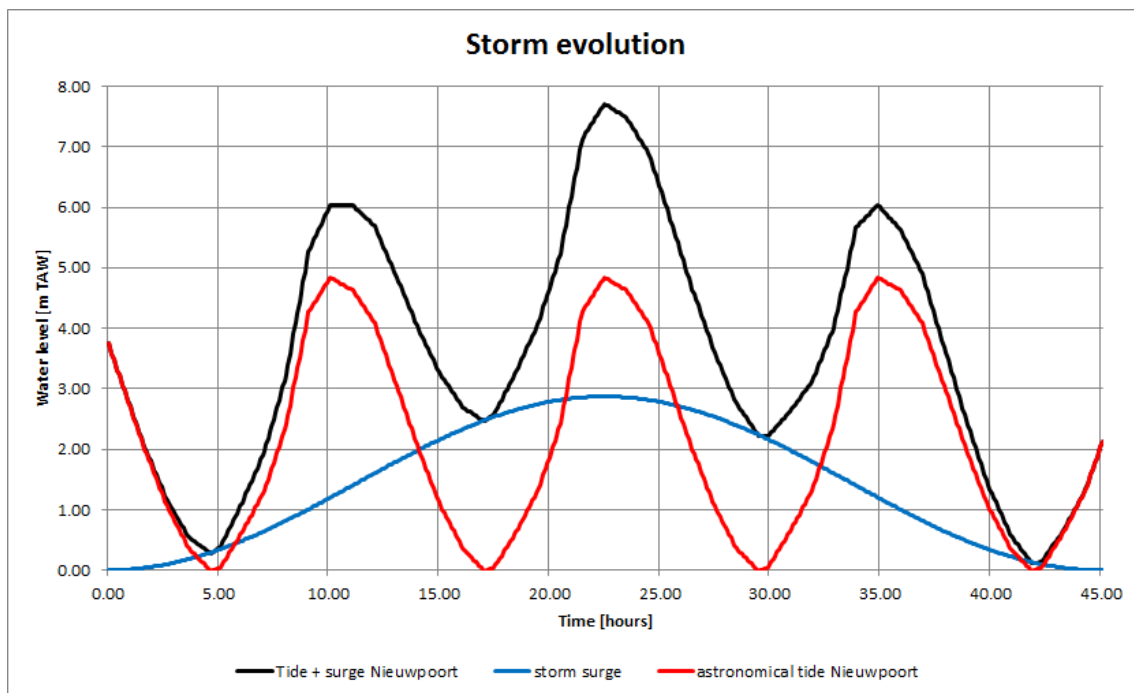
De meest recente hydrodynamische randvoorwaarden (Hydraulisch Randvoorwaardenboek 2015 (Waterbouwkundig Laboratorium, 2014)) werden nog niet openbaar gemaakt. Daarom werden voor deze studie de randvoorwaarden van de toetsing van 2006 gebruikt (IMDC, 2005). Hiervoor werd de data van de kustsectie nummer 20 gebruikt.

3.1.2 1000-jarige stormkarakteristieken

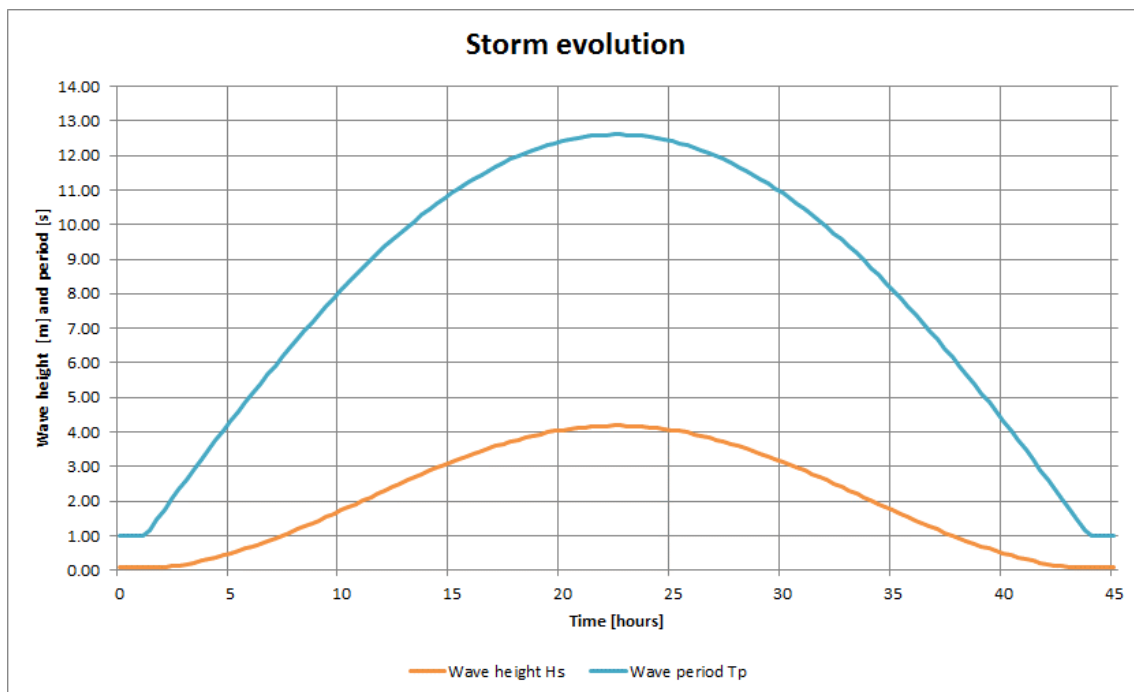
Een realistisch stormverloop wordt opgelegd (Figuur 3-1, Figuur 3-2), opgesteld op basis van:

- een springtij in Nieuwpoort, afkomstig uit de gemiddelde getijkrommen van (Vlaamse Hydrografie, 2014)
- een stormopzet, met zodanige amplitude dat de gewenste maximale waterstand bereikt wordt op de piek van de storm
- een totale stormduur van 45 uren
- een maximale waterstand, inclusief 2/3 van de decimeringshoogte (een onzekerheidsmarge volgens de toetsingsmethodiek), van 7.41 m TAW zonder zeespiegelstijging
- een maximale significante golfhoogte op -5 m TAW van 4.06 m zonder zeespiegelstijging, en van 4.18 m met zeespiegelstijging, horend bij de terugkeerperiode van de waterstand; deze golfhoogte is afkomstig uit een golfmodellering en houdt rekening met de decimeringshoogte in de waterstand
- een maximale piekperiode van de golven van 12.6 s, horend bij de terugkeerperiode van de waterstand
- een golfrichting loodrecht op de kust (328° nautisch), en een directionele spreiding van 15°

Het verloop van de stormopzet en de golfhoogte volgt een cosinus kwadraat wet, het verloop van de golfperiode volgt een cosinus wet (Suzuki *et al.*, 2015).



*Figuur 3-1: Verloop van de totale waterstand (zwart)
als som van het astronomische getij (rood) en de stormopzet (blauw)*



*Figuur 3-2: Verloop van de significante golfhoogte op -5 m TAW (geel)
en de piekperiode (blauw)*

3.1.3 Zeespiegelstijging

Dezelfde zeespiegelstijging van +30 cm over 50 jaar tijd werd toegepast als in het GKVP (IMDC, 2009). Deze toeslag is al inbegrepen in de vermelde waterstand.

3.2 SEDIMENTOLOGISCHE RANDVOORWAARDEN

3.2.1 Korrelgrootte van strand en duin

De Leidraad Toetsing 2015 stelt een update voor van de rekendiameters van strand en duin gebruikt voor de nieuwe toetsing (Figuur 3-3). Voor duinafslag in sectie 20 wordt een korrelgrootte van 188.3 μm gehanteerd.

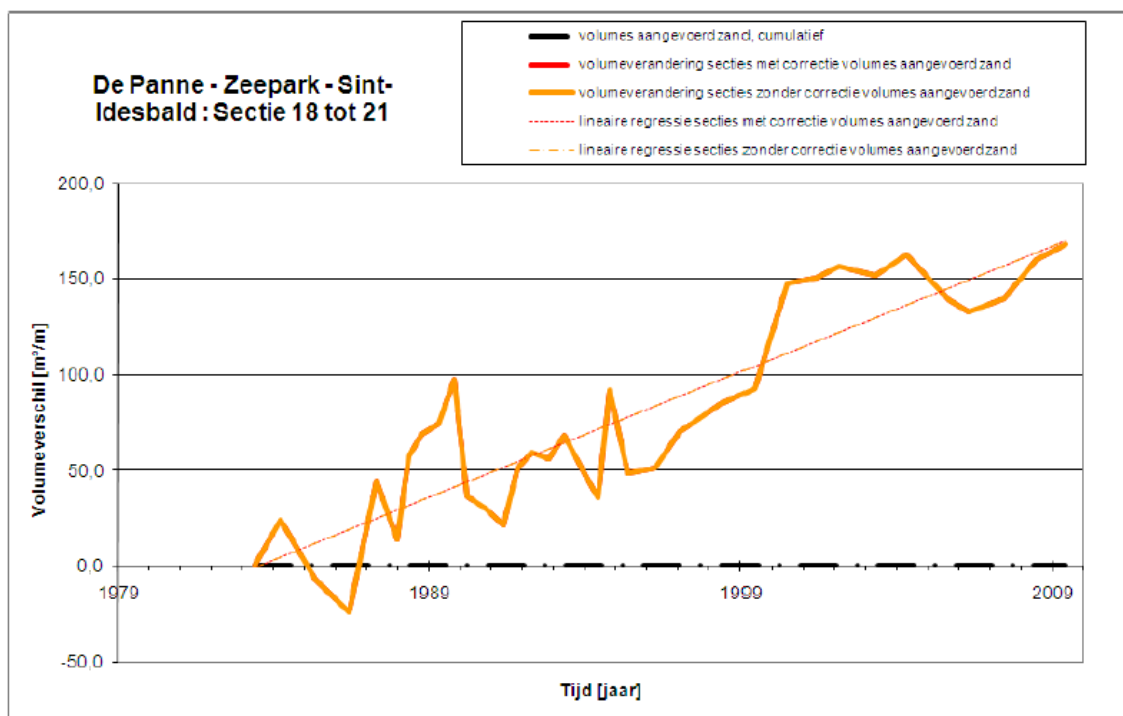
Zone	Secties	μD_{50}	σD_{50}	$D_{50, \text{reken}}$
De Panne- Nieuwpoort	1-25	197.1	18.6	188.3
	26-31	219.2	26.2	203.5
	32-40	241.8	19.5	233.9
	41-59	200.5	17.3	193.1

Figuur 3-3: Rekendiameter voor duinafslag per sectie volgens de Leidraad Toetsing 2015

3.2.2 Erosie-sedimentatietrend

Tijdens de studies in het kader van het GKVP werden de erosie-sedimentatietrends per sectie geïdentificeerd (IMDC, 2010). In het studiegebied wordt een gemiddelde natuurlijke aangroei vastgesteld van 6.6 m³/m/jaar (Figuur 3-4).

Voor de berekeningen wordt er conservatief aangenomen dat deze aangroei nul is in de toekomst (de huidige bathymetrie wordt dus ook representatief verondersteld voor de toestand in 2065).



Figuur 3-4: Kusttrend tot 2009 in secties 18-21 volgens het GKVP (IMDC, 2010).

3.3 SAMENVATTING RANDVOORWAARDEN

Tabel 3-1 geeft een samenvatting van de randvoorwaarden gebruikt in deze studie.

Tabel 3-1: Samenvatting van de randvoorwaarden voor de studie

Parameter	Waarde	Bron
Maximale waterstand	7.41 m TAW (2015) 7.71 m TAW (2065)	GKVP sectie 20
Stormduur	45 uren	Leidraad Toetsing 2015
Significante golfhoogte	4.06 m (2015) 4.18 m (2065)	GKVP sectie 20
Golf piekperiode	12.6 s	GKVP sectie 20
Golfrichting	Loodrecht (328° nautisch)	Leidraad Toetsing 2015
Directionele spreiding	15° (s = 28 in XBeach)	Leidraad Toetsing 2015 (paragraaf A15)
Korrelgrootte	188.3 µm	Leidraad Toetsing 2015 (duinen)
Erosie-sedimentatietrend	Geen	GKVP (IMDC, 2010)

4. MODELLERING

4.1 TOPOGRAFISCHE EN BATHYMETRISCHE GEGEVENS

Tabel 4-1 geeft een overzicht van de gebruikte databronnen voor het opstellen van de topografie en de bathymetrie in de modellen.

Tabel 4-1: Overzicht van gebruikte databronnen voor de topografie en bathymetrie

Locatie	Databron
Projectgebied	<u>Huidige toestand</u> : Topografische opmetingen van 27/06/2013 (AutoCAD bestand 2013-06-27_landmeter Derck Philip-DP1_ZEEPARK_opmetingsplan_01.dwg)
	<u>Toekomstige toestand</u> : Contourlijnen uit het voorontwerp (AutoCAD bestand 2015-11-02_inplanting.dwg)
Strand	Strandmetingen voorjaar 2015

De opmeting van de huidige toestand is van te grove resolutie (10-20 m) om de duingordel goed genoeg weer te geven. Deze wordt namelijk bepaald door gemiddeld één kruinpunt per dwarssectie (wat resulteert in een driehoekig duinprofiel).

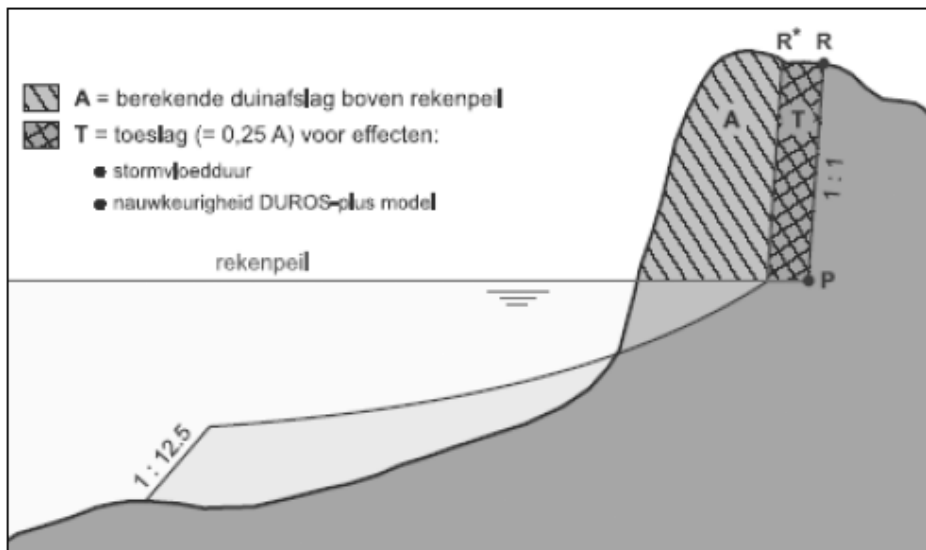
Ter vergelijking wordt ook het digitaal hoogtemodel (DHM) van het GKVP gebruikt, van 2007.

4.2 OUDE TOETSINGSMETHODE (DUROS+)

4.2.1 Modelopstelling

Het principe van een Duros+ afslagberekening wordt weergegeven op Figuur 4-1. De golven veroorzaken erosie en dus een verlies van sediment boven het rekenpeil. Een extra volume sediment wordt afgetrokken om rekening te houden met verschillende onzekerheden. Het erosievolume wordt afgezet op de vooroever onderwater. De vorm van het afslagprofiel wordt bepaald door de hydrodynamische en sedimentologische randvoorwaarden. Een afslagprofiel uit Duros+ is een 1D evenwichtsprofiel, onafhankelijk van de stormduur.

De toekomstige toestand van het projectgebied werd getoetst met de huidige (2015) en toekomstige randvoorwaarden (2065). De huidige toestand werd niet getoetst aangezien de topografische opmeting van 2013 namelijk van onvoldoende kwaliteit is om betrouwbare resultaten te bekomen (lage resolutie, vermoedelijk gedeeltelijk foute data).



Figuur 4-1: Principeschets van een Duros+ berekening (Rijkswaterstaat, 2007)

Het GKVP heeft de topografie van 2007 getoetst op een 1000-jarige storm met randvoorwaarden voor het jaar 2000 en het jaar 2050. Omdat de berekeningen van het GKVP en van de RUP enkel verschillen in de gebruikte topografie, worden de resultaten vergeleken en besproken.

De volgende termen worden dus verder gehanteerd:

- Toekomstige toestand: topografie van het RUP (voorontwerp)
- Huidige toestand: topografie van het GKVP (2007)
- Opmeting 2013: opmetingsplan van 2013 gebruikt in het RUP

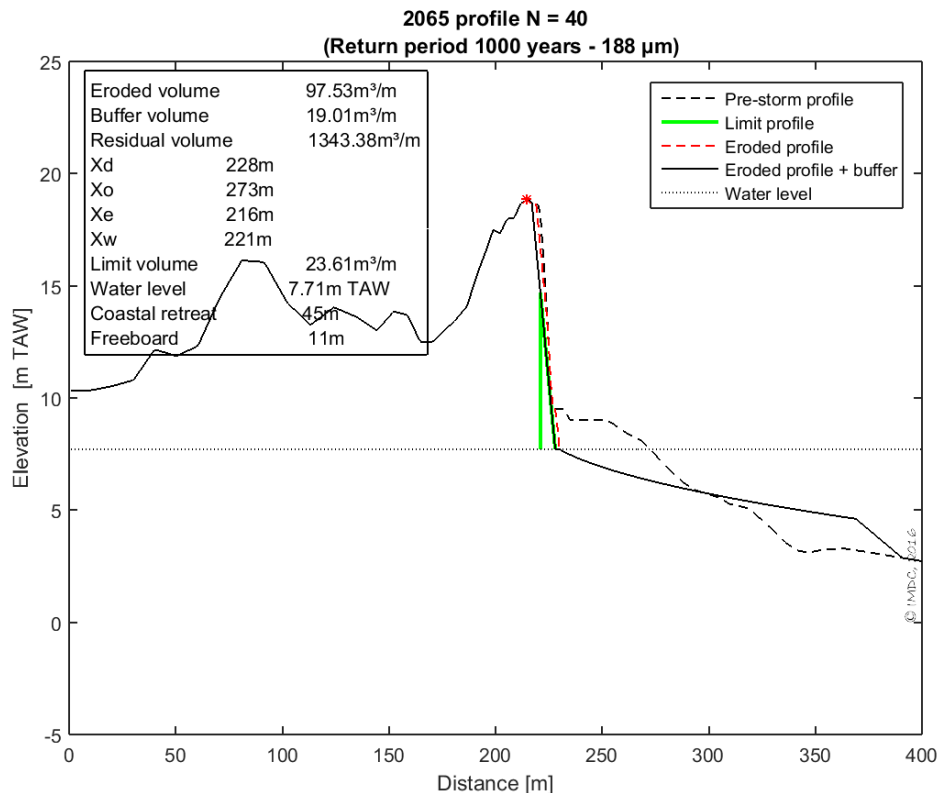
4.2.2 Resultaten

De drie geselecteerde kritische profielen worden geïllustreerd op Figuur 4-8:

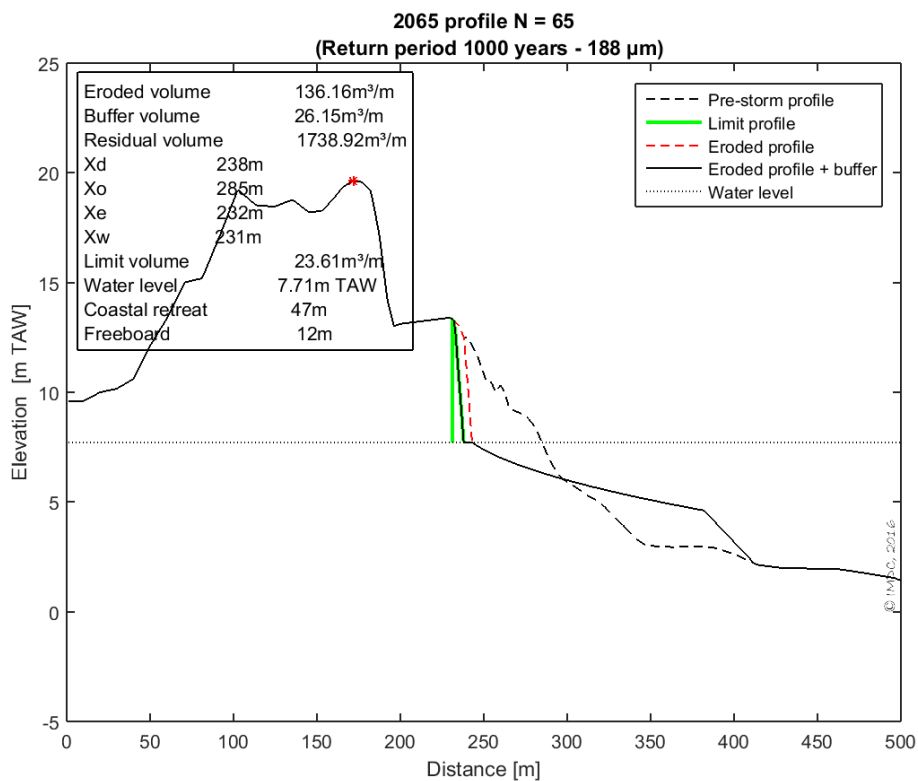
- Profiel N = 40 bevindt zich in het westen, op de meest kritische plaats voor de eyecatcher
- Profielen N = 65 en N = 85 bevinden zich beide op een punt waar de kruin van de duin laaggelegen is en een gebouw het dichtst bij de zee ligt, respectievelijk in het midden en in het oosten van het projectgebied

De nummering van de profielen is specifiek voor deze studie. Alle resultaten zijn te vinden in Bijlage A.

Resultaten in de toekomstige toestand (RUP, randvoorwaarden 2015 en 2065) tonen aan dat volgens de oude toetsingsmethodiek, de duinerosie de eyecatcher direct ondermijnt (Figuur 4-2), maar dat de nieuwe kustlijn zich nog voldoende ver van de andere gebouwen bevindt (Figuur 4-3 ; het gebouw ligt ongeveer op afstand 200 m vergeleken met de kust op afstand 230 m). De berekende erosievolumes worden getoond in Tabel 4-2.



Figuur 4-2: Duinafslag volgens Duros+ op profiel 40 (eyecatcher) in de toekomstige toestand met randvoorwaarden van 2065.



Figuur 4-3: Duinafslag volgens Duros+ op profiel 65 (gebouw dichtst bij de zee) in de toekomstige toestand met randvoorwaarden van 2065.

*Tabel 4-2: Erosie boven de maximale waterstand in de toekomstige toestand
(RUP, randvoorwaarden 2015 en 2065)*

Profiel	Toekomst. toestand, RUP RVW 2015 [m³/m]	Toekomst. toestand, RUP RVW 2065 [m³/m]
40	43.0	50.6
65	85.7	96.3
85	95.5	131.7

Resultaten in de huidige toestand (GKVP, randvoorwaarden 2000 en 2050) tonen aan dat de berekende erosievolumes (Tabel 4-3) in de toekomstige toestand hoger zijn dan in de huidige toestand volgens het GKVP (topografie van 2007).

*Tabel 4-3: Erosie boven de maximale waterstand in de toekomstige toestand
(RUP, randvoorwaarden 2015 en 2065)*

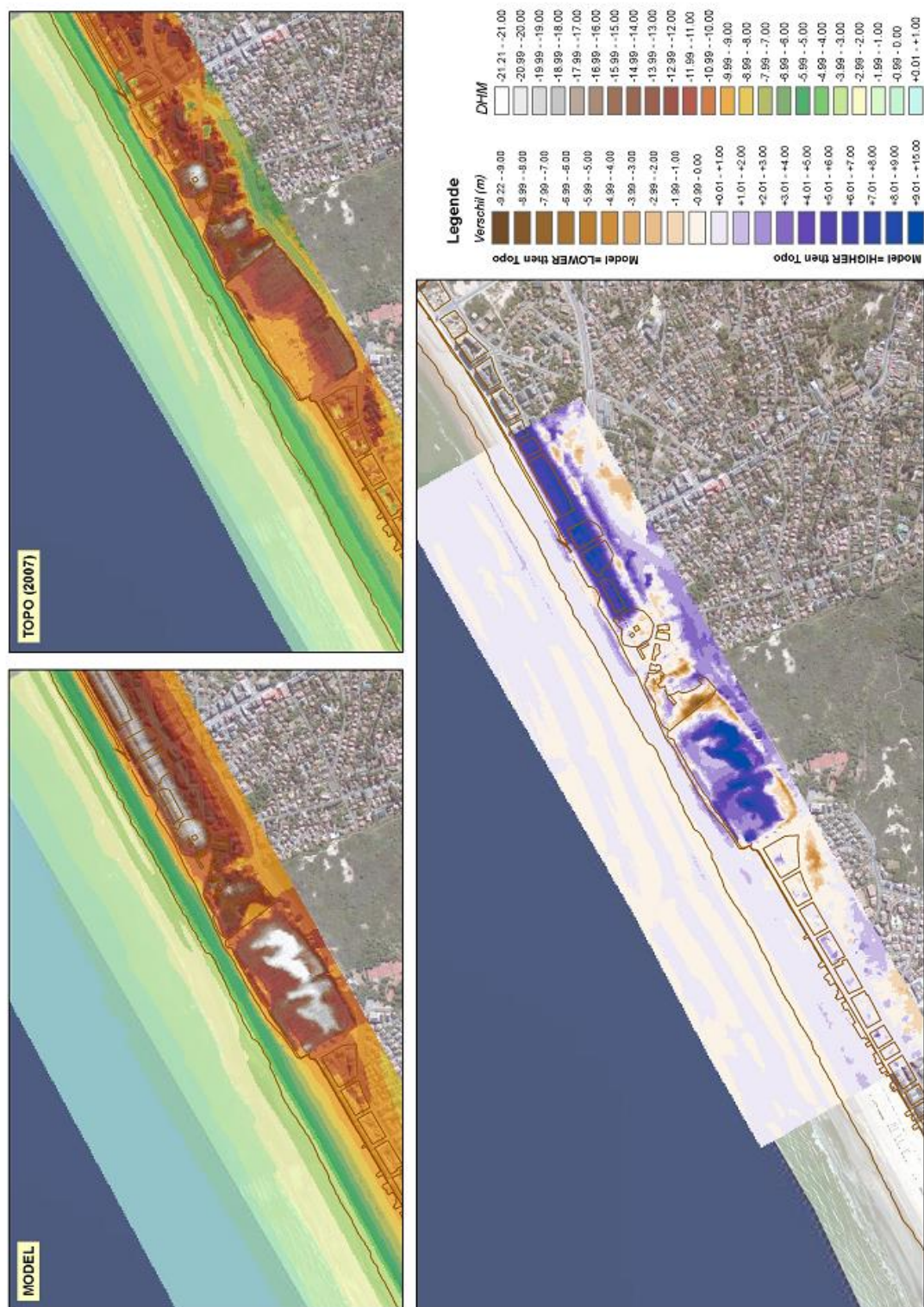
Profiel	Huidige toestand, GKVP RVW 2000 [m³/m]	Huidige toestand, GKVP RVW 2050 [m³/m]
40	47.2	52.2
65	61.1	64.5
85	74.4	84.9

Deze verschillen zijn echter vooral te wijten aan het verschil in topografische data. Ter illustratie wordt een verschilkaart getoond tussen de topografie van de toekomstige toestand (RUP) en het DHM gebruikt tijdens de studies voor het GKVP ("huidige toestand", Figuur 4-4). Deze kaart toont de volgende verschillen in het projectgebied:

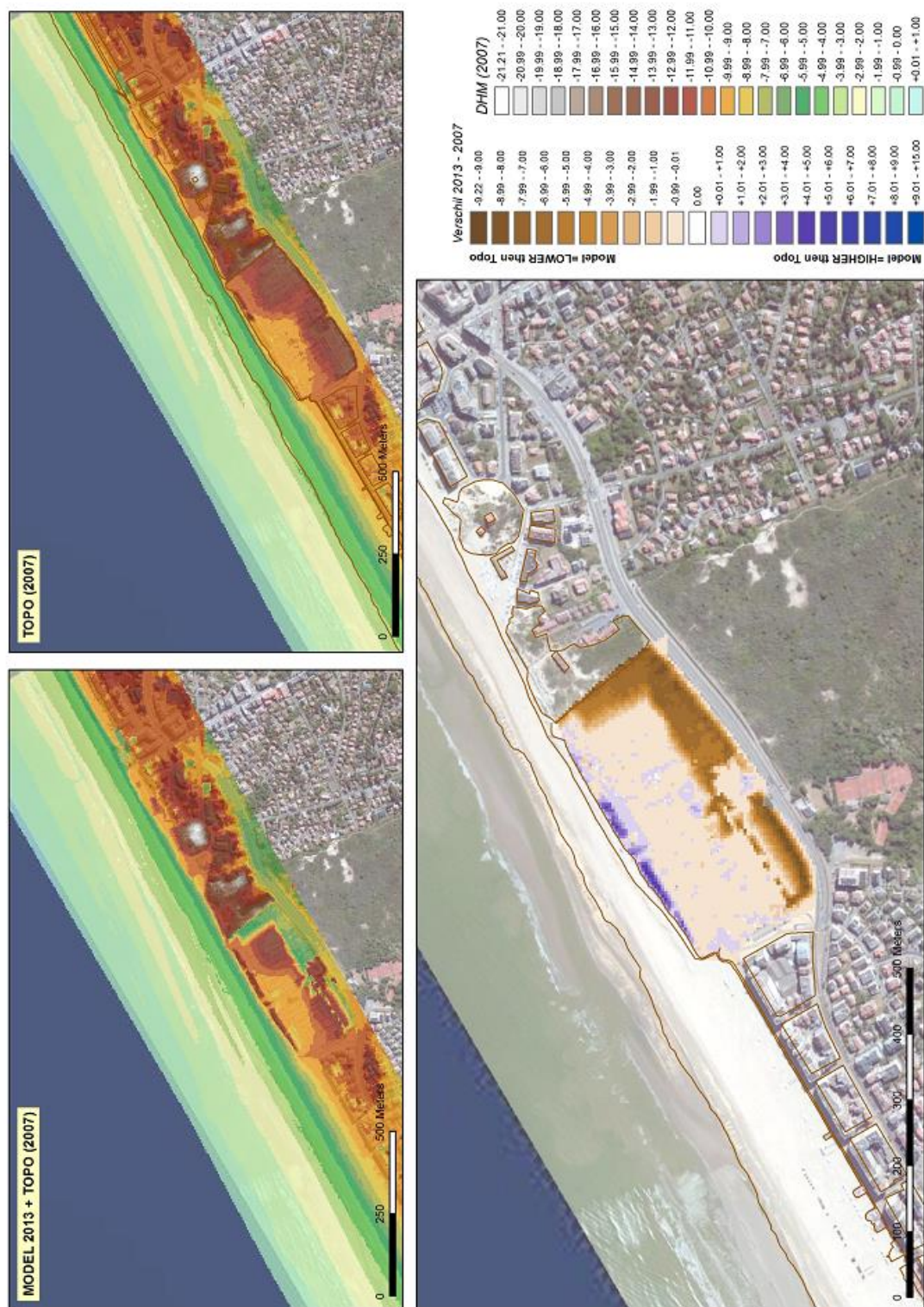
- De duingordel net aan de zee is significant hoger in de toekomstige toestand (voorontwerp RUP) vergeleken met de huidige toestand van het GKVP (2007).
- Het strand is ook lager gelegen in het DHM van het project (RUP) dan in het DHM van het GKVP, mogelijks omdat voorovermetingen van het voorjaar 2015 gebruikt werden, dus aan het einde van het stormseizoen.

De hogere duingordel in de toekomstige toestand (RUP) vergeleken met de huidige toestand (GKVP) heeft als gevolg dat er meer sediment te eroderen is in het DHM van het project dan volgens het GKVP.

Een tweede verschilkaart wordt getoond tussen de topografische opmeting van 2013 en het DHM gebruikt in de studies voor het GKVP (Figuur 4-5). Deze kaart toont aan dat de duingordel in 2013 ook significant hoger is dan in 2007. De oorzaak hiervan is niet duidelijk (menselijke ingreep, natuurlijke aangroei, nauwkeurigheid data...). Deze kaart toont ook een laaggelegen zone aan de landkant van het projectgebied in de opmeting van 2013, die niet aanwezig is in de data van 2007.



Figuur 4-4: Topografische verschilkaart tussen de toekomstige toestand (voorontwerp RUP in het model) en de GKVP topografie (2007). De topografie in het model buiten het projectgebied is niet representatief voor de werkelijkheid.

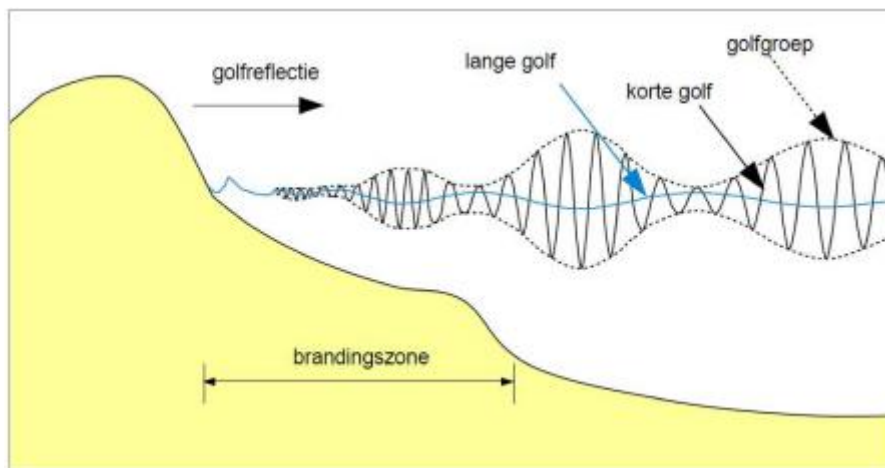


Figuur 4-5: Topografische verschilkaart tussen de opmeting van 2013 (aangevuld met topografie van 2007) en de GKVP topografie van 2007

4.3 NIEUWE TOETSINGSMETHODE (XBEACH)

4.3.1 Modelopstelling

XBeach is een tijdsafhankelijk 2D morfologisch model, dat de duinafslag berekent in functie van het reële stormverloop. Het model houdt rekening met de meest relevante fysische processen, waaronder lange golven (Figuur 4-6), in tegenstelling tot Duros+ dat enkel een empirisch profiel voorspelt in functie van een unieke golfconditie, en geen rekening houdt met de stormduur.

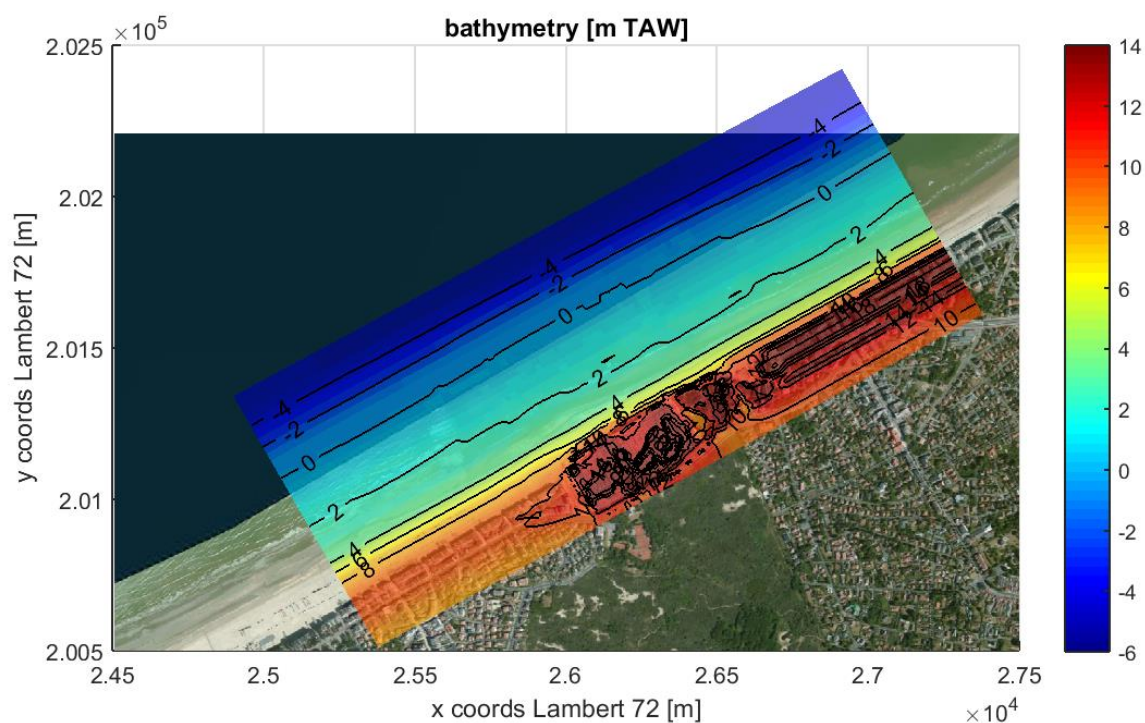


Figuur 4-6: Principeschets van de golfbelasting volgens XBeach

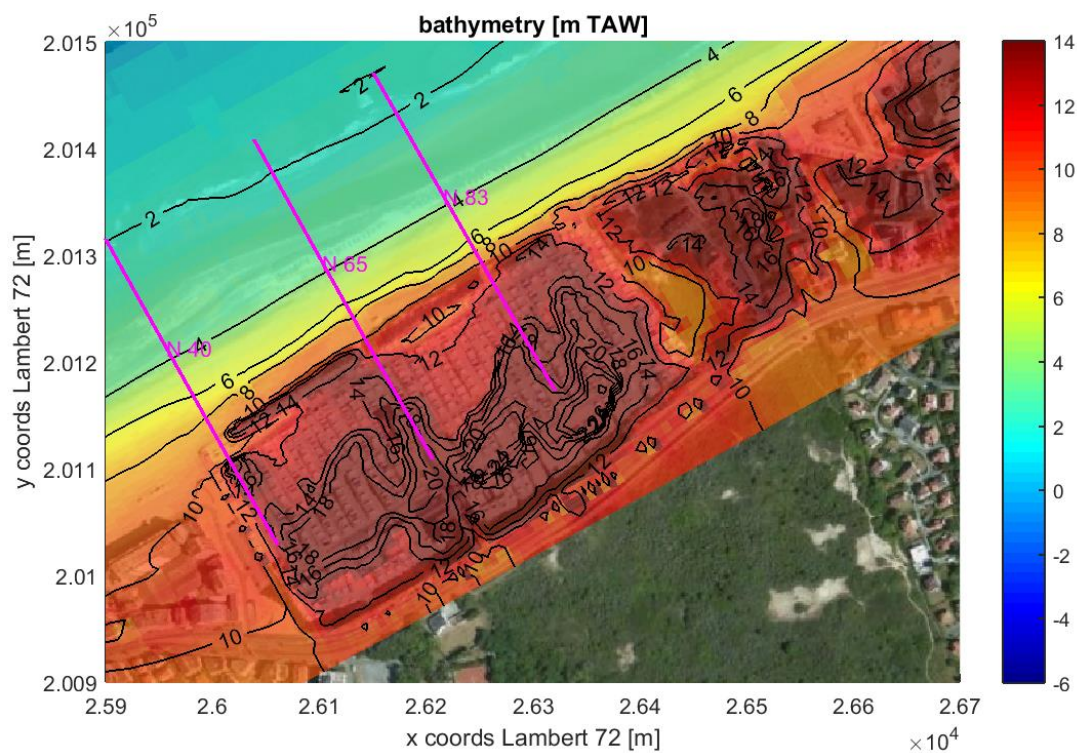
De topografie en bathymetrie van het model worden voorgesteld op Figuur 4-7 en Figuur 4-8 (toekomstige toestand RUP). De geselecteerde profielen voor de analyse worden er ook getoond. Het model eindigt offshore op de -5 m TAW lijn¹. In het westen en het oosten van het projectgebied werd conform de Leidraad Toetsing 2015 het model uitgebreid, om de invloed van randeffecten in het projectgebied te voorkomen. Door gebrek aan data werd de topografie buiten het projectgebied gewoon doorgetrokken. De resolutie van het model varieert tussen 30 m offshore en 3 m aan de duinen².

¹ Dit is minder ver dan voorgesteld in de Leidraad Toetsing 2015. Hierdoor is het echter mogelijk om de rekentijd te verkorten en om de (momenteel beschikbare) randvoorwaarden direct te gebruiken zonder extra aanpassing. De methodiek voorgesteld in de Leidraad heeft praktische beperkingen om modellen efficiënt te laten draaien. Er wordt geen belangrijke invloed op de resultaten verwacht.

² De Leidraad eist een resolutie hoger dan 2m aan de duinen. Dit leidt tot een veel hogere aantal cellen en rekentijd, en is dus praktisch niet haalbaar voor deze studie. Er wordt geen belangrijke invloed op de resultaten verwacht.



Figuur 4-7: Bathymetrie gebruikt in het XBeach model



Figuur 4-8: Topografie gebruikt in de projectzone in het XBeach model, en profielen geselecteerd voor de analyse

De hydrodynamische en sedimentologische randvoorwaarden werden al voorgesteld en samengevat in Tabel 3-1.

De modelparameters worden gekozen conform de Leidraad Toetsing 2015³, zelf gebaseerd op het Nederlandse Wettelijk Toetsinstrumentarium 2017 (van Geer *et al.*, 2015). Deze parameters volgen uit een complexe statistische studie om de fout tussen modelresultaten en metingen of fysische proeven te minimaliseren. Ze zijn geldig voor condities aan de Nederlandse kust. De geldigheid aan de Belgische kust werd bevestigd door een hindcast studie van de Sinterklaas storm van 2013 (Lanckriet *et al.*, 2015).

De belangrijkste WTI parameters worden herhaald in Tabel 4-4.

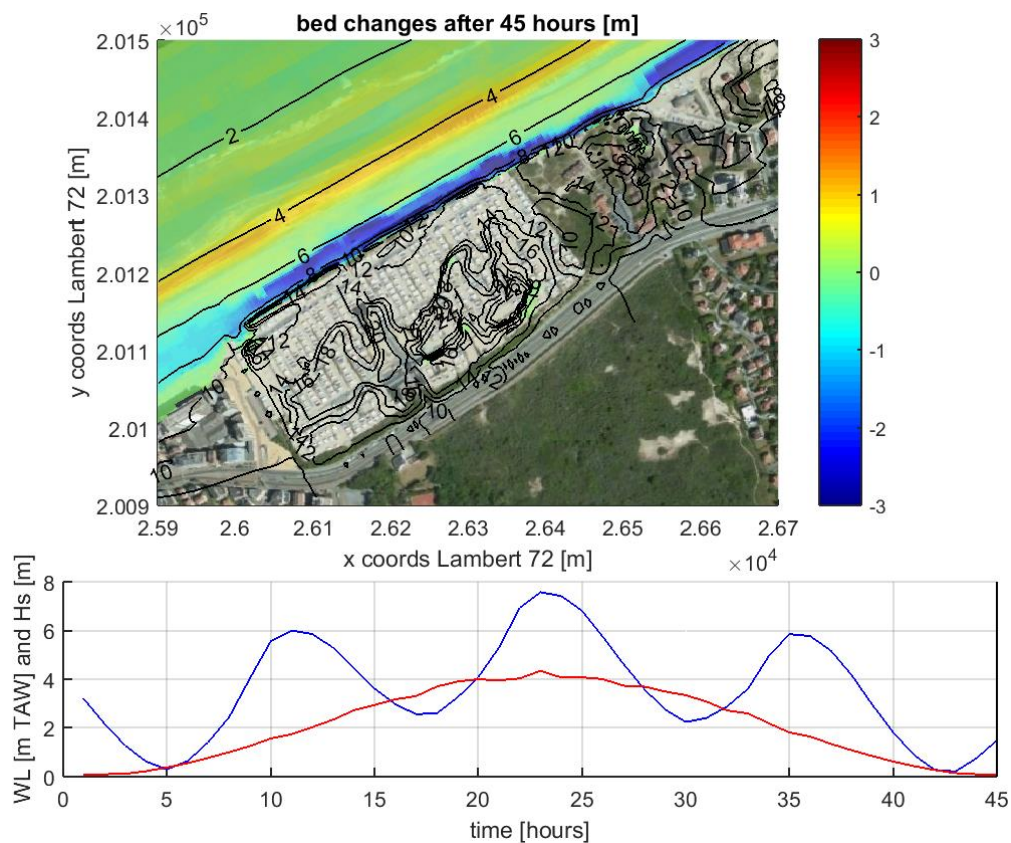
Tabel 4-4: Overzicht van de WTI parameters

Parameter	Beschrijving	WTI Waarde
fw	Bodemwrijving op golven	0.000
cf	Bodemwrijving op stroming	0.001
gammax	Maximale golfhoogte vergeleken met de lokale waterdiepte	2.364
beta	Coëfficiënt voor brekerhelling	0.138
wetslp	Kritische helling van nat zand	0.260
alpha	Golfdissipatiecoëfficiënt	1.262
facSk	Factor voor onshore zandtransport door golfscheefheid	0.375
facAs	Factor voor onshore zandtransport door golfasymmetrie	0.123
gamma	Brekerparameter	0.541

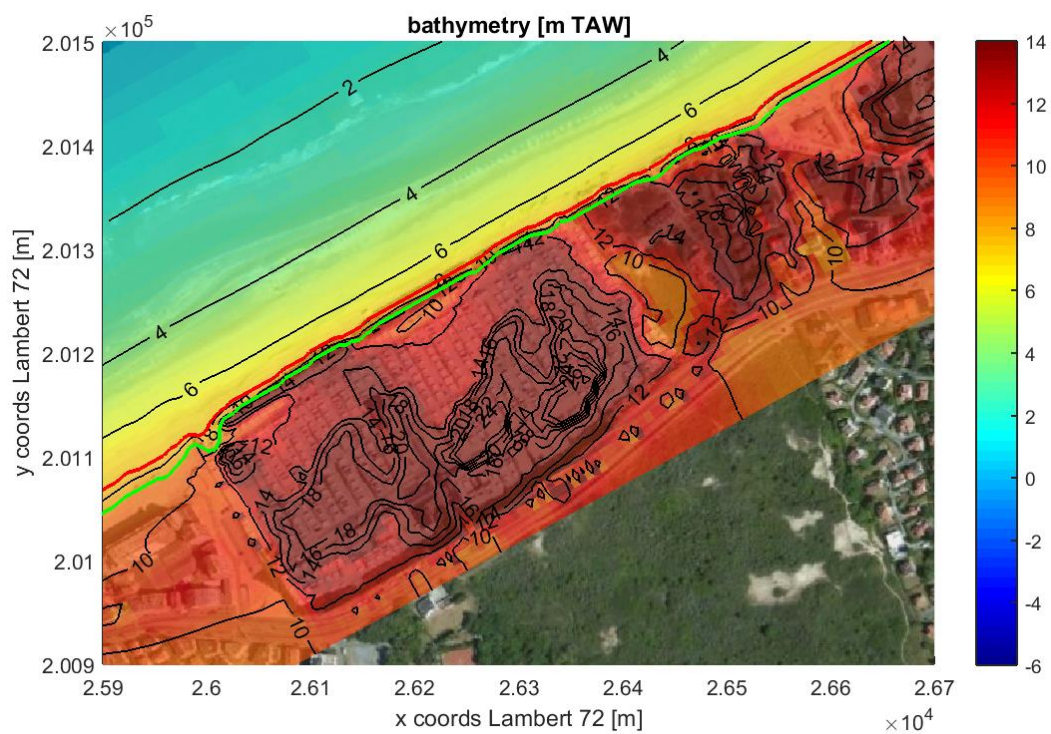
4.3.2 Resultaten

Figuur 4-9 toont de gemodelleerde erosie na de storm in de toekomstige toestand met randvoorwaarden van 2065. Deze bereikt de eyecatcher, maar heeft een beperkte impact op de duingordel zelf. De andere gebouwen, zichtbaar in de contourlijnen, liggen 50 m verder inlands dan de erosieklif. Deze conclusie wordt bevestigd door de nieuwe kustlijn na de storm te visualiseren, zonder en met buffer voor onzekerheden (Figuur 4-10).

³ De Leidraad Toetsing 2015 voorziet het gebruik van de Groundhog Day versie van XBeach, omdat deze WTI parameters er standaardparameters zijn. In deze studie werd omwille van een bug met de output van het model de recentere Kingsday versie gebruikt. De overeenkomstige WTI parameters werden opgelegd in deze nieuwe versie.



Figuur 4-9: Gemodelleerde erosie na een 1000-jarige storm in de toekomstige toestand (2065) en verloop van de storm



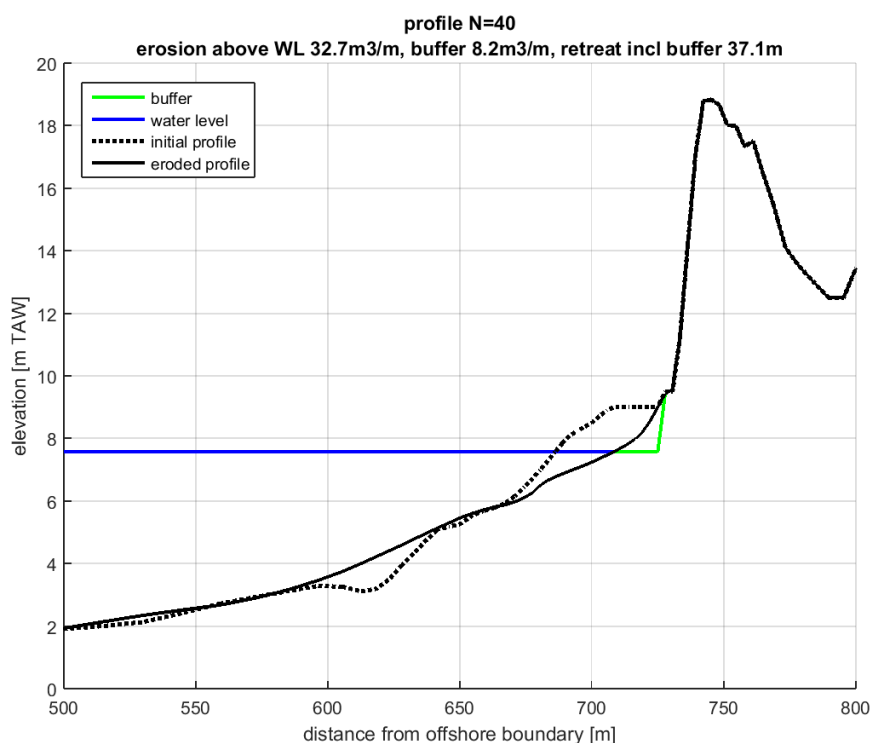
Figuur 4-10: Gemodelleerde kustlijn na de storm (rood) en met toeslag van 25 % voor onzekerheden (groen)

Ook de analyse op de geselecteerde profielen (Figuur 4-11 tot Figuur 4-13) toont aan dat de erosie tot aan de eyecatcher geraakt, maar er nog een grote marge bestaat tot aan de andere gebouwen.

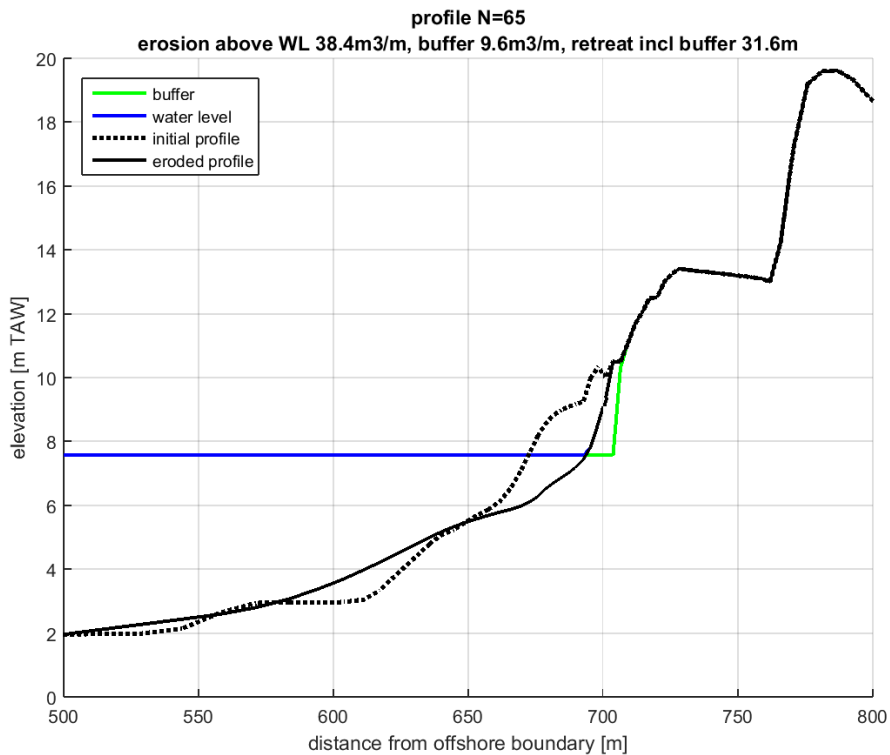
Hoewel de resultaten met de nieuwe toetsingsmethode (XBeach) kwalitatief overeenkomen met die van de oude toetsingsmethode (Duros+), zijn er kwantitatief belangrijke verschillen. Tabel 4-5 toont aan dat XBeach veel minder erosie voorspelt dan Duros+. Omdat de gebruikte profielen identiek zijn, is het verschil waarschijnlijk te wijten aan de beperkte stormduur in XBeach. De resultaten van XBeach worden realistischer beschouwd dan de resultaten van Duros+.

Tabel 4-5: Erosie boven de maximale waterstand in de nieuwe toetsingsmethode (XBeach) vergeleken met de oude toetsingsmethode (Duros+), in de toekomstige toestand met randvoorwaarden van 2065

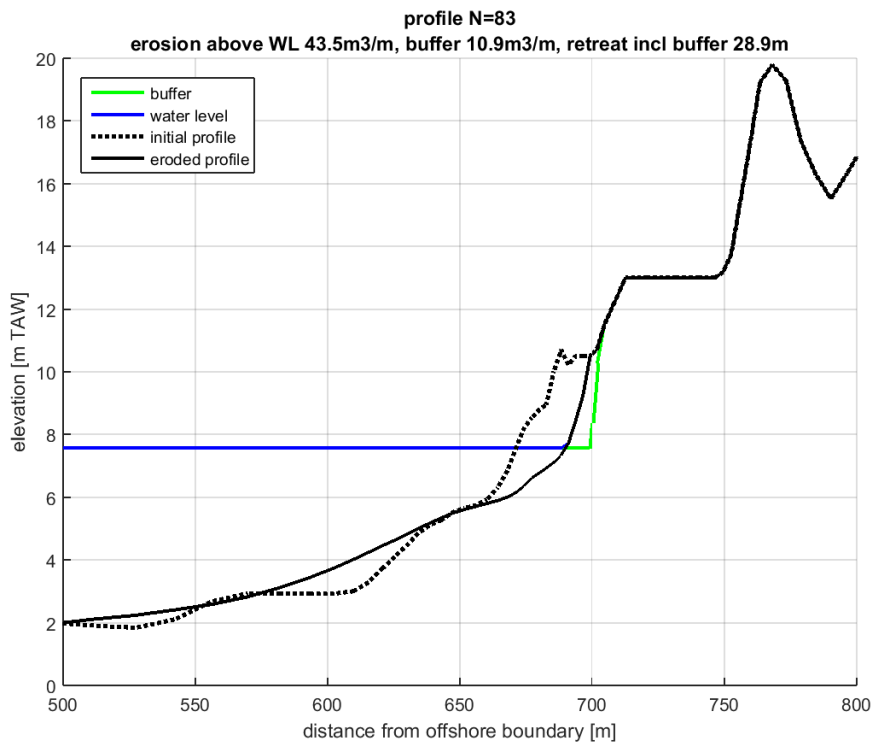
Profiel	XBeach [m ³ /m]	Duros+ [m ³ /m]
40	32.7 (-24 %)	43.0
65	38.4 (-55 %)	85.7
85	43.5 (-54 %)	95.5



Figuur 4-11: Profiel 40 (eyecatcher) na de storm in XBeach, in de toekomstige toestand met randvoorwaarden van 2065



Figuur 4-12: Profiel 65 (gebouw midden) na de storm in XBeach, in de toekomstige toestand met randvoorwaarden van 2065



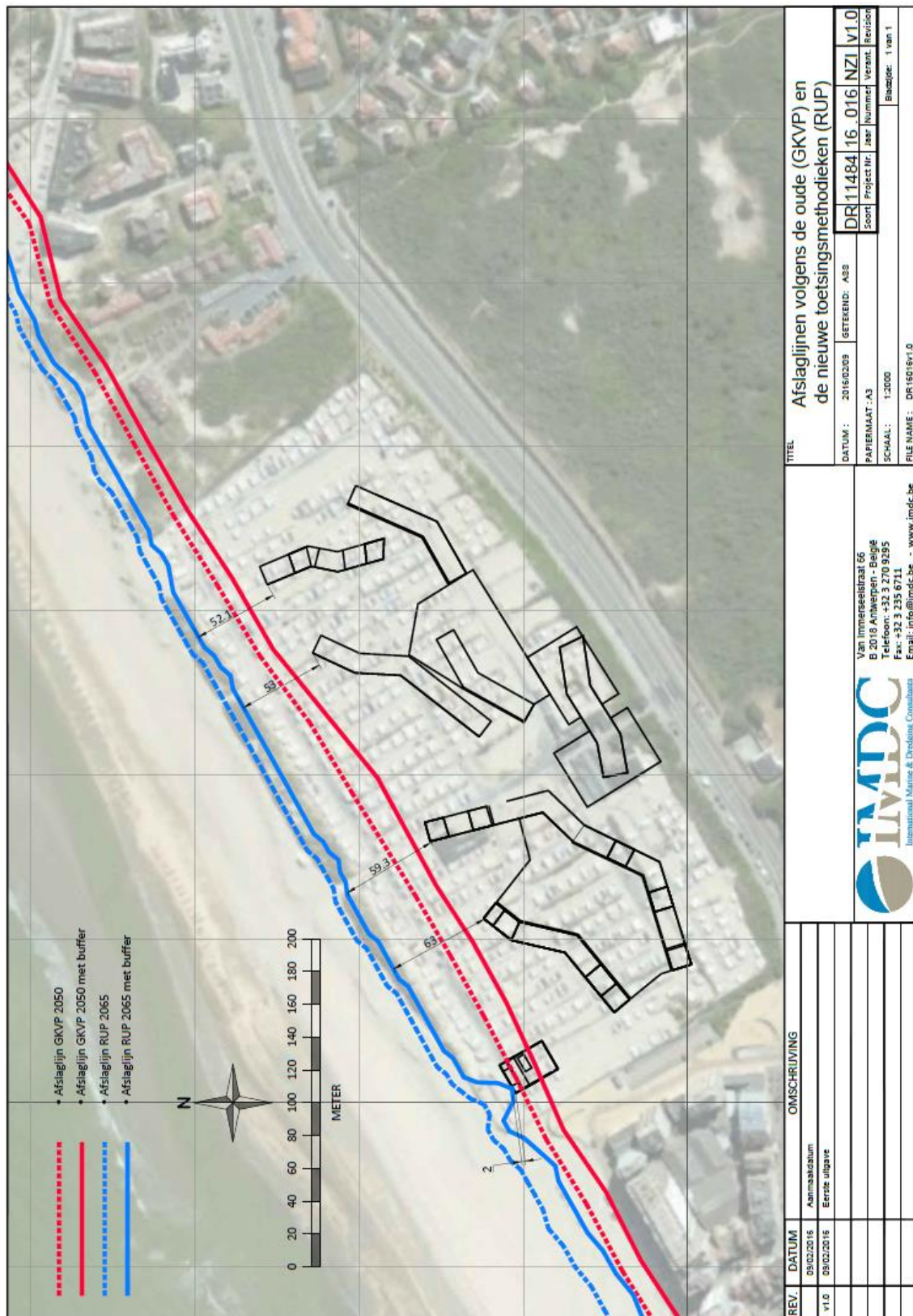
Figuur 4-13: Profiel 85 (gebouw oost), na de storm in XBeach, in de toekomstige toestand met randvoorwaarden van 2065

5. CONCLUSIES

Beide toetsingsmethodes leiden tot dezelfde conclusies voor het project RUP De Panne. In het geval van een 1000-jarige storm bevindt de eyecatcher zich te dicht bij zee en is te laag gelegen. Met randvoorwaarden van 2015 raakt de erosieklijf net tot aan het gebouw, wat mogelijks een invloed kan hebben op de stabiliteit van het gebouw, of waardoor er schade door golfoverslag zou kunnen optreden. Met randvoorwaarden van 2065 ondermijnt de erosieklijf direct het gebouw. Alle andere gebouwen bevinden zich ver genoeg van de kustlijn (i.e. 50 à 60 m afhankelijk van de methode) om niet onderhevig te zijn aan (effecten ten gevolge van) duinerosie.

Afgezien van de eyecatcher, kan er vastgesteld worden dat de kustveiligheid niet verslechterd met het voorontwerp RUP. De afslaglijn in de toekomstige toestand ligt namelijk verder zeewaarts dan de afslaglijn volgens het GKVP van 2007 (Figuur 5-1). Dit is het gevolg van de nieuwe toetsingsmethodiek met XBeach, en van de nieuwe topografie met een uitgebreidere duingordel vergeleken met 2007.

De toetsingsmethodiek voorziet in principe ook overslagberekeningen. Gezien de hoogteligging van de voorziene gebouwen (met uitzondering van de eyecatcher) en hun afstand tot aan de kust, zijn overslagdebieten een zeer onwaarschijnlijk risico voor het project. Mogelijke oplossingen om de eyecatcher veiliger te maken tegen een 1000-jarige storm, zijn een landwaartse verschuiving van het gebouw, met een verhoging van de duingordel ervoor.



Figuur 5-1: Afslaglijnen met randvoorwaarden van 2065 in de huidige toestand (GKVP 2007) en de toekomstige toestand (voorontwerp RUP), en afstanden tot de dichtste gebouwen

6. REFERENTIES

Creosum (2015). Gemeentelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan “Zeepark”, Gemeente De Panne. Voorontwerp.

IMDC (2005). Hydraulisch randvoorwaardenboek Vlaamse kust: editie 2005.

IMDC (2009). 11310 GKVP : beoordeling bouwaanvraag nieuwbouw De Panne – domein strandpark. Nota I/NO/11310/09179/KTR aan Afdeling Kust.

IMDC (2010). Morfologische evolutie van de Vlaamse kust tot 2009 ingedeeld in morfologisch homogene kuststroken, vanaf de eerste meetvlucht tot 2009, rekening houdend met de aangevoerde zandhoeveelheden. I/RA/11310/10.161/ABO. I/RA/11310/10.161/ABO.

Landkriet T., Trouw K., Zimmerman N., Wang L., De Maerschalck B., Delgado R., Verwaest T. & Mostaert F. (2015). Scientific support regarding hydrodynamics and sand transport in the coastal zone: Hindcast of the morphological impact of the 5-6 December 2013 storm using XBeach. Flanders Hydraulics Research & IMDC, WL2015R12_107_1.

Rijkswaterstaat R. voor K. en Z. (RIKZ) (2007). Technisch rapport duinafslag, beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering ten behoeve van Voorschrift Toetsing op Veiligheid 2006 (TRDA2006).

Suzuki T., De Roo S., Altomare C., Zhao G., Kolokythas G., Willems M., Verwaest T. & Mostaert F. (2015). Toetsing kustveiligheid 2015 - Methodologie: Toetsingsmethodologie voor dijken en duinen. Versie 6.0. WL Rapporten, 14_014.

van Geer P., den Bieman J., Hoonhout B. & Boers M. (2015). XBeach 1D - Probabilistic model: ADIS, settings, Model uncertainty and Graphical User Interface. for 00000.

Vlaamse Hydrografie (2014). Getijtafels 2015.

Waterbouwkundig Laboratorium (2014). Hydraulisch Randvoorwaardenboek 2014.

Bijlage A Resultaten oude toetsingsmethode (Durost+)

