

## **Modellenstudie van de ontwikkeling van de zandbank te Heist**

Dries Van den Eynde, Frederic Francken & Brigitte Lauwaert  
Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee (BMM)  
Gulledelle 100, 1200 Brussel

Gedurende de laatste tientallen jaren is een significante verhoging van de zeebodem waar te nemen ten oosten van de oostelijke strekdam van de haven van Zeebrugge. Het is waarschijnlijk een gevolg van de werken voor de uitbreiding van de haven van Zeebrugge zoals de BMM het reeds voorspeld had in zijn impactstudie van 1982 (BMM, 1982). Recente monitoring van de vooroever van het gebied toont aan dat ter hoogte van de zandbank een verondieping optreedt van ongeveer 15 cm/jaar, terwijl de geul tussen de zandbank en het strand 3 cm/jaar ondieper wordt (Verwaest, 2006). In het kader van een project voor de Minister voor Wetenschapsbeleid, Dhr. Verwilghen, werd een modelstudie door de BMM opgezet, met als doel het simuleren van de stromingen en het sedimenttransport om de morfologische ontwikkeling van de zandbank te beschrijven.

Vooraf werden metingen uitgevoerd van de stromingsprofielen met een bottom mounted ADCP ten noorden van de zandbank. De metingen toonden aan dat de stromingen bijzonder hoog zijn, met pieken tot bijna 2 m/s. Bodemstalen werden genomen, die op korrelgrootte werden geanalyseerd. Ter hoogte van de zandbank werd fijn zand aangetroffen met een mediaan van 147  $\mu\text{m}$ , met op sommige plaatsen een slibgehalte tot 20 %.

Een driedimensionaal hydrodynamisch model werd voor het gebied opgesteld, met een fijnmazig rooster met een resolutie van ongeveer 50 m x 50 m, gebaseerd op het open-bron model COHERENS (Luyten *et al.*, 1999). Het model werd gekoppeld met een reeks modellen voor het Noordwest Europees Continentaal Plat en de Noordzee. Het model werd uitgebreid met een "wetting-drying" schema, zodat het droogvallen van de bank bij springtij kan gesimuleerd worden. De stromingen in het studiegebied worden gekenmerkt door het optreden van een neer ten oosten van de haven van Zeebrugge en het droogvallen van de zandbank bij springtij. De stromingen zijn zeer sterk ten noorden van de zandbank maar blijven op de zandbank beperkt.

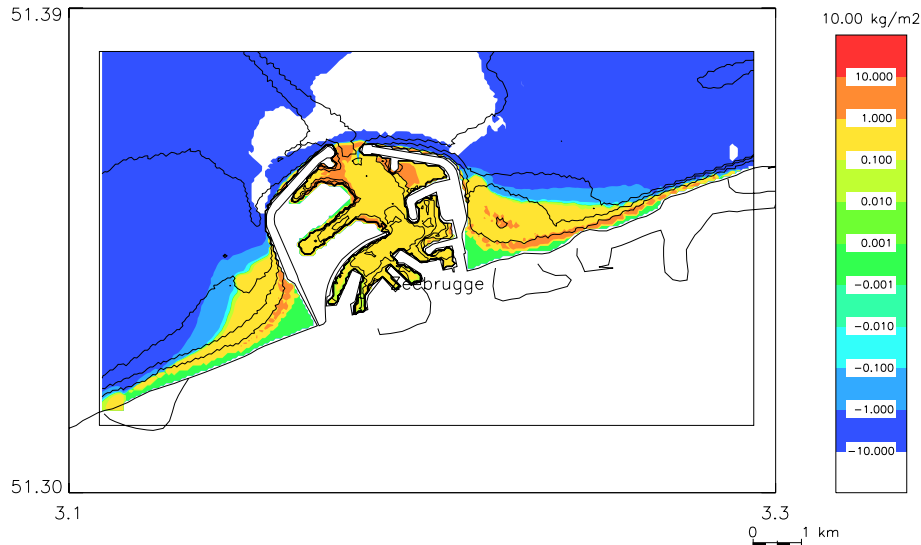
Twee verschillende sedimenttransportmodellen werden beschouwd voor toepassing op het gebied. Het MU-SEDIM model (Van den Eynde & Ozer, 1993) is een zandtransportmodel dat het transport berekent uit de lokale stromingen. Het model is echter niet geschikt voor toepassing in het gebied rond de haven van Zeebrugge, aangezien de stromingen te hoog zijn en de mediane korrelgrootte te fijn. Bovendien blijkt uit de modelresultaten dat de stromingen op de zandbank te laag zijn om een significante hoeveelheid bodemtransport te genereren.

Het MU-STM model (Fettweis & Van den Eynde, 2003) is een advectie-diffusiemodel dat het transport van materiaal in suspensie simuleert. Dit model is beter geschikt om het sedimenttransport te simuleren omdat het specifiek voor fijne sedimenten werd opgesteld. Het model simuleert een groei van de zandbank met 13 cm/jaar in de zone van Heist tot Duinbergen (zie Figuur 1), wat goed overeenkomt met de monitoringsdata van Verwaest (2006).

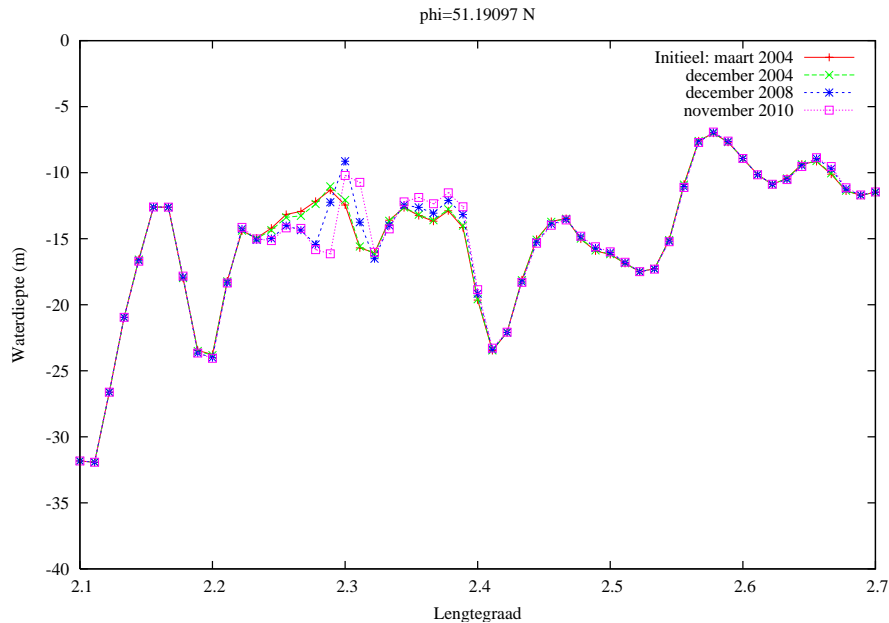
Tot slot werden morfologische routines ontwikkeld om de evolutie van de bodem te kunnen voorspellen over een langere periode. Wegens technische redenen konden deze berekeningen niet worden uitgevoerd voor de zone rond de haven van Zeebrugge. Om de routines te testen, werden de morfologische berekeningen uitgevoerd voor een tweedimensionaal model van de Vlaamse Banken. In Figuur 2 wordt een verandering van de bathymetrie over een profiel weergegeven voor de periode maart 2004 tot november 2010.

Uit de studie kan worden geconcludeerd dat de zone ten oosten van de haven van Zeebrugge onderhevig is aan sedimentatie en dat dit vooral het gevolg

is van depositie van fijn zand en slib uit suspensie. Door de lage stroomsnelheden ter plaatse blijft het materiaal grotendeels liggen.



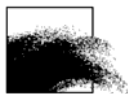
Figuur 1: Erosie en depositie, gesimuleerd met het MU-STM model voor een springtij-doodtij cyclus.



Figuur 2: Verandering van de bathymetrie over de periode van de morfologische berekening voor breedtegraad 51,19097 °N. De profielen worden gegeven voor maart 2004, het initiële profiel, december 2004, het eerste nieuw berekende profiel, december 2008 en november 2010.

#### Referenties

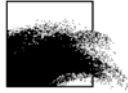
- BMM, 1982. Studie van de ecologische effecten van de voorhaven van Zeebrugge. Rapport voor Ministerie van Openbare Werken, Bestuur der Waterwegen, Ref. M.O.W. 23.01.79, Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee en het Schelde-Estuarium, 170 pp.
- Fettweis, M. and D. Van den Eynde, 2003. The mud deposits and the high turbidity in the Belgian-Dutch coastal zone, Southern bight of the North Sea. Continental Shelf Research, 23, 669-691.
- Luyten, P.J., J.E. Jones, R. Proctor, A. Tabor, P. Tett and K. Wild-Allen, 1999. COHERENS – A Coupled Hydrodynamical-Ecological Model for Regional and Shelf Seas: User Documentation. MUMM Report, Management Unit of the Mathematical Models of the North Sea, 914 pp.
- Van den Eynde, D. en J. Ozer, 1993. Sediment Trend Analyse: berekening van het sediment transport met een numeriek model. Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee, Brussel, Technisch Rapport BMM/STA/TR01, 49 pp.
- Verwaest, T., 2006. Oostkust – baai van Heist, Langjarige sedimentatie. Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout, Model 765/14, 23 pp., 41 figs.



# Modellenstudie van de ontwikkeling van de zandbank te Heist

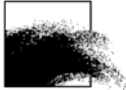
Dries Van den Eynde, Fritz Francken & Brigitte Lauwaert

Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee  
Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen



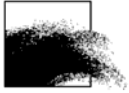
# Overzicht

- Metingen
- Hydrodynamische model
  - Wetting-drying
- Sedimenttransportmodellen
  - Zandtransportmodel
  - Slibtransportmodel
- Morfodynamische routines
- Besluit
  
- Project in opdracht van Minister voor Wetenschapsbeleid,  
Dhr. Marc Verwilghen

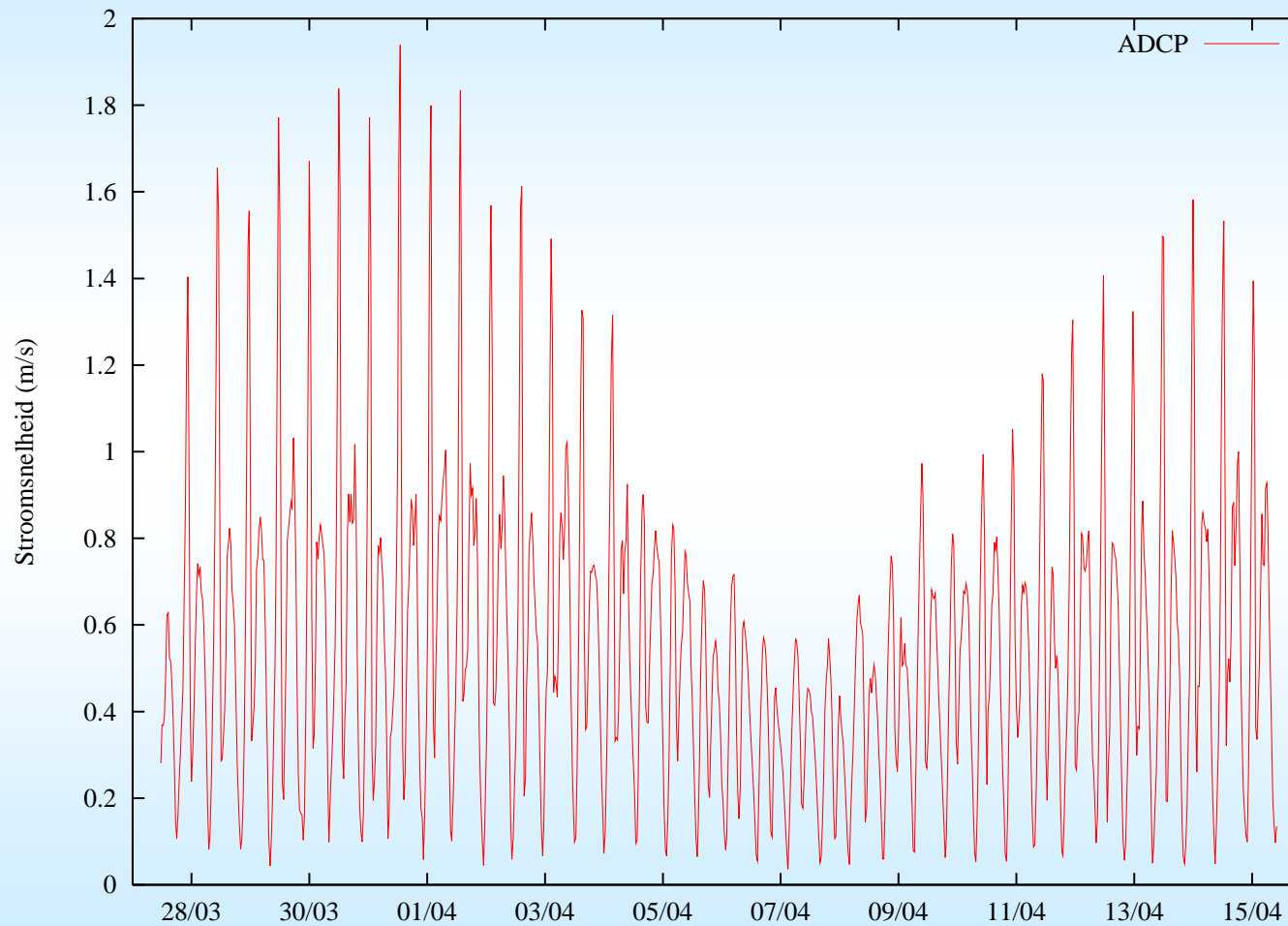


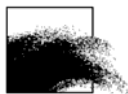
# Metingen van stromingen en bodemstalen



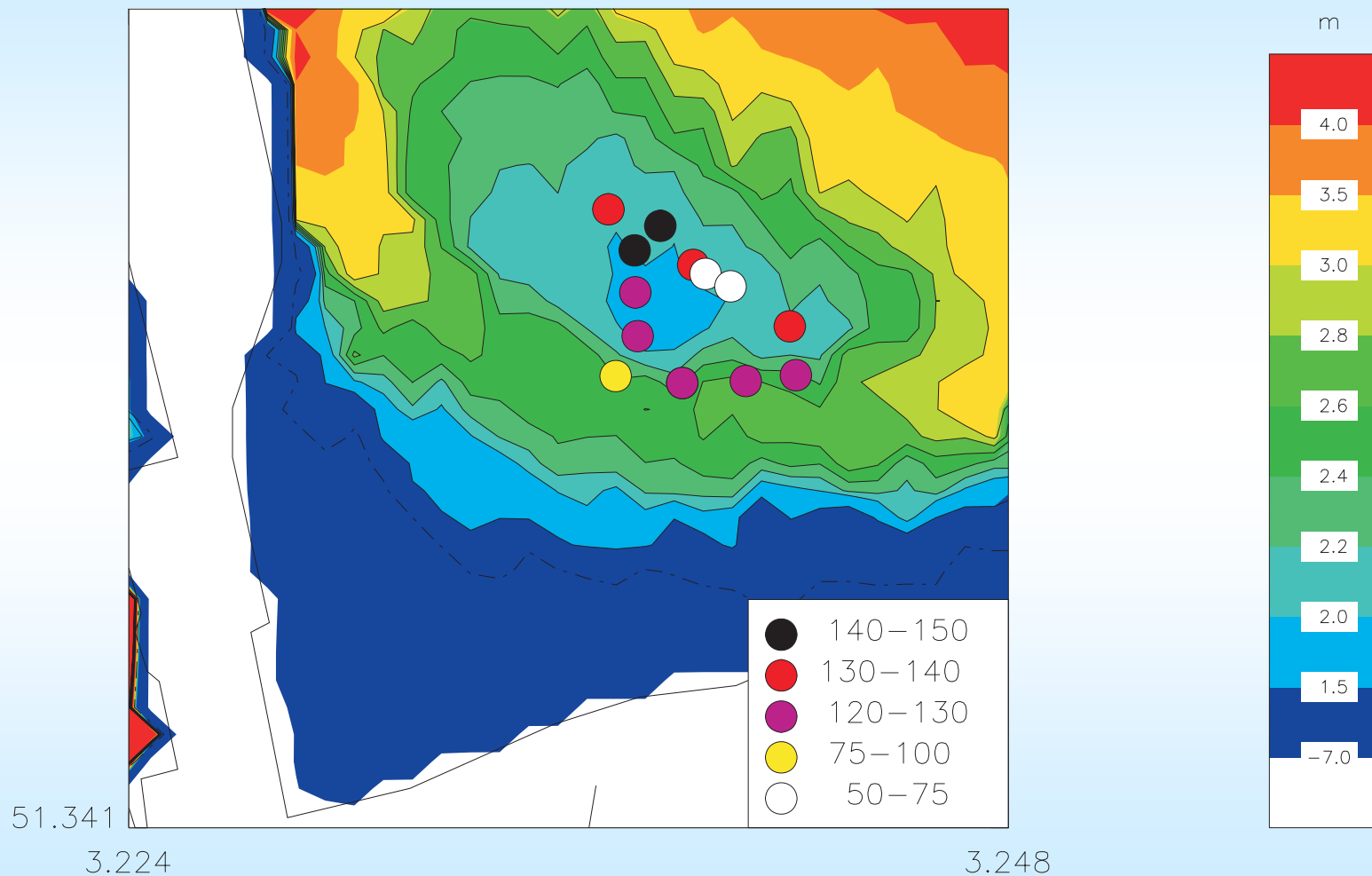


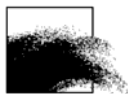
# Metingen van stromingen en bodemstalen



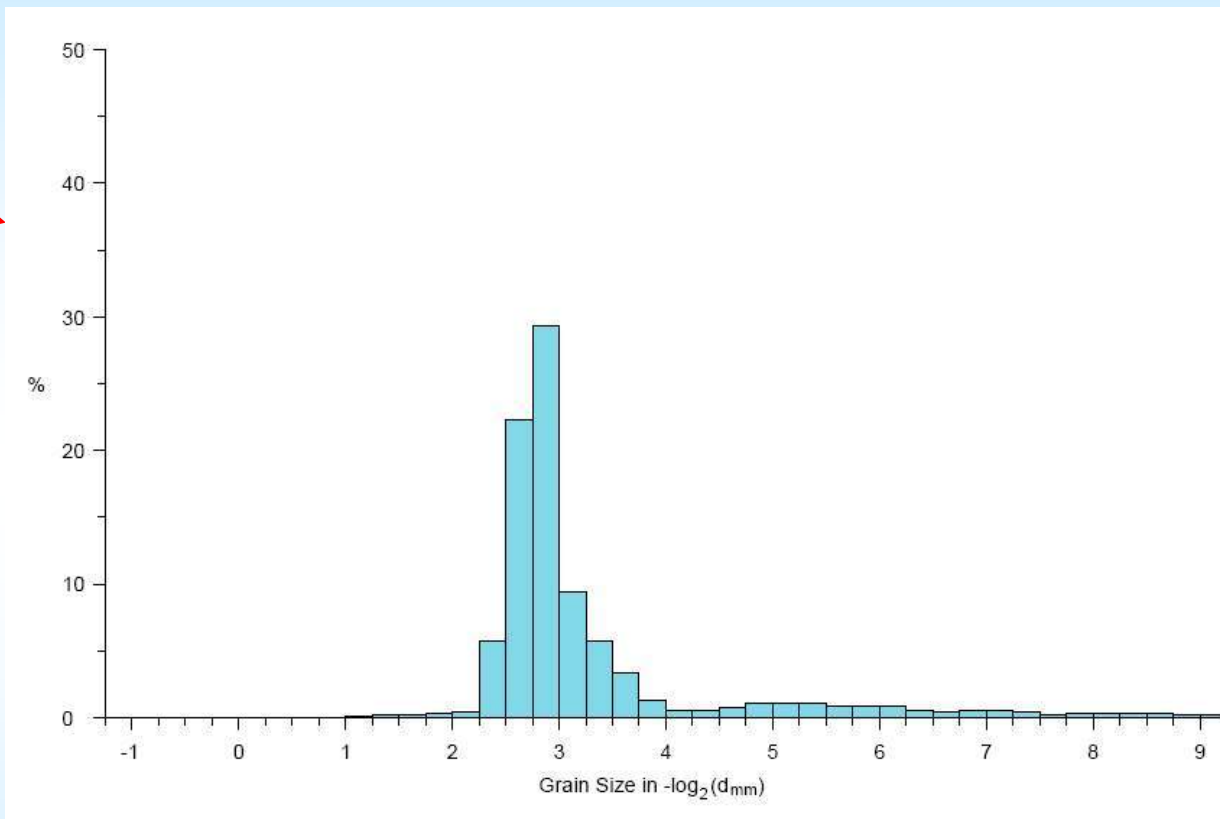
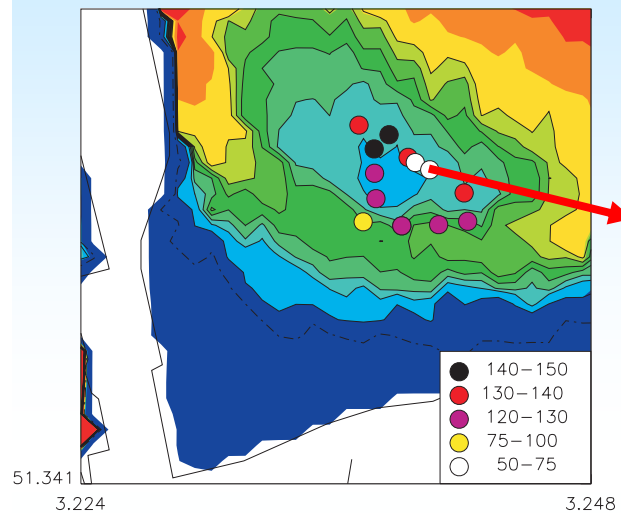


# Metingen van stromingen en bodemstalen

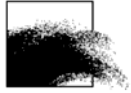




# Metingen van stromingen en bodemstalen

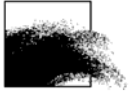




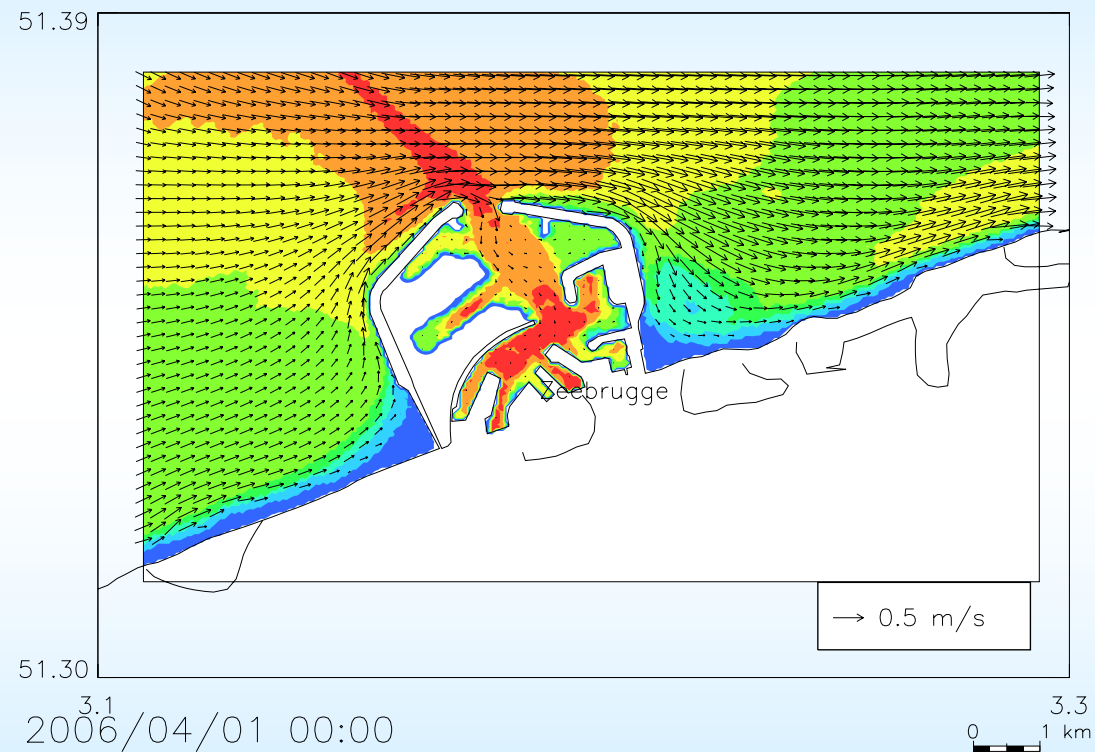


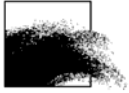
# Hydrodynamisch model

- 3D hydrodynamisch model
  - COHERENS
  - Wetting-drying module
  - Fijnmazig rooster 50 m x 50 m
    - Dank aan Vlaams Ministerie van Mobiliteit en Openbare Werken, cel Kust & Waterbouwkundig Laboratorium

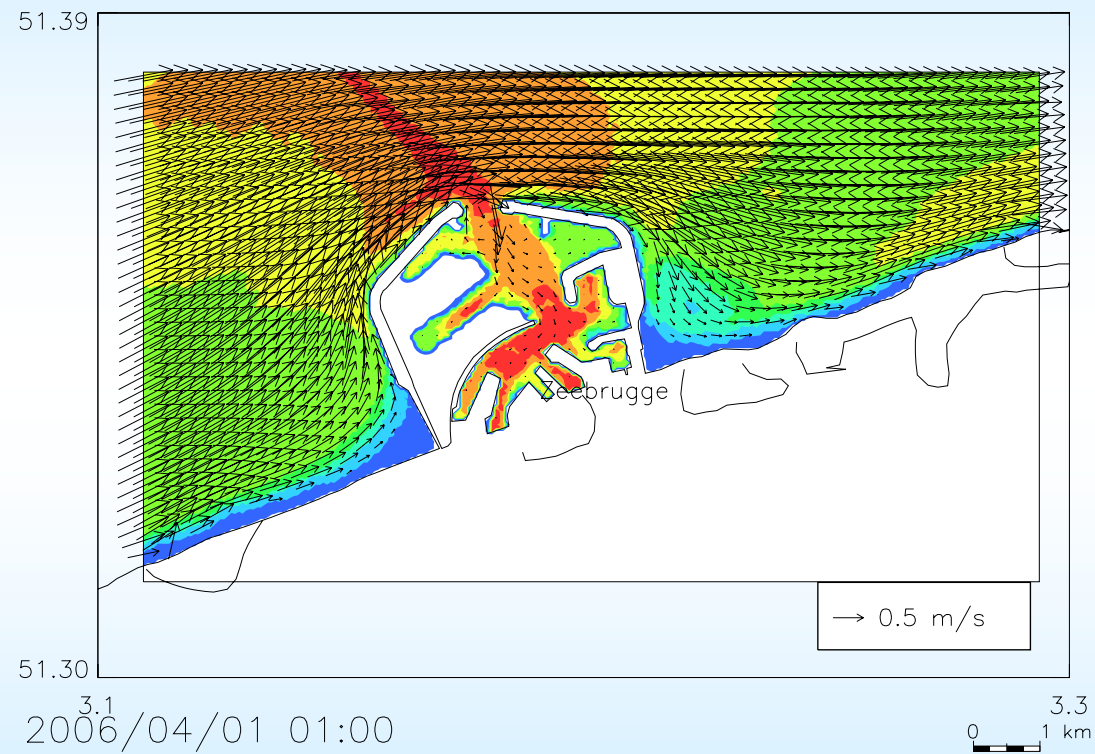


# Hydrodynamisch model



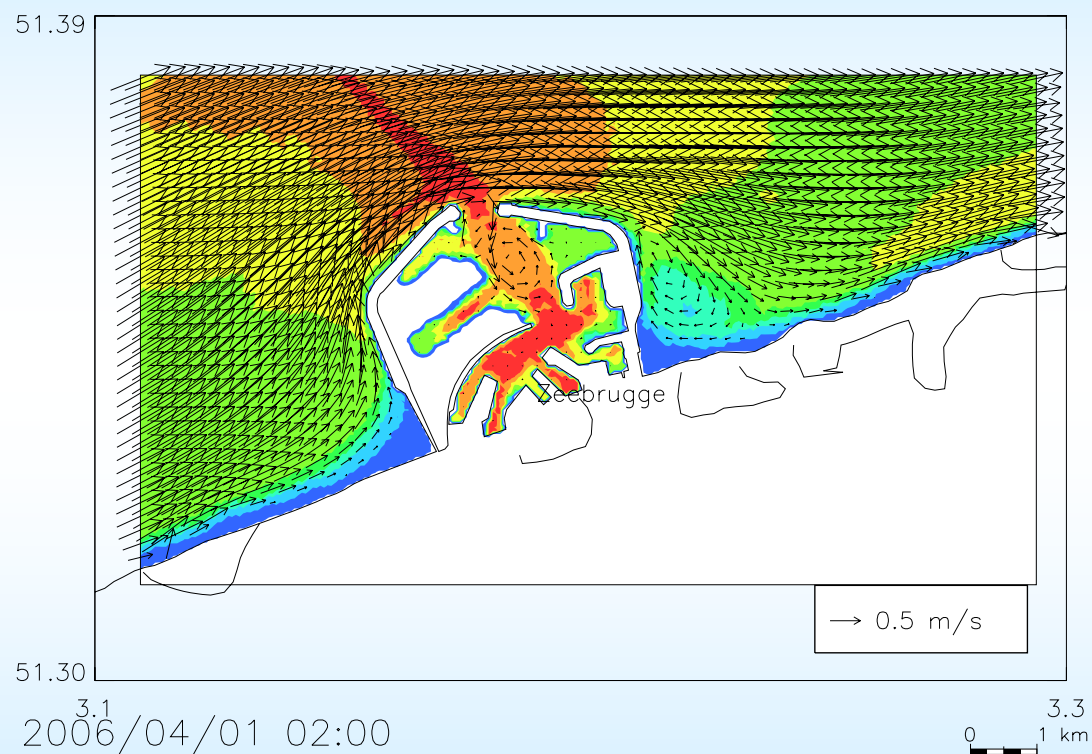


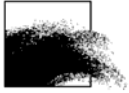
# Hydrodynamisch model



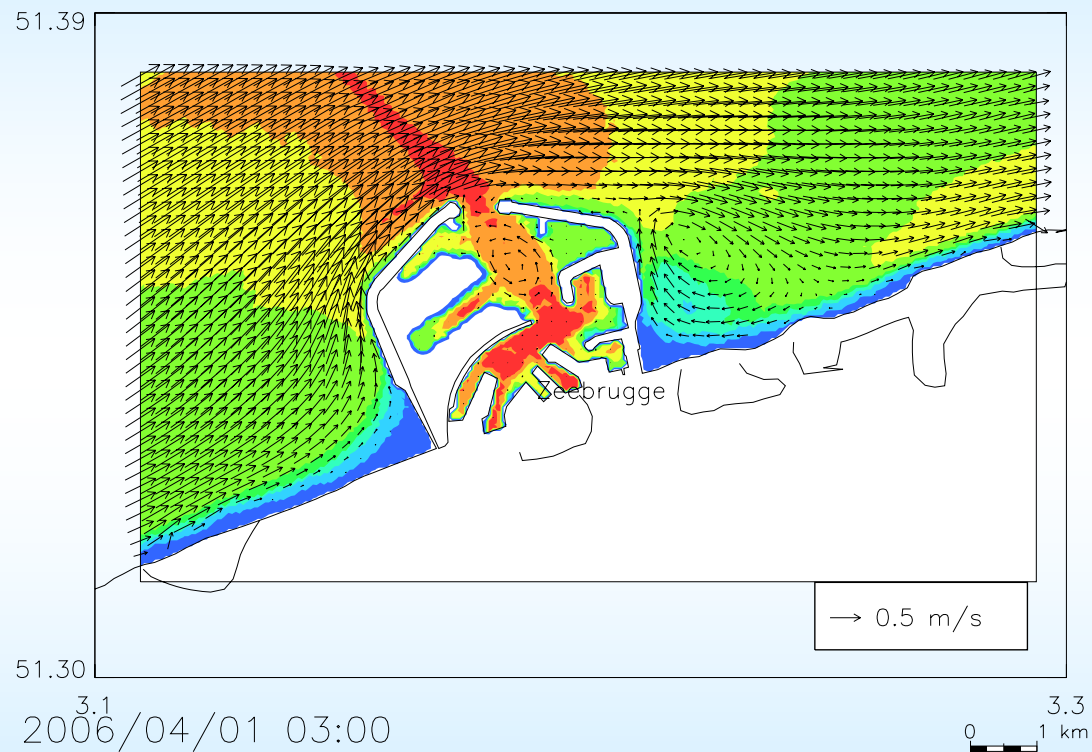


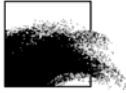
# Hydrodynamisch model



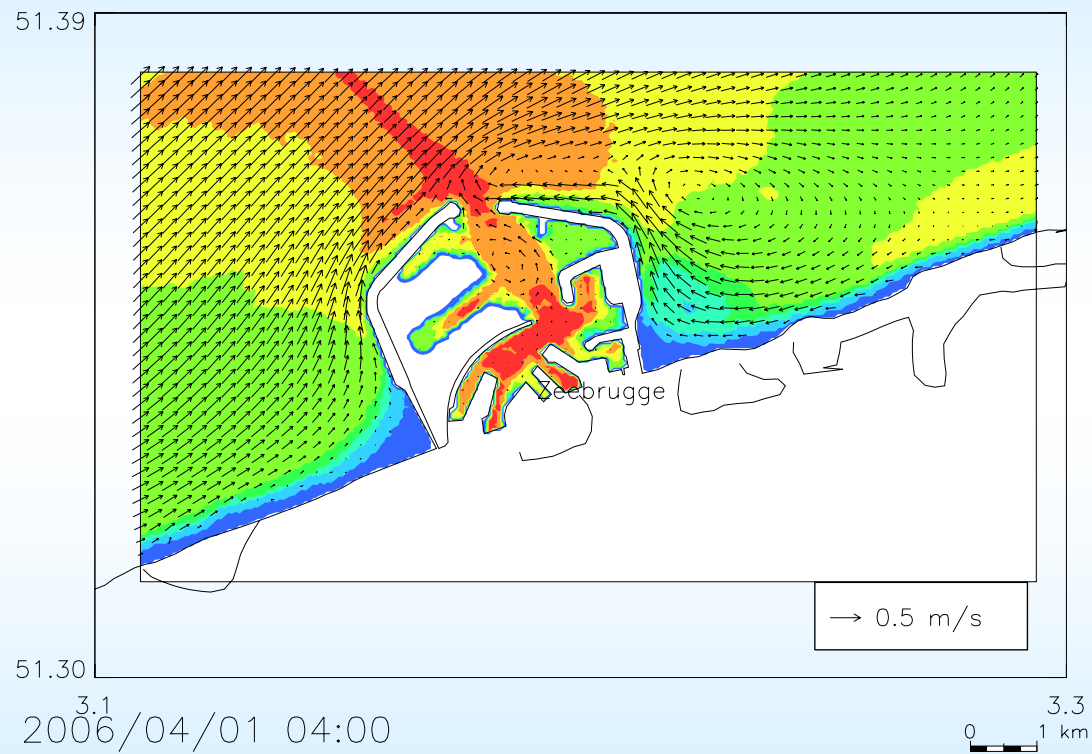


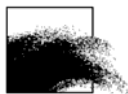
# Hydrodynamisch model



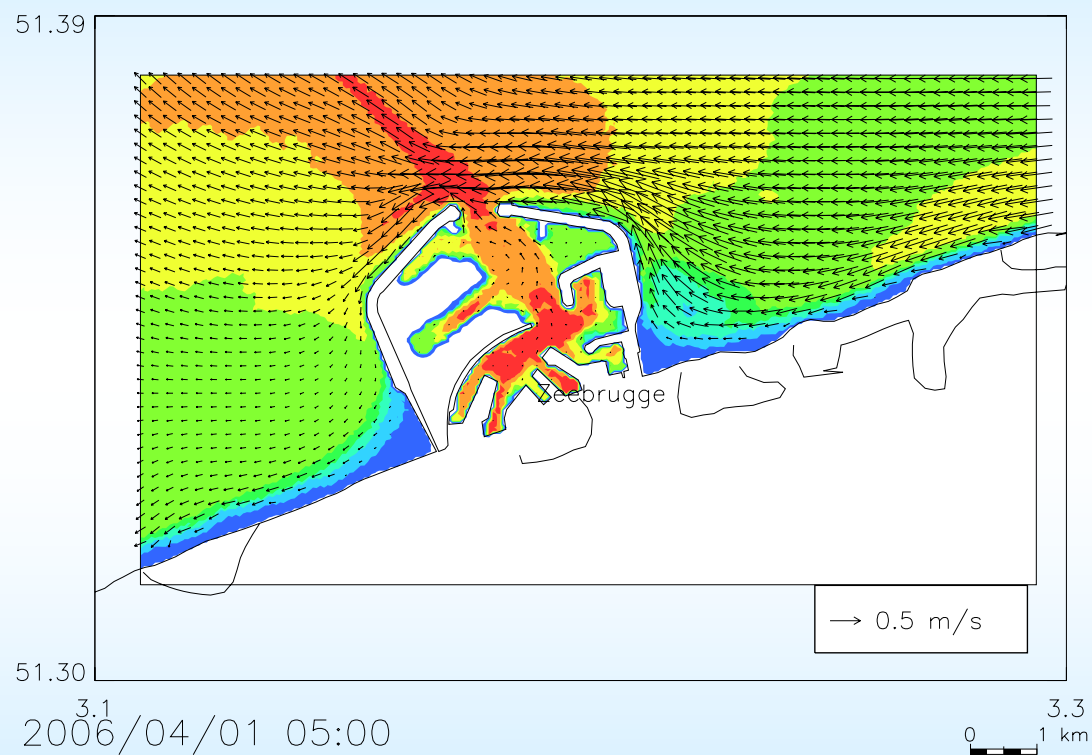


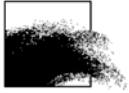
# Hydrodynamisch model



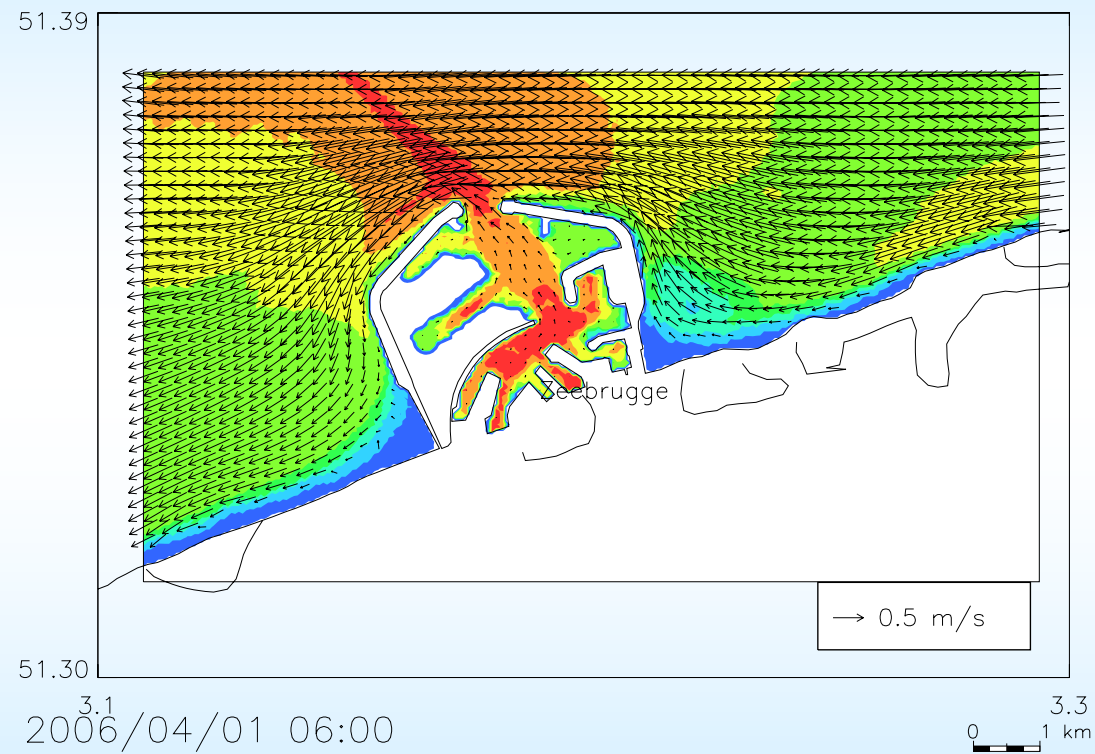


# Hydrodynamisch model

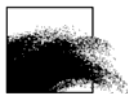




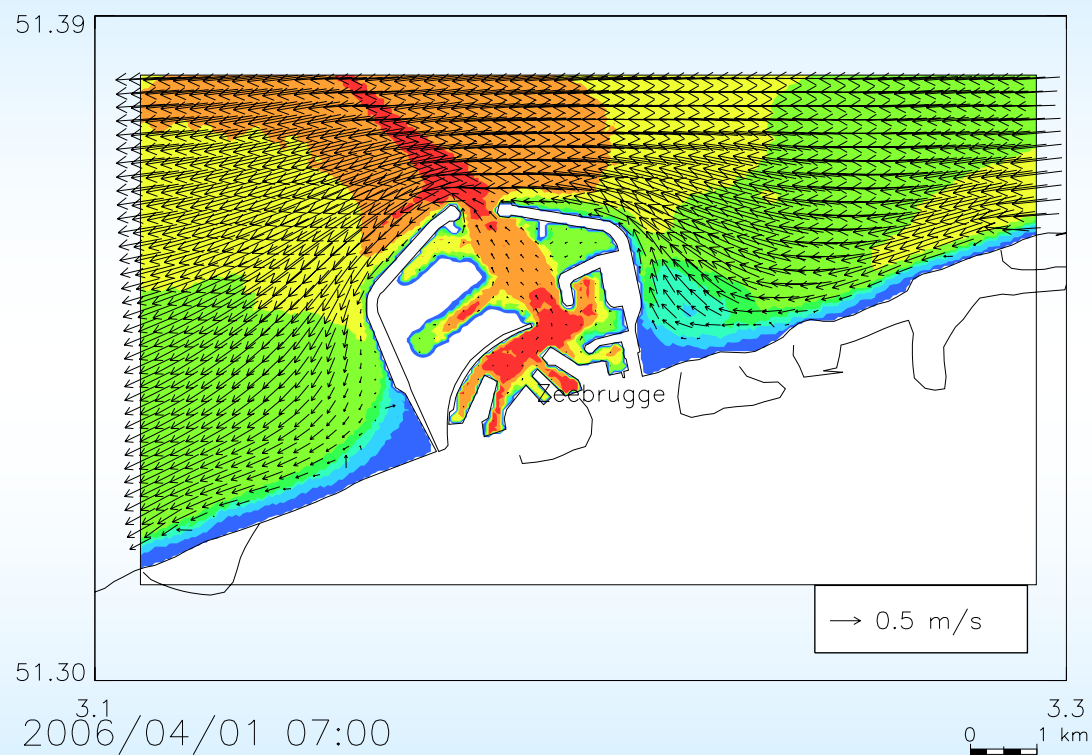
# Hydrodynamisch model





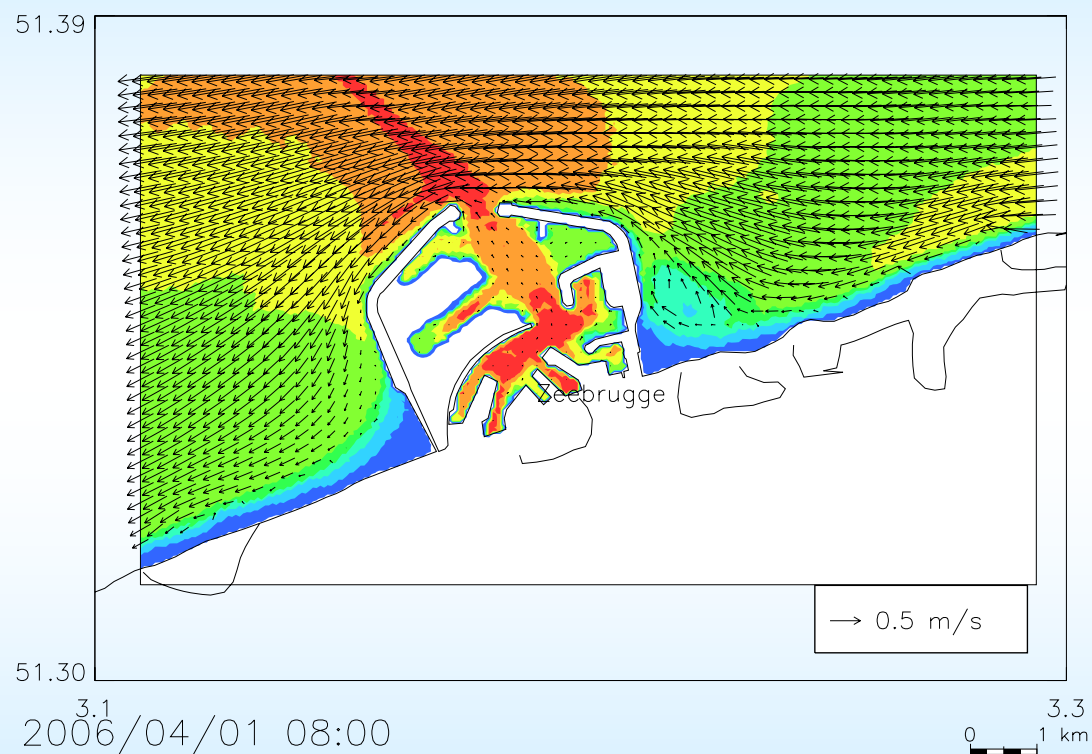


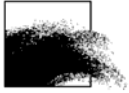
# Hydrodynamisch model



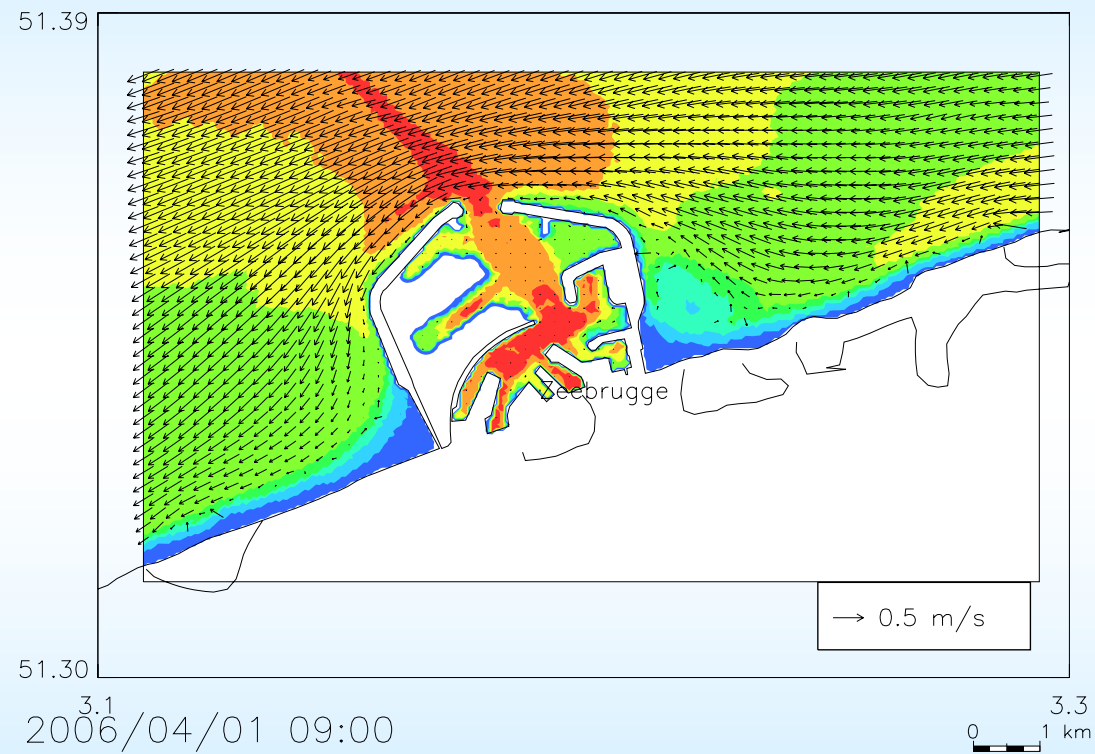


# Hydrodynamisch model



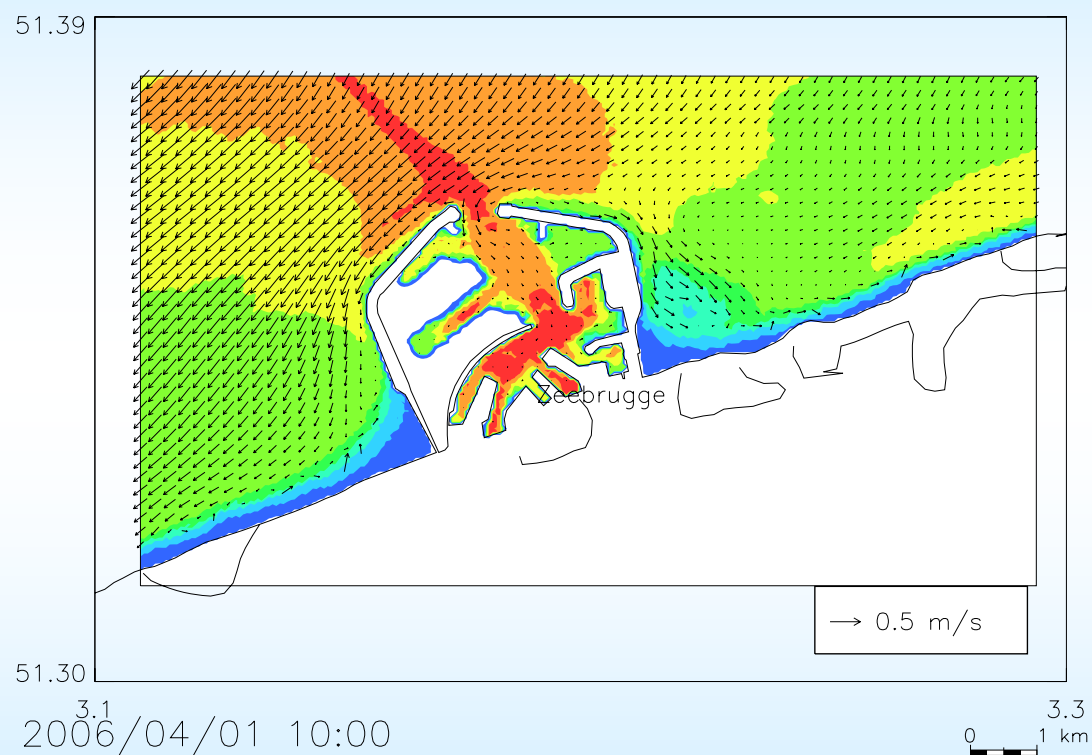


# Hydrodynamisch model



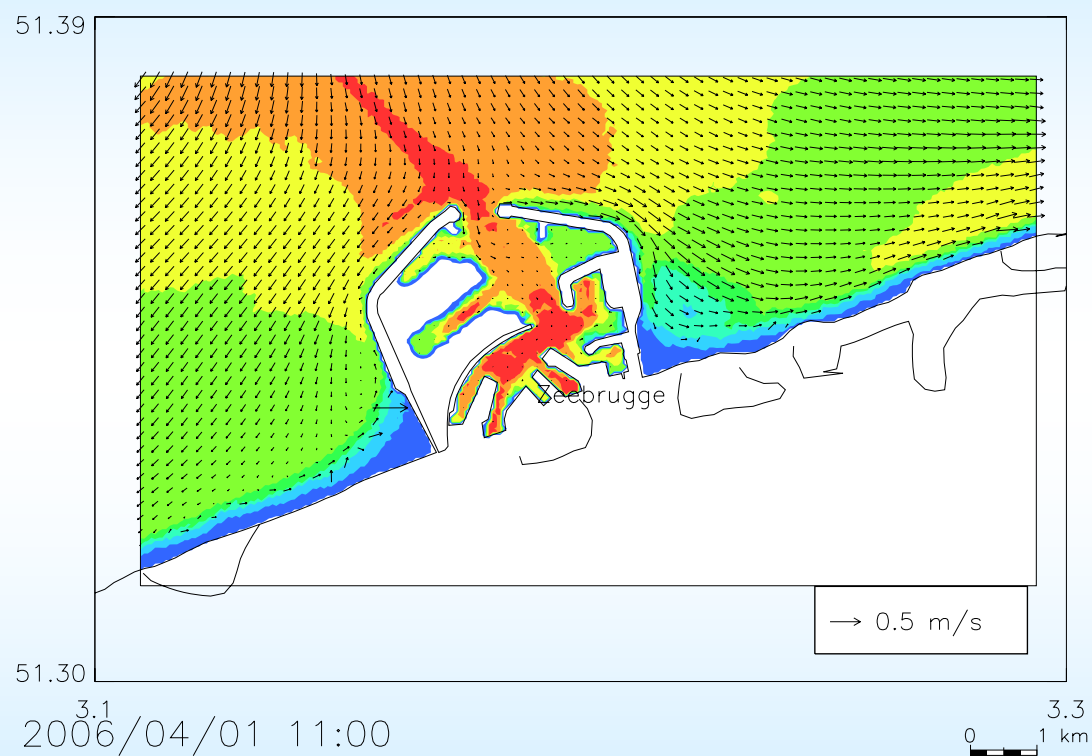


# Hydrodynamisch model



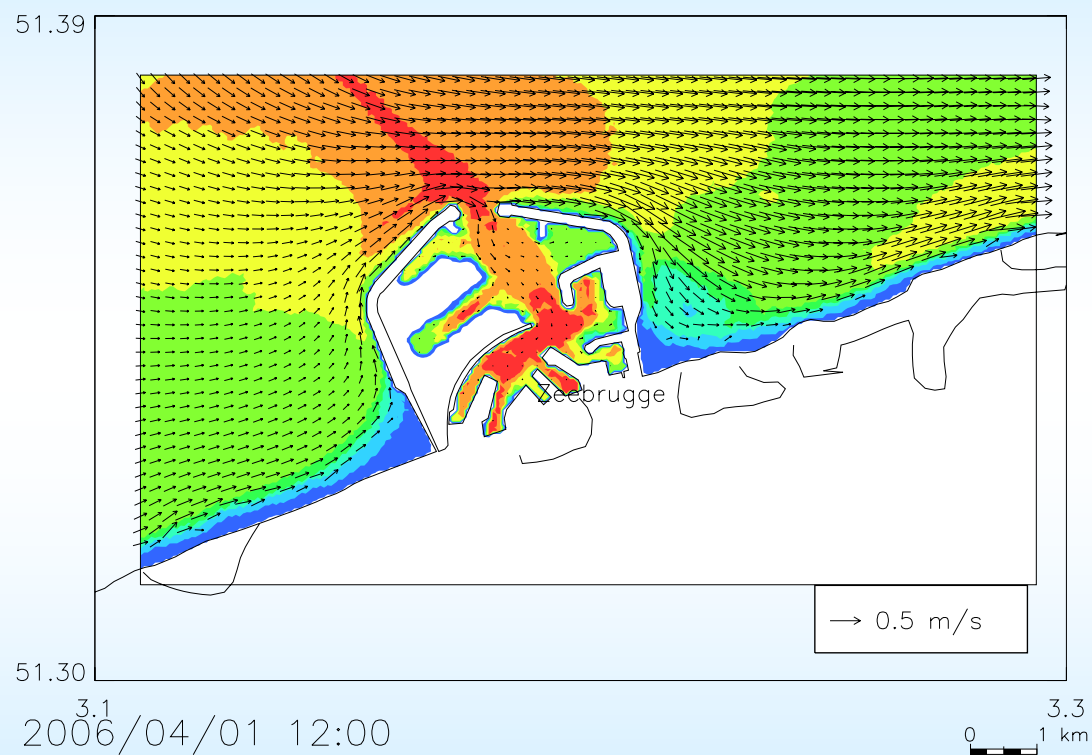


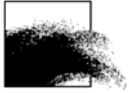
# Hydrodynamisch model



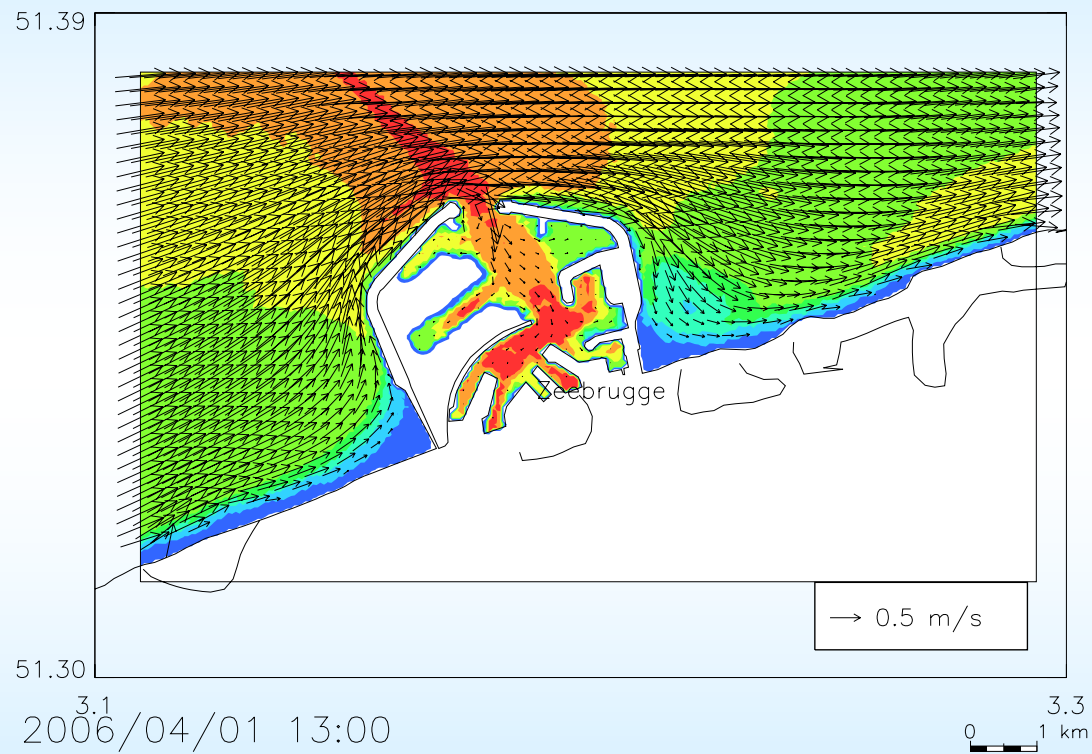


# Hydrodynamisch model

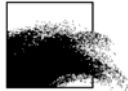




# Hydrodynamisch model



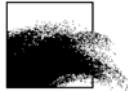
Opnieuw



# Hydrodynamisch model

- 3D hydrodynamisch model
  - COHERENS
  - Wetting-drying module
  - Fijnmazig rooster 50 m x 50 m
- Freqventie
  - ↳ Wanneer de golfhoogte groter is dan de waterdiepte, dan is de golf een non-linear golf. De golfhoogte is dan afhankelijk van de waterdiepte.
  - ↳ Wanneer de golfhoogte kleiner is dan de waterdiepte, dan is de golf een linear golf. De golfhoogte is dan afhankelijk van de golfperiode.





# Sedimenttransportmodel

- Zandtransportmodel MU-SEDIM
  - Zandtransport aan de hand van lokale stromingen
  - Model niet geschikt voor hoge stromingen en voor zeer fijn zand

- Veldwaaier van de OWP

↳ Waaier van de OWP

- In de OWP zijn de volgende factoren van belang

↳ Ydrologie

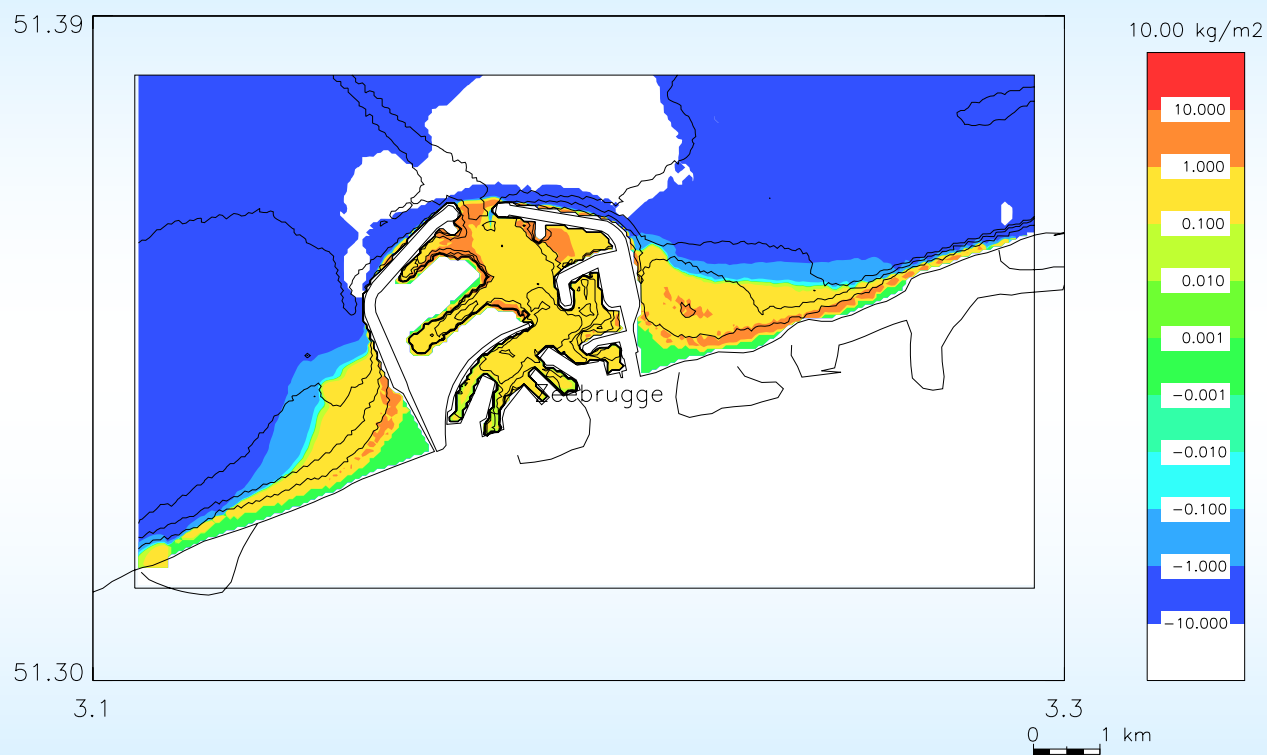
↳ Nut van de OWP voor de kust

↳ Uitsluiting van de OWP

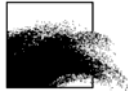
↳ ...



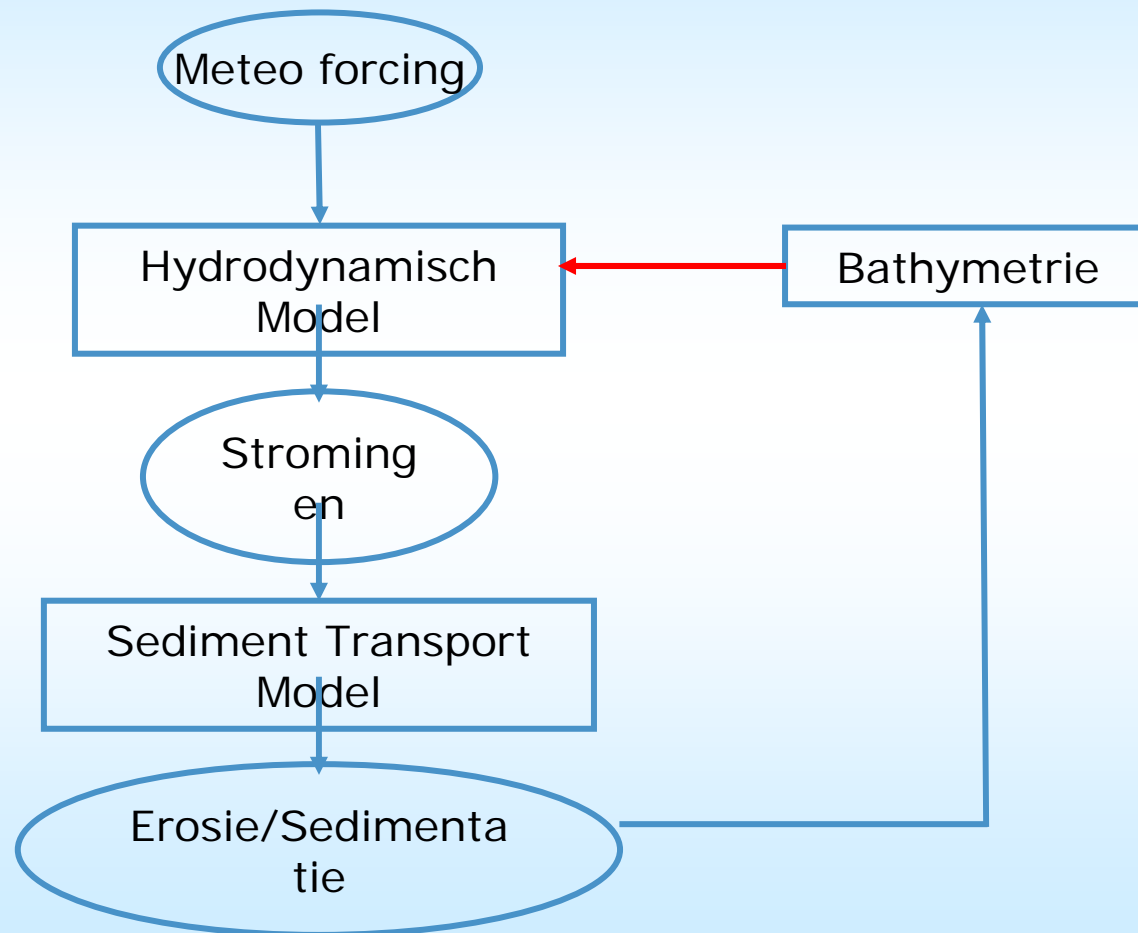
# Sedimenttransportmodel

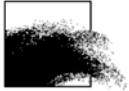


time=2006/04/18 17:07:30

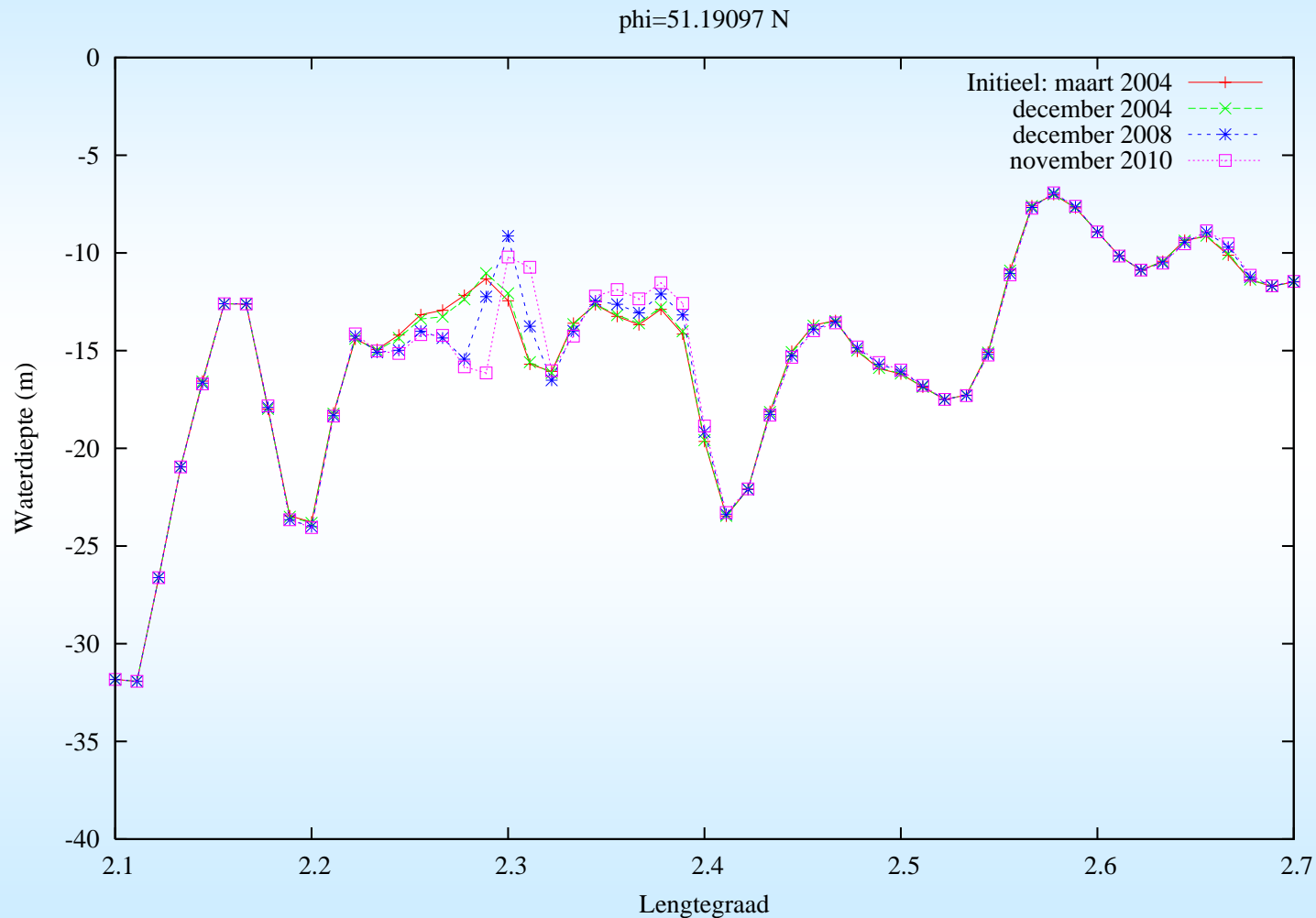


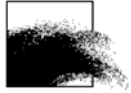
## Morfodynamisch model





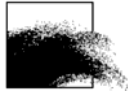
# Morfodynamisch model voor Vlaamse Banken





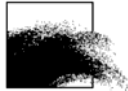
## Conclusies

- Modellenstudie werd uitgevoerd
  - Metingen van stromingen en bodemsamenstelling
  - Ontwikkeling van nieuw fijnmazig hydrodynamisch model voor zone rond haven van Zeebrugge, met implementatie van wetting-drying routine
  - Twee sedimenttransportmodellen werden beschouwd
  - Eerste stap in morfodynamische modellering



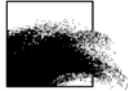
## Conclusies

- Modellenstudie werd uitgevoerd
  - Metingen van stromingen en bodemsamenstelling
  - Ontwikkeling van nieuw fijnmazig hydrodynamisch model voor zone rond haven van Zeebrugge, met implementatie van wetting-drying routine
  - Twee sedimenttransportmodellen werden beschouwd
  - Eerste stap in morfodynamische modellering
- Sedimentatie ten oosten van Zeebrugge
  - Vooral het gevolg van transport van fijn zand en slib in suspensie
  - Sedimentatie door lage stromingen ter hoogte van de zandbank



## Conclusies

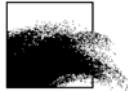
- Modellenstudie werd uitgevoerd
  - Metingen van stromingen en bodemsamenstelling
  - Ontwikkeling van nieuw fijnmazig hydrodynamisch model voor zone rond haven van Zeebrugge, met implementatie van wetting-drying routine
  - Twee sedimenttransportmodellen werden beschouwd
  - Eerste stap in morfodynamische modellering
- Sedimentatie ten oosten van Zeebrugge
  - Vooral het gevolg van transport van fijn zand en slib in suspensie
  - Sedimentatie door lage stromingen ter hoogte van de zandbank
- Dank aan
  - Francis Kerckhof & Jan Haelters, BMM
  - Bemanning RV Belgica



## Conclusies

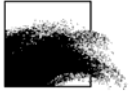
- Beheer van de zandbank?
  - Materiaal te fijn om te gebruiken voor strandsuppletie
  - Verder onderzoek naar evolutie naar evenwichtssituatie
    - Verdere verbetering modellen
    - Verdere ontwikkeling morfologische routines
  - Acties niet reglementaire praktijken
  - Informatie publiek nodig





Rapport is te downloaden via  
<http://www.mumm.ac.be/NL/News/index.php>





Dank voor  
uw aandacht

