

BESTAANDE STORMMUUR
ZEEHELDENPLEIN



Vlaanderen
is wetenschap

ONTBREKENDE SCHAKEL
VEILIGHEIDSLIJN

BESTAANDE STORMMUUR
VISSERSKAAI

16_125_1
WL rapporten

Overstromingsmaatregelen haven Oostende

Advies muurhoogte
overgangszone Zeeheldenplein – Visserskaai

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Overstromingsmaatregelen haven Oostende

Advies muurhoogte overgangszone Zeeheldenplein – Visserskaai

Vanneste, D.; Willems, M.; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2018
D/2018/3241/018

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Vanneste, D.; Willems, M.; Mostaert, F. (2018). Overstromingsmaatregelen haven Oostende: Advies muurhoogte overgangszone Zeeheldenplein – Visserskaai. Versie 5.0. WL Rapporten, 16_125_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust, Afdeling Kust	Ref.:	WL2018R16_125_1
Keywords (3-5):	Kustveiligheidsplan, stormmuur, Oostende		
Tekst (p.):	9	Bijlagen (p.):	3
Vertrouwelijk:	☒ Nee ☒ Online beschikbaar		

Auteur(s):	Vanneste, D.
------------	--------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Willems, M.	
Projectleider:	Vanneste, D.	

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	
-----------------	--------------	--

Abstract

In het kader van het Masterplan Kustveiligheid werden verschillende stormmuren gebouwd in rond de haven van Oostende. Tussen de reeds gebouwde muren aan het Zeeheldenplein en de Visserskaai bestaat er op heden echter nog een ontbrekende schakel. In opdracht van Afdeling Kust worden in dit advies op empirische wijze de randvoorwaarden voor de bouw van dit ontbrekend stuk stormmuur vastgelegd, opdat aan de veiligheidsvoorschriften binnen het Masterplan Kustveiligheid voldaan zou worden.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
1 Probleemstelling.....	1
2 Bepaling muurhoogte	3
2.1 Zijde Zeeheldenplein	3
2.2 Zijde Visserskaai.....	4
3 Kracht op de stormmuur	7
4 Conclusies	8
Referenties	9
Bijlage	B1
Stormmuur zijde Zeeheldenplein	B1
Stormmuur zijde Visserskaai	B3

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Locatie ontbrekende stormmuur tussen Zeeheldenplein en Visserskaai, Oostende.....	1
Figuur 2 – Zicht op ontbrekende schakel in veiligheidslijn met aanduiding stormmuren Zeeheldenplein en Visserskaai	2
Figuur 3 – Zicht op overgangszone Zeeheldenplein – Visserskaai vanaf Zeeheldenplein.....	3
Figuur 4 – Bathymetrie Klein Strand met indicatieve locatie nieuw te bouwen stormmuur	4
Figuur 5 – Zicht op overgangszone Zeeheldenplein – Visserskaai vanaf de Visserskaai	5
Figuur 6 – zicht op overgang Albert I-promenade - Visserkaai	5

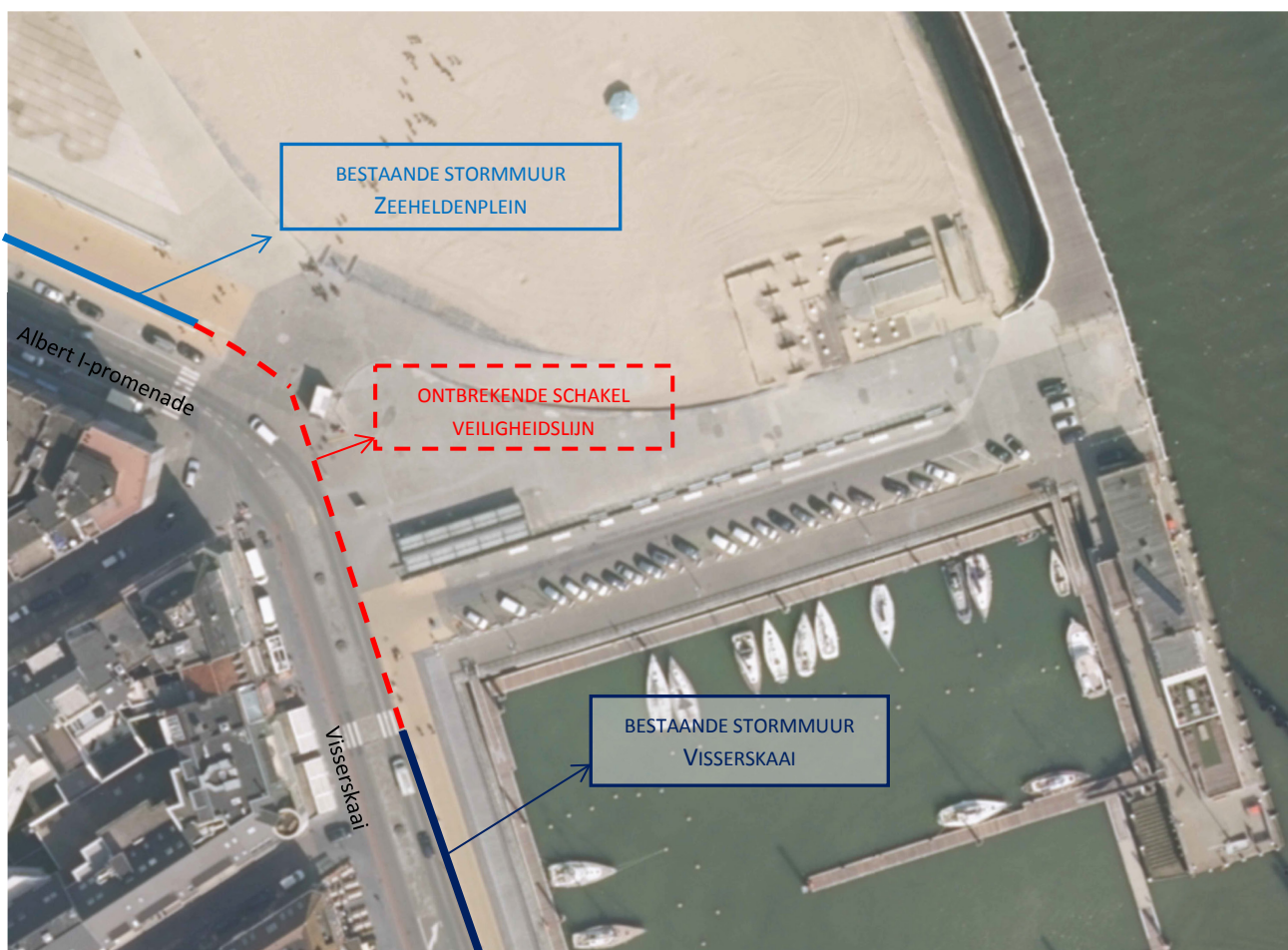
1 Probleemstelling

In Oostende bestaat er momenteel nog een ontbrekende schakel in de veiligheidslijn tussen de bestaande stormmuren van het Zeeheldenplein en de Visserskaai. Figuur 1 geeft een overzicht met aanduiding van het ontbrekend stuk stormmuur. Figuur 2 toont een beeld op de overgangszone vanuit de Visserskaai.

- **Langs de zijde Zeeheldenplein** sluit de nieuw te bouwen muur aan op de zitbank op de rand van het Zeeheldenplein en loopt tot de 'knik' ter hoogte van de overgang tussen de Albert I-promenade en de Visserskaai;
- **Langs de zijde Visserskaai** sluit de stormmuur aan op de stormmuur langs de Visserskaai en loopt tot de 'knik'. Er wordt opgemerkt dat de Visserskaai op termijn gerenoveerd wordt. De bestaande stormmuur zal herbouwd worden met een hoger kruinpeil en mogelijk iets opgeschoven richting havengeul (zie verder). Vanzelfsprekend dient de ontbrekende stormmuur aan te sluiten op de toekomstige stormmuur langs de Visserskaai.

Voor het architecturaal ontwerp van het ontbrekend stuk stormmuur wenst Afdeling Kust de minimale muurhoogte te bepalen opdat een gemiddeld overslagdebiet van 1 l/m/s niet overschreden wordt tijdens een 1000-jarige storm, cf. de eisen gesteld in de toetsing kustveiligheid (Suzuki *et al.*, 2015). Ook dient een ontwerpwaarde voor de golfkracht op de stormmuur opgegeven te worden.

Figuur 1 – Locatie ontbrekende stormmuur tussen Zeeheldenplein en Visserskaai, Oostende



Figuur 2 – Zicht op ontbrekende schakel in veiligheidslijn met aanduiding stormmuren Zeeheldenplein en Visserskaai



2 Bepaling muurhoogte

2.1 Zijde Zeeheldenplein

Figuur 3 – Zicht op overgangszone Zeeheldenplein – Visserskaai vanaf Zeeheldenplein



Figuur 3 toont een zicht op de overgangszone tussen Zeeheldenplein en Visserskaai, gezien vanaf het Zeeheldenplein. Langs de kant van het Zeeheldenplein is directe golfaanval te verwachten tijdens de 1000-jarige storm. Om te voldoen aan het toelaatbaar gemiddeld overslagdebiet van 1 l/s/m werd het Zeeheldenplein uitgebouwd tot een zg. Stilling Wave Basin (SWB). Aan de havenzijde van het plein bevindt zich een zacht hellende zone met fontein en met daarachter een zitbank met een kruinpeil van het massieve gedeelte op ca. +9.20 m TAW¹ (zie bijlage). Het is de bedoeling dat het ontbrekend stuk stormmuur aansluit op deze zitbank. Op de plaats van aansluiting bevindt het maaiveldpeil zich op ca. +8.30 m TAW (zie bijlage).

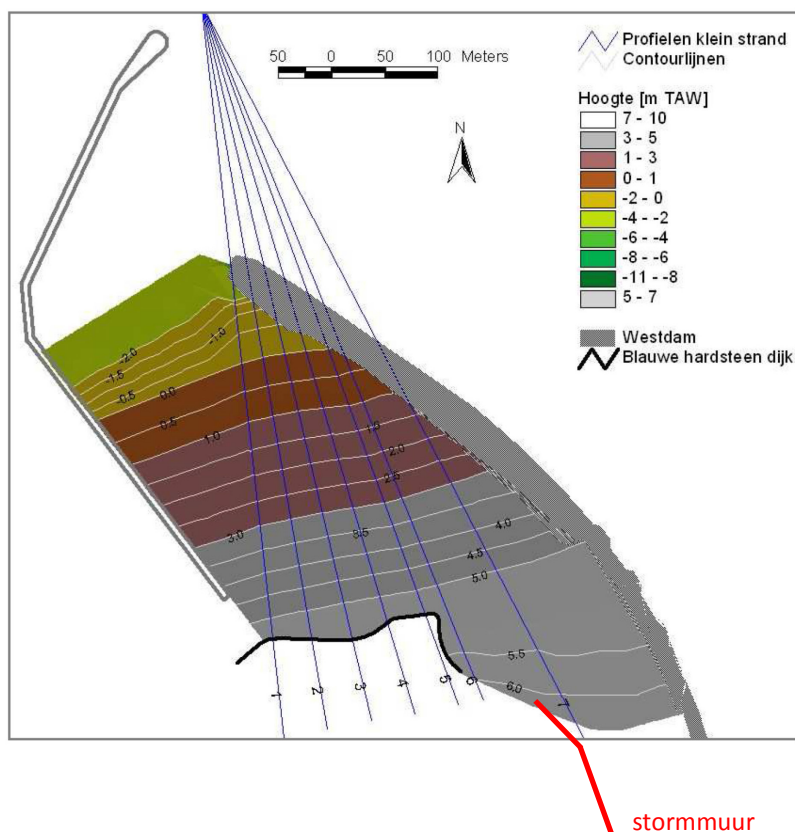
De bepaling van de golfoverslag over de overgangszone tussen Zeeheldenplein en Visserskaai (Figuur 3) is een complex probleem. Figuur 4 geeft de bathymetrie van het strand weer na afslag door een 1000-jarige storm, bepaald met Durosta (Trouw & Bolle, 2009). Op basis van het rapport van IMDC zouden de randvoorwaarden voor het Zeeheldenplein (bathymetrie, waterstand en golven aan de teen van de dijk) in principe geëxtrapoleerd kunnen worden naar de locatie van de aansluiting op de bestaande stormmuur. Verder dient rekening gehouden te worden met het volgende:

- het strandpeil aan de teen van de dijk ligt op ca. +6.00 m TAW (zie Figuur 4), wat duidt op een waterdiepte van ca. 1.20 m op de teen van de dijk (1000-jarige omnidirectionele waterstand +7.20 m TAW incl. zeespiegelstijging (De Roo *et al.*, 2016).) Daaruit kan geconcludeerd worden dat de invallende golven dieptegelimiteerd zijn en dat de overslag gekenmerkt wordt door gebroken golven die bovendien zeer schuin invallen t.o.v. de stormmuur²;
- de typesectie voor de overslagberekening bestaat uit een hoog strand (met helling ca. 1:50) gevolgd door een korte, steilere dijkhelling, een quasi horizontaal gedeelte en een stormmuur.

¹ op basis van LIDAR metingen in GIS databank MOW, opgevraagd 01/12/2016.

² dit werd bovendien aangetoond aan de hand van een golftransformatieberekening (m.b.v. de methode van Goda) in Vanneste *et al.* (2008). Op een afstand van ca. 25 m voor de teen van de dijk bedraagt de significante golfhoogte voor profiel 5 en 7 in Figuur 4 respectievelijk 1.88 m en 0.63 m, voor de meest nadelige golfrichting.

Figuur 4 – Bathymetrie Klein Strand met indicatieve locatie nieuw te bouwen stormmuur
[bron: (Trouw & Bolle, 2009)]



Voor de combinatie van beide voorgaande elementen zijn echter geen overslagformules beschikbaar (zoals bv. het geval in Van Doorslaer *et al.* (2015) voor niet-brekende golven). Er kan echter vanuit gegaan worden dat het overslagfenomeen zich hier kenmerkt door een gebroken watermassa die over het plein vloeit met relatief beperkte laagdikte die te keren is door de beschikbare muurhoogte (ca. 80 – 90 cm). De functie van het ontbrekend stuk stormmuur is dan ook niet om rechtstreekse golfaanval te keren dan wel de ‘lopende’ watermassa te geleiden in de richting van het Montgomerydok, vermits het maaiveld afhelt in deze richting (van ca. +8.30 m TAW aan de voet van de zitbank Zeeheldenplein tot ca. +7.45 m TAW aan de voet van de stormmuur Visserskaai).

2.2 Zijde Visserskaai

De stormmuur met variabele hoogte langs de Visserskaai eindigt ter hoogte van de noordelijke rand van het Montgomerydok (Figuur 5). Aansluitend dient een muur gebouwd te worden tot aan de overgang met de Albert I-promenade. Het kruinpeil van de huidige stormmuur langs de Visserskaai bedraagt ca. +7.75 m TAW³). Om te voldoen aan het toelaatbaar overslagdebiet van 1 l/s/m door golfaanval vanuit het Montgomerydok wordt een kruinpeil van +8.35 m TAW⁴ vooropgesteld (IMDC, 2012). In het IMDC rapport wordt daarbij uitgegaan dat de nieuw te bouwen stormmuur aan de zijde Visserskaai opschuift in de richting van het dok. Het kaaivlak blijft op +6.5 m TAW.

³ op basis van LIDAR metingen in GIS databank MOW, opgevraagd 01/12/2016. In het rapport van IMDC (2012) wordt een waarde van +7.8 m TAW vermeld (tabel 3-8 p.92).

⁴ voor een muur zonder parapet. Met parapet volstaat een kruinpeil van +8.2 m TAW.

Figuur 5 – Zicht op overgangszone Zeeheldenplein – Visserskaai vanaf de Visserskaai



Er wordt voorgesteld om het ontbrekende stuk stormmuur op het zelfde kruinpeil te bouwen als de nieuw te bouwen stormmuur langs de Visserskaai, tot aan de overgang met de Albert I-promenade (de 'knik'). Op die manier kan gesteld worden dat de eis m.b.t. het toelaatbaar golfoverslagdebiet van 1 l/s/m door golfaanval vanuit het Montgomerydok voldaan is, vermits het verlengde van deze muur verder van het Montgomerydok gelegen is.

Figuur 6 – zicht op overgang Albert I-promenade - Visserkaai



Vermits het maaiveldpeil oploopt in de richting van het Zeeheldenplein kan de muurhoogte afnemen in die richting. Er moet echter wel steeds voldoende muurhoogte beschikbaar blijven om het water dat via het Zeeheldenplein in de richting van het Montgomerydok stroomt te geleiden. Ter plaatse van de overgang tussen de Albert I-promenade en de Visserskaai (de 'knik') ligt het maaiveld op ca. +7.9 m TAW (Figuur 6). Indien het kruinpeil van de stormmuur langs de Visserskaai doorgetrokken wordt tot de 'knik' bedraagt de muurhoogte dus ca. 45 cm ter plaatse van de 'knik', gradueel toenemend in de richting van het dok. Deze muurhoogte is hier tevens voldoende om het water te geleiden richting het dok. De bestaande hoogte van de zitbank ter plaatse van de aansluiting aan de zijde Zeeheldenplein bedraagt ca. 90 cm. Het architecturaal ontwerp kan voorzien in een vloeiende overgang tussen beide hoogtes.

Belangrijk is echter wel op te merken dat de stormmuur de watermassa op de uitloper van het Zeeheldenplein helpt af te voeren naar het Montgomerydok. Bij het ontwerp van deze overgangszone dient hier rekening mee gehouden te worden. Eventuele obstakels in de overgangszone zouden de afvloeiing van het overslaande water op het plein ernstig kunnen belemmeren, waardoor water zich kan ophopen met als risico dat de voorziene muurhoogte niet langer toereikend is. In het rapport van IMDC (2012) wordt aan de

noordzijde van het Montgomerydok een stormmuur met kruinpeil +8 m TAW voorzien om de overslag te beperken tot 1 l/s/m. Volgens Afdeling Kust is het echter niet de bedoeling om deze stormmuur effectief te bouwen. Deze zou immers een zone beschermen die buiten de veiligheidslijn ligt en dus strikt genomen ook niet beschermd dient te worden tegen overslag. Daarenboven zou deze stormmuur de afvloeiing van het overslaand debiet van over het Zeeheldenplein belemmeren. Volgens Afdeling Kust is het echter wel de bedoeling om het bestaande windscherm (Figuur 3) te vervangen. Bij de integratie van een nieuw te bouwen windscherm dient er dus voor gewaakt te worden dat deze de afvoer van overslaand water over het Zeeheldenplein in de richting van het dok niet in ernstige mate hindert, bv. door het voorzien van voldoende doorstroomopeningen tussen de zitbanken van het windscherm.

3 Kracht op de stormmuur

Voor de bepaling van de ontwerpwaarde van de golfkracht op de stormmuur wordt geen expliciete modellering uitgevoerd. Er wordt rekening gehouden met volgende elementen:

- er is geen rechtstreekse golfimpact op de stormmuur, de golven zijn reeds gebroken en planten zich als een lopende watermassa in naar de stormmuur toe waar ze gekeerd worden;
- de golven vallen zeer schuin in t.o.v. de stormmuur

Om tot een veilige benadering van de totale golfkracht op de stormmuur te komen kan vereenvoudigend uitgegaan worden van een uniform drukprofiel met als waarde de maximale statische waterdruk onderaan de stormmuur. Indien de hoogte van de stormmuur h bedraagt, dan bekomt men de totale kracht op de muur (per eenheidsbreedte), aangrijpend op halve hoogte van de muur als:

$$F_{\text{tot}} = 1025 \cdot 9.81 \cdot h^2 \text{ [N/m]}$$

4 Conclusies

Tussen bestaande stormmuren van het Zeeheldenplein en de Visserskaai te Oostende dient nog een ontbrekend stuk stormmuur gebouwd te worden. In dit advies op vraag van Afdeling Kust worden op empirische wijze de nodige randvoorwaarden vastgelegd, wat moet resulteren in het respecteren van de veiligheidseis tijdens de 1000-jarige storm (toelaatbaar gemiddeld overslagdebiet van 1 l/s/m).

Langs de zijde van het Zeeheldenplein wordt ervan uitgegaan dat de overslaande watermassa reeds gebroken is en gekeerd kan worden door de beschikbare muurhoogte (ca. 0.90 m). Er wordt voorgesteld de het bestaande kruinpeil te verlengen van het massieve gedeelte van de zitbank aan de zijde van de Albert I-promenade. Deze muur geleidt het water in de richting van het Montgomerydok. Eveneens wordt voorgesteld om het kruinpeil (+8.35 m TAW) van de nieuw te bouwen stormmuur aan de zijde van de Visserskaai te behouden tot aan de overgang met de Albert I-promenade. Het architecturaal ontwerp kan voorzien in een vloeiende overgang tussen de muurhoogte bepaald langs beide zijden. De globale functie van dit ontbrekend stuk stormmuur is dan ook niet om een rechtstreekse golfaanval te keren dan wel een overslaande 'lopende' watermassa te geleiden weg van het Zeeheldenplein in de richting van het Montgomerydok. Belangrijk daarbij is dat er in deze overgangszone geen al te grote obstakels op het heraan te leggen plein gebouwd mogen worden welke de afstroom van water richting Montgomerydok zouden kunnen belemmeren.

De totale kracht op de stormmuur kan veilig benaderd worden op basis van een uniform drukprofiel ter waarde van de maximale statische waterdruk aan de voet van de muur.

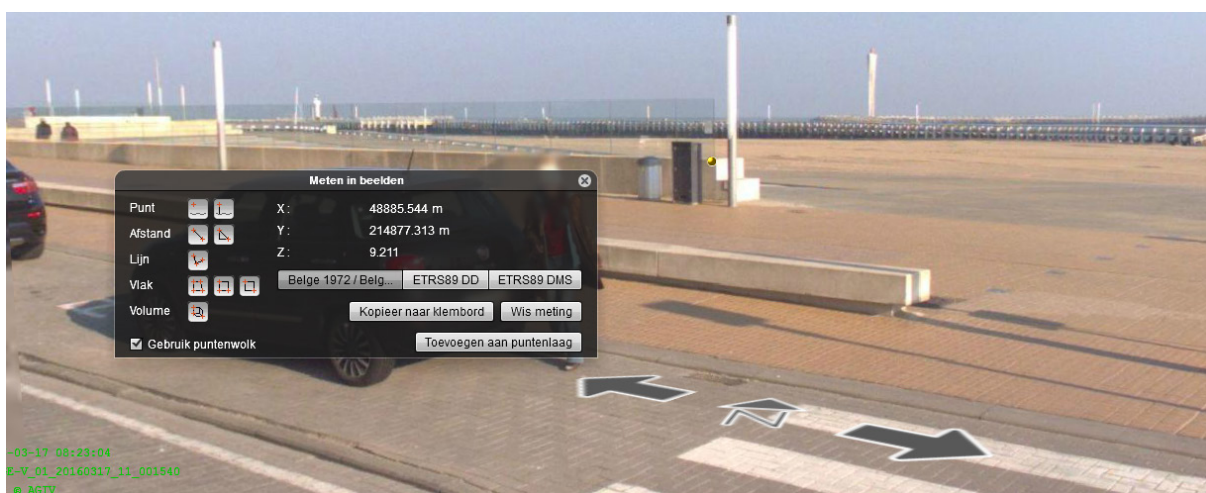
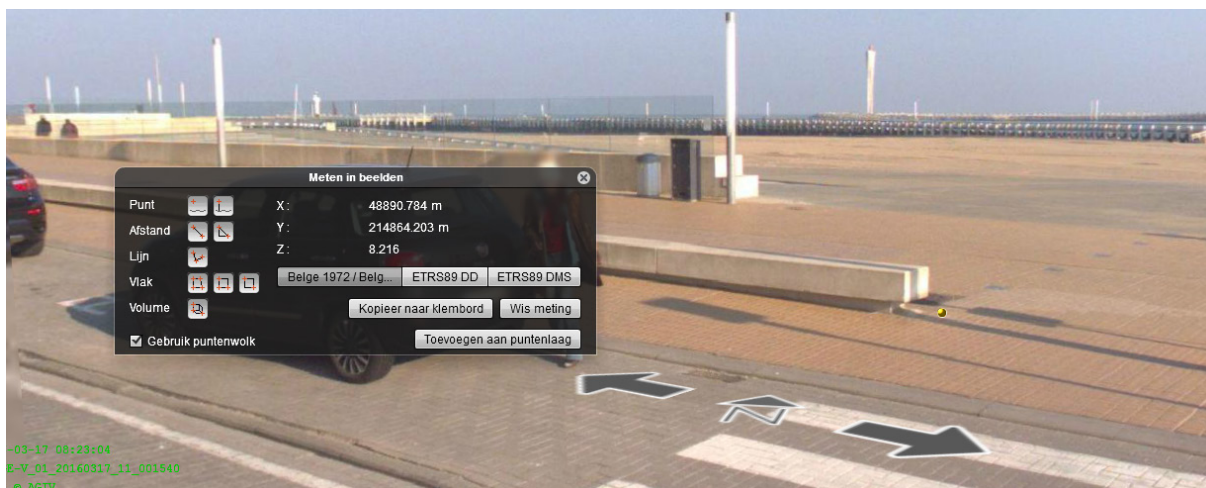
Referenties

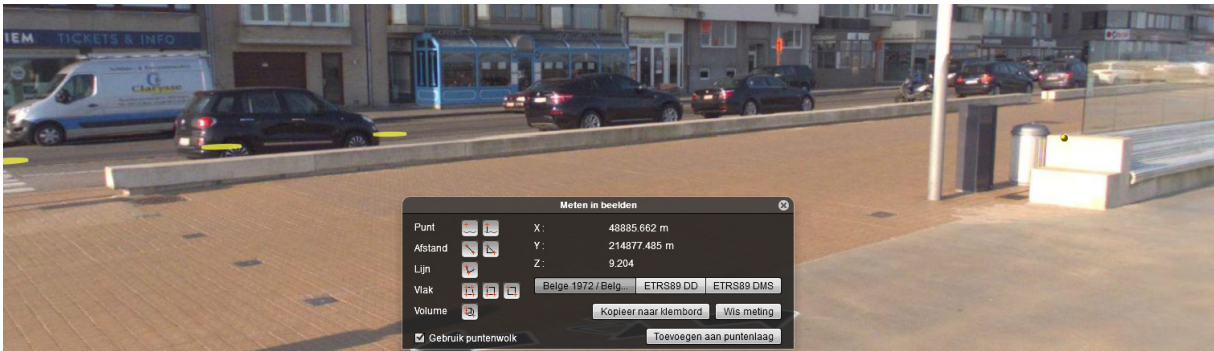
- De Roo, S.; Trouw, K.; Ruiz Parrado, I.; Suzuki, T.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2016). Het Hydraulisch randvoorwaardenboek (2014). *WL Rapporten*, 14_014. Waterbouwkundig Laboratorium/Fides Engineering: Antwerpen
- IMDC.** (2012). Oostende haventoeegang - overstromingsmaatregelen in de haven: fase 2 en 3. *I/RA/11213/11.1112/VGR*. IMDC
- Suzuki, T.; De Roo, S.; Altomare, C.; Zhao, G.; Kolokythas, G.K.; Willems, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2015). Toetsing kustveiligheid-2015 - Methodologie: toetsingsmethodologie voor dijken en duinen. *WL Rapporten*, 14_014. Vlaamse Overheid. Afdeling Kust: Antwerpen
- Trouw, K.; Bolle, A.** (2009). Project Oostende haventoeegang: ontwerp Zeeheldenplein, groeistrand en havendammen. *I/RA/11213/09.006/ABO*. IMDC
- Van Doorslaer, K.; De Rouck, J.; Audenaert, S.; Duquet, V.** (2015). Crest modifications to reduce wave overtopping of non-breaking waves over a smooth dike slope. *Coast. Eng.* 101: 69–88. doi:10.1016/j.coastaleng.2015.02.004
- Vanneste, D.; Stratigaki, V.; Troch, P.** (2008). Design of Oostende Harbour : Numerical Simulation of Wave Propagation Wave conditions at Zeeheldenplein. *DBO107/86*

Bijlage

Stormmuur zijde Zeeheldenplein

(Beelden uit GIS databank MOW)





Stormmuur zijde Visserskaai



DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be