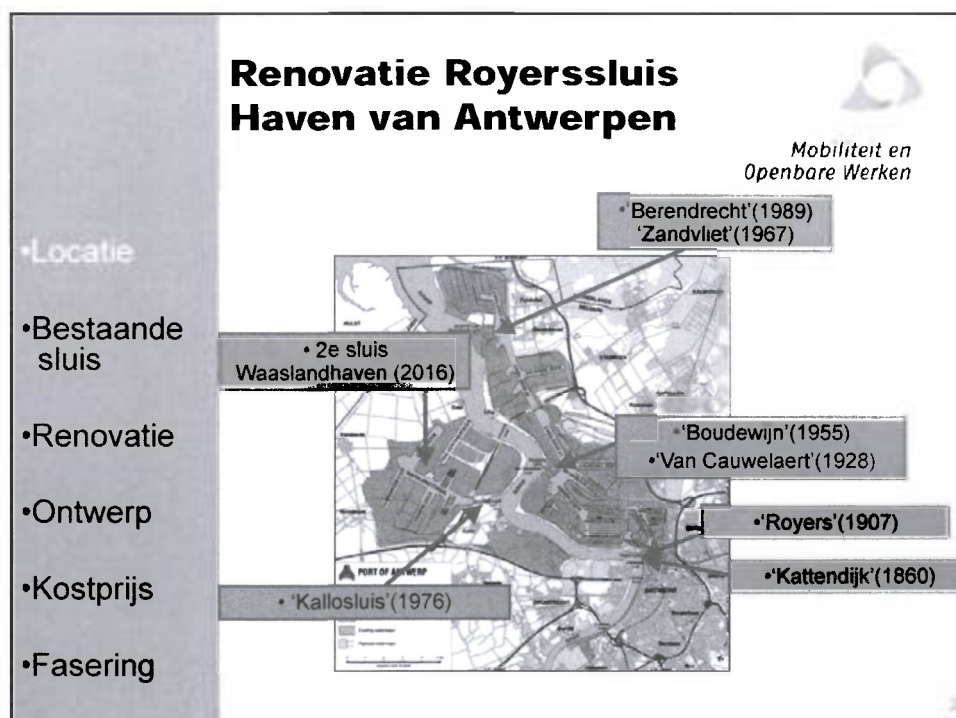
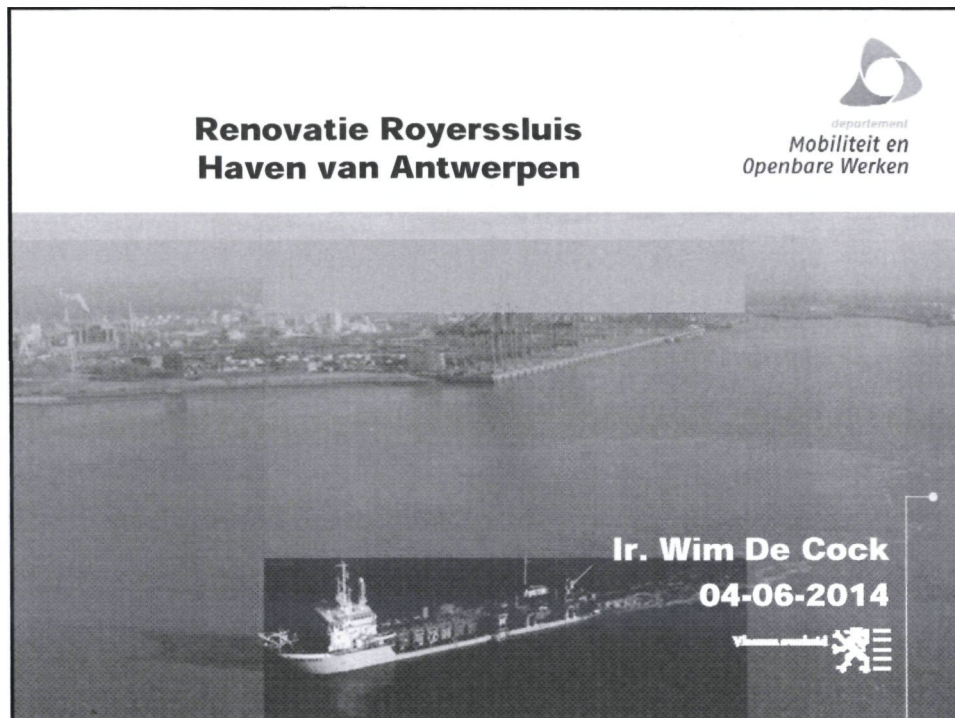


STUDIEDAG

4 juni 2015
Ingenieurshuis Antwerpen

**Zee en
waterbouw in en
rond Vlaanderen**



Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en

•Locatie

•Bestaande
sluis

•Renovatie

•Ontwerp

•Kostprijs

•Fasering



Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en
Openbare Werken

•Locatie

•Bestaande
sluis

•Renovatie

•Ontwerp

•Kostprijs

•Fasering

•Bestaande sluis

- Lengte 182,5 m
- Breedte 22m
- Eerst gebruikt in 1908
- Sterk verouderde toestand
- Hoge onderhoudskost
- Periodes buiten gebruik wegens herstellingen
- De huidige afmetingen laten niet toe om duwvaartkonvoien te schutten.

Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en
Openbare Werken

•Locatie

•Bestaande
sluis

•Renovatie

•Ontwerp

•Kostprijs

•Fasering

•Bestaande sluis



Royerssluis (1907) 182,5 x 22,0 x (-6,41)

Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en
Openbare Werken

•Locatie

•Bestaande
sluis

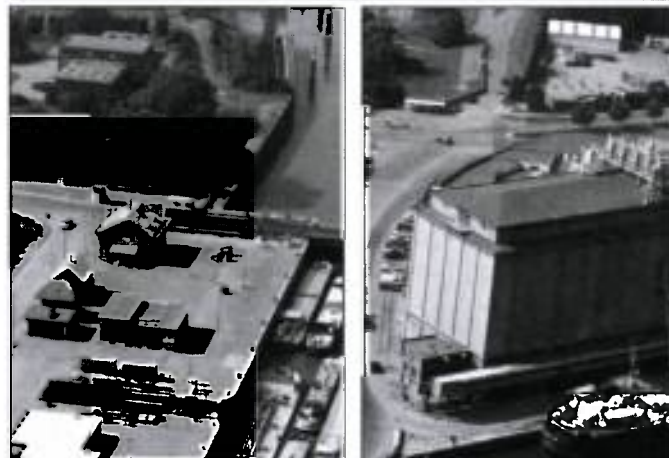
•Renovatie

•Ontwerp

•Kostprijs

•Fasering

•Bestaande sluis



- Locatie

- Bestaande sluis

- Renovatie

- Ontwerp

- **Kostprijs**

- Fasering

• "Harde" renovatie 250m x36m

- “Nieuwe” sluis op de plaats van de oude
- Verbreding sluis tot 36 m
- 200 m tussen binnendeuren
- Nieuwe kolkmuur aan beide zijden
- Nieuwe verhoogde sluishoofden (benedenhoofd +9.25 m TAW) met dubbele deurkamers
- Korte omloopriolen
- Vernieuwing deuren
- 2 nieuwe wegbruggen
- Nieuwe geleidewerken
- Vernieuwde sturing sluis

•

- Locatie

- Bestaande sluis

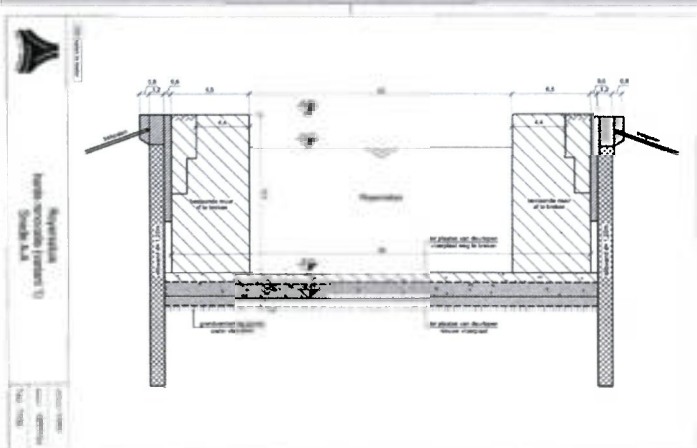
•Renovatie

- Ontwerp

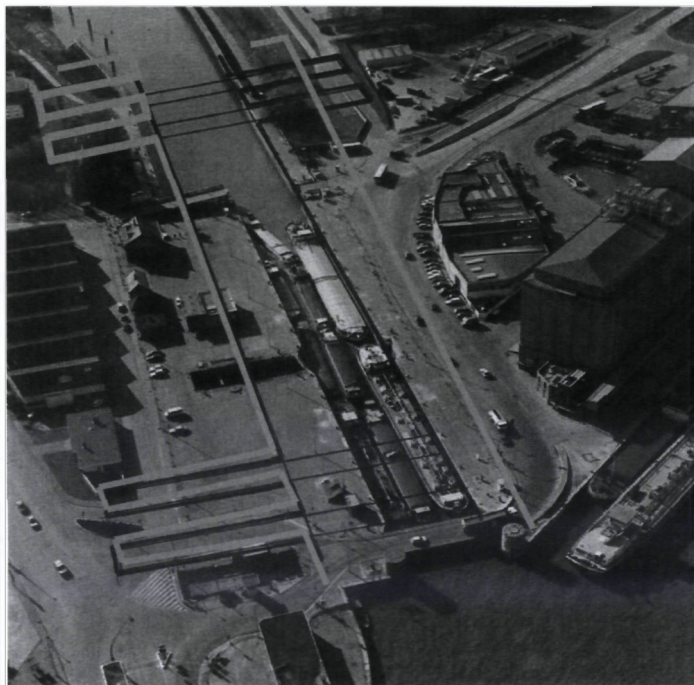
• **Kostprijs**

- Fasering

•"Harde" renovatie 250m x36 m



- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering



Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en
Openbare Werken

•"Harde" renovatie 250m x36m

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering



Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



•Locatie

•Bestaande
sluis

•Renovatie

•Ontwerp

•Kostprijs

•Fasering

•Ontwerp

SBE



Mobilititeit en
Openbare Werken



Co-financed by the European Union
Trans-European Transport Network (TEN-T)

12

Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



•Locatie

•Bestaande
sluis

•Renovatie

•Ontwerp

•Kostprijs

•Fasering

•Bouwkuip



Kofferdammen + diepwanden + Boomse klei
=> Bouwput volledig in de droge
=> Bemaalen tot -15.00 (= dieper dan nodig)
=> hogere korrelspanning, meer passieve weerstand

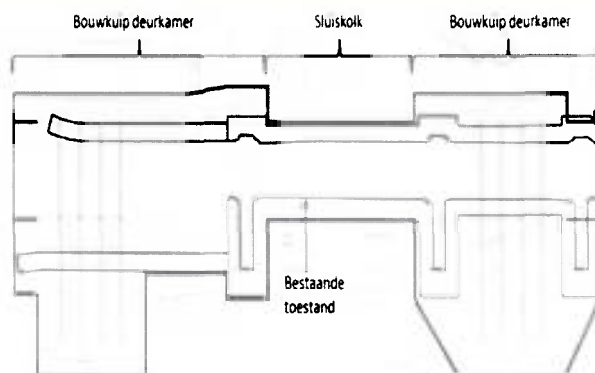
13

Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Bouwkuip



Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Bouwkuip

Diepwand + kofferdam



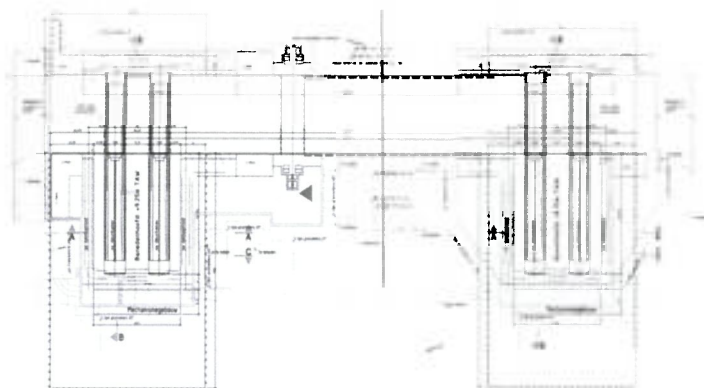
Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité et
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Sluiskolk



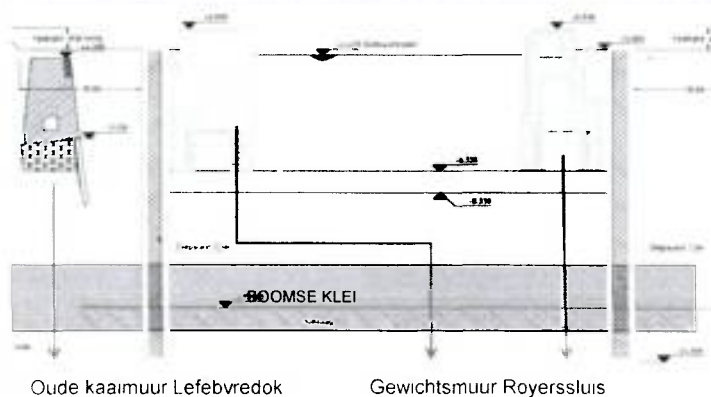
Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité et
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Sluiskolk

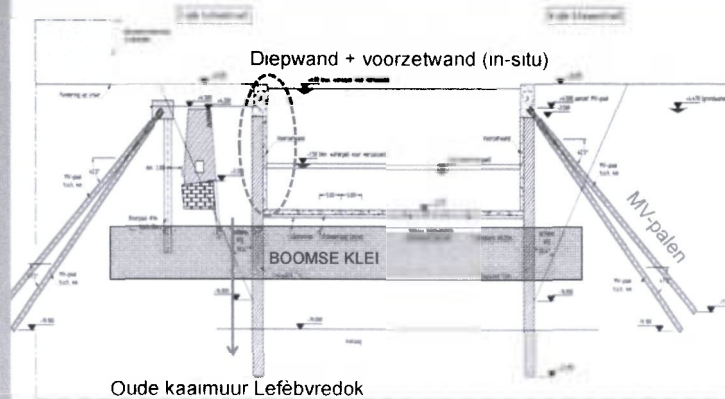


Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en
Openbare Werken

•Sluiskolk



- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en
Openbare Werken

•Sluiskolk



- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

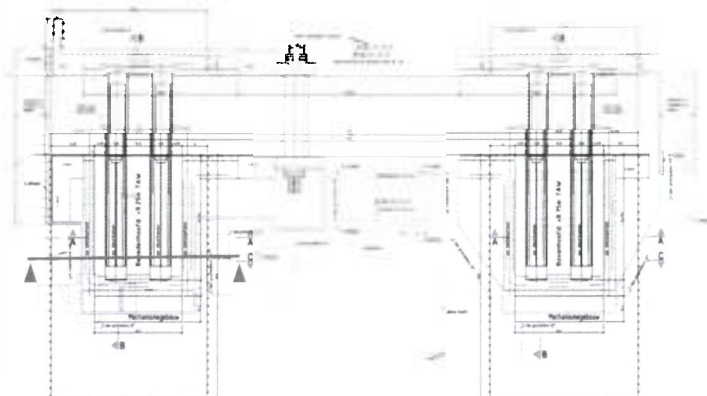
Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Sluishoofd



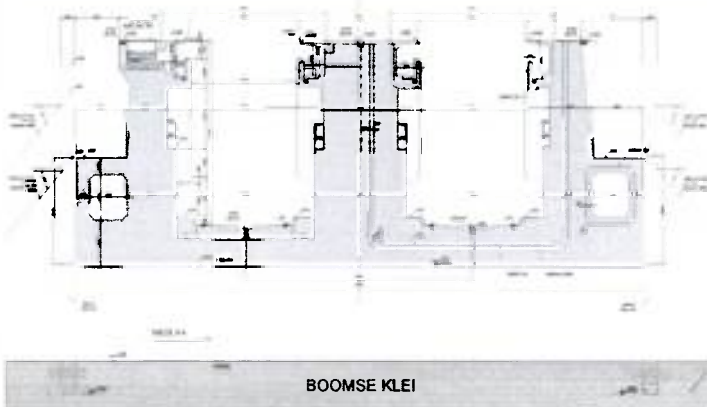
Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Sluishoofd



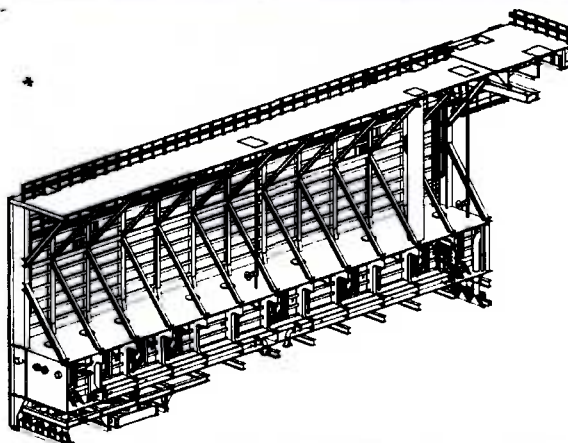
Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Sluisdeur



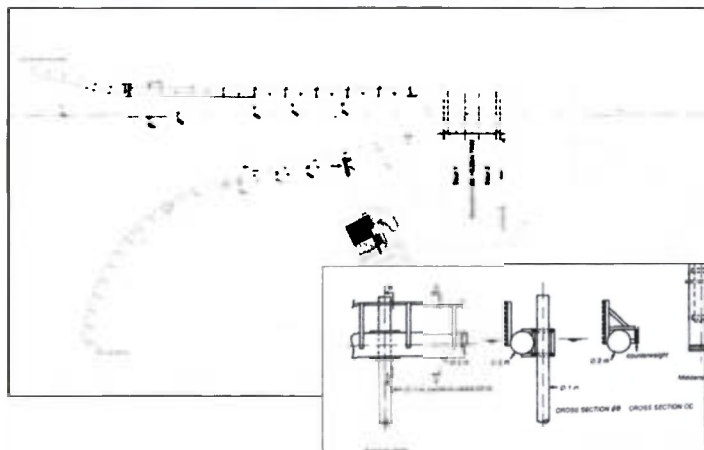
Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobilité en
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Remmingswerk



Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobiliteit en
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Remmingswerk



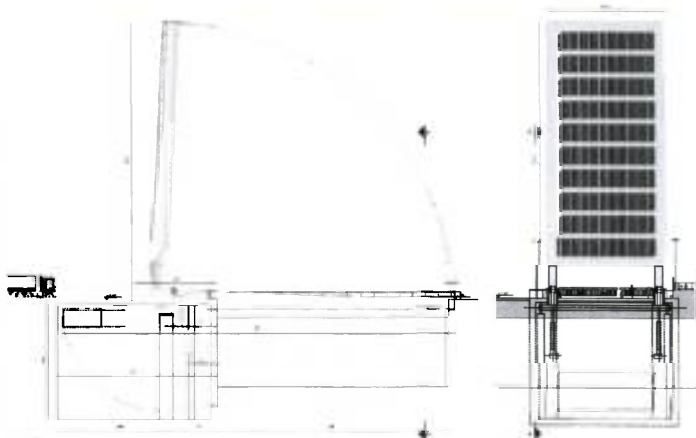
Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobiliteit en
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Basculebrug



Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Basculebrug

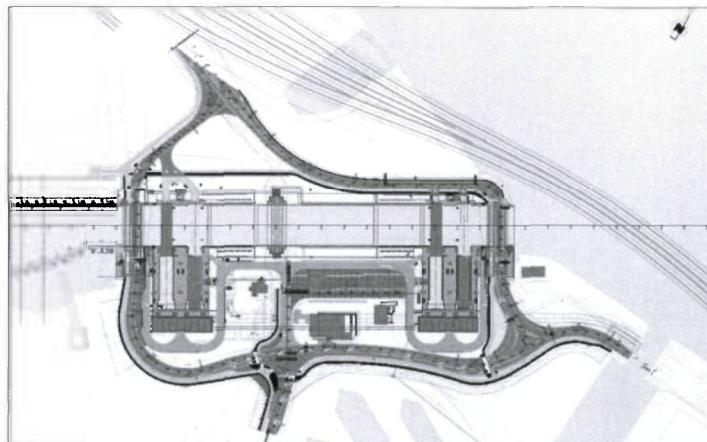


Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Wegenis



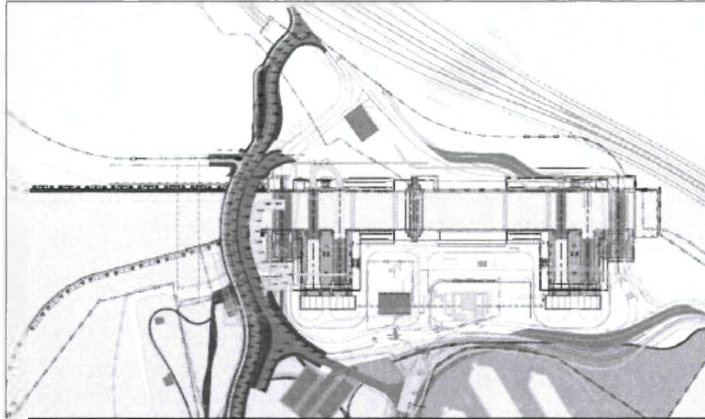
Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobiliteit en
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Wegenis (tijdelijk)



Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobiliteit en
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Machinegebouwen



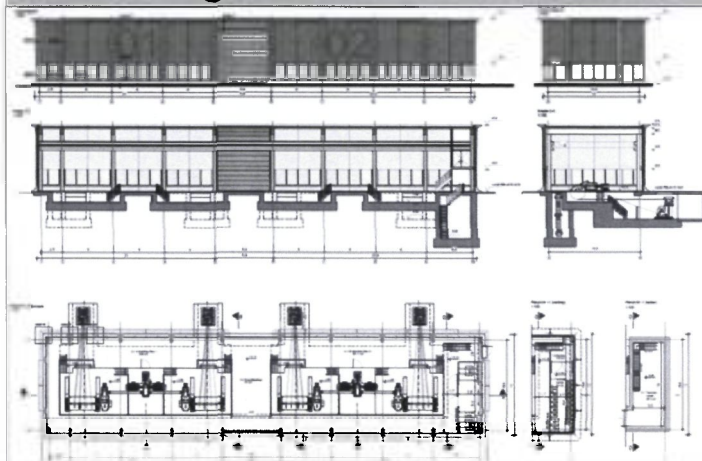
Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobiliteit en
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Machinegebouwen



Renovatie Royerssluis Haven van Antwerpen



Mobiliteit en
Openbare Werken

- Locatie
- Bestaande sluis
- Renovatie
- Ontwerp
- Kostprijs
- Fasering

•Fasering Royerssluis

- Totale bouwtermijn: 40 à 46 kalendermaanden (incl. omleggen leidingen vooraf !)
- Stremming scheepvaart: 34 kalendermaanden

ZEE- EN WATERBOUW IN EN ROND VLAANDEREN

4 juni 2015

201504

georganiseerd door



Expertgroep Civiele Techniek

Ingenieurshuis, Antwerpen

COPYRIGHT © 2015 – ie-net vzw

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze publicatie mag worden gereproduceerd, opgeslagen in de computer, overgenomen onder gelijk welke vorm (elektronisch, mechanisch, magnetisch) of gefotokopieerd zonder de schriftelijke toelating van ie-net vzw, Desguinlei 214, B- 2018 Antwerpen 1.

Tel. : 03/260.08.40 - E-mail INFO@IE-NET.BE, Website [HTTP ://WWW.IE-NET.BE](http://WWW.IE-NET.BE)

Elke auteur is verantwoordelijk voor de inhoud van zijn/haar teksten. ie-net vzw wijst alle aansprakelijkheid af wanneer gebeurlijke foutieve gegevens zouden leiden tot discussies of geschillen

OPZET

Hoewel we slechts over 67 km kustlijn beschikken heeft Vlaanderen een zeer belangrijke band met de zee. Denk maar aan de grote economische waarde van onze havens, de toeristische waarde van de kust en het toenemend belang van transport per schip.

Bovendien dient de infrastructuur landinwaarts aangepast te zijn om een vlot transport van en naar het binnenland te garanderen.

Verder is er door de dichte bevolking van onze regio de nood ontstaan om richting zee te kijken, b.v. voor de opwekking van groene stroom.

Tot slot moet onze kust ook beschermd worden tegen toekomstige stormen en dit in relatie met de stijgende zeespiegel.

Redenen genoeg dus om een studiedag rond zee- en waterbouw te organiseren.

Vanuit het standpunt van zowel opdrachtgevers als ontwerpers willen we een hedendaagse kijk geven op de waterbouw in Vlaanderen.

In het eerste blok wordt er dieper ingegaan op nieuwe projecten welke in de steigers staan.

Vervolgens gaan we dieper in op nieuwe aanbestedingsvormen en managementtechnieken voor de waterbouw.

Verder wordt ook ingegaan op de speciale bouwtechnische aspecten gerelateerd met het bouwen op zee of langs de kust. Tot slot wordt er teruggekeken naar de praktijkervaringen van enkele belangrijke waterbouwkundige projecten.

Gunther Pauwels

Sven Dumortier

Wetenschappelijke coördinatoren

Jan Desmyter

Voorzitter expertgroep Civiele Techniek

PROGRAMMA

08.30u Registratie van de deelnemers met koffie

08.50u Welkom

Jan Desmyter, voorzitter expertgroep Civiele Techniek

09.00u Masterplan Vlaamse Baaïen – een levend onderzoek naar de toekomst van het Vlaamse kuststelsel

Ellen Maes (AMT) en Marc Willems (Waterbouwkundig Labo)

09.35u Stormvloedkering Nieuwpoort

Isabelle D'Hooghe (Afdeling Kust) en Gunther Pauwels (Arcadis Belgium)

10.10u Nieuwe Zeesluis Terneuzen en Renovatie Rooyerssluis

Koen De Winne en Wim De Cock (AMT)

10.50u pauze met koffie en thee

11.15u Best Value Procurement:(R)evolutie in de waterbouw

Wiebe Witteveen (RWS)

11.50u Toepassing van moderne managementtechnieken (BIM en System Engineering) voor waterbouwkundige werken

Thomas Vandenbergh (Besix)

12.25u Lunch

13.45u Het WECwakes project: groepsgedrag van golfenergieconvectoren en effect als kustverdedigingsmiddel

Peter Troch (UGent)

14.20u Nautische bodem en toegankelijkheid in Zeebrugge en andere havens

Thomas van Hoestenbergh (Antea Group) en Joris Vanlede (Waterbouwkundig Labo)

14.55u Ontwerp van funderingen en erosiebescherming voor offshore windmolenparken

Piet Haerens (IMDC) en Mark Bettens (Technum)

15.30u Pauze met koffie en thee

15.50u Uitvoering windmolenparken en andere toekomstige groene stroom opwekkers

Bart De Poorter (GeoSea)

16.25u Lessons Learned op sluizen gebouwd in België en Nederland (Deurganckdoksluis, Yvôz-Ramet & Lanaye)

Eric Beyts (Jan De Nul) en Christophe Bauduin (Besix)

17.00u Conclusie

17.15u Einde met een drankje

271989

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

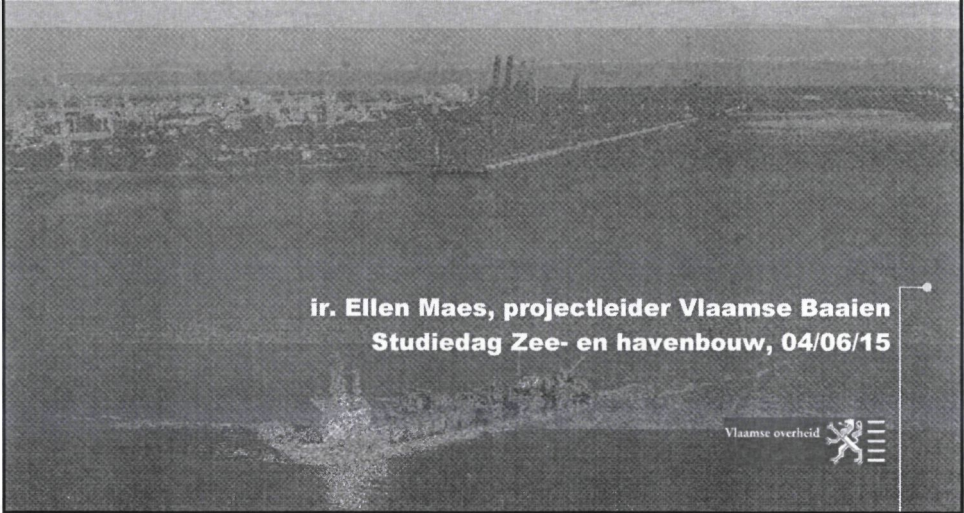
BIBLIOTHEEK

Masterplan Vlaamse Baaien
een levend onderzoek naar de toekomst van het Vlaamse kustsysteem
Ellen Maes (AMT) en Marc Willems (Waterbouwkundig Labo)



departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Masterplan Vlaamse Baaien



ir. Ellen Maes, projectleider Vlaamse Baaien
Studiedag Zee- en havenbouw, 04/06/15

Vlaamse overheid

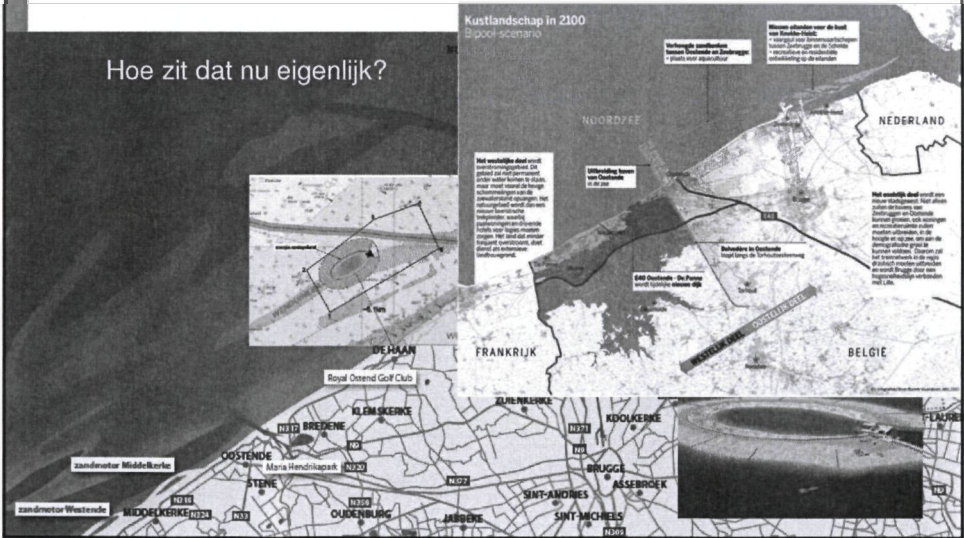




departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Eilanden, zandmotoren, energie-atollen, ... ?

Hoe zit dat nu eigenlijk?





departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

Masterplan Vlaamse Baaien

- De klimaatverandering... een reële dreiging
- Vlaamse Baaien
 - Visie en doelstellingen
 - Plan van aanpak o.b.v. 3 sporen
 - Spoor 1: Robuuste kust
 - Spoor 2: Ontwikkeling Zeebrugge
 - Spoor 3: Belanghebbenden management
- Conclusie

2



departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

De sinterklaasstorm 6/12/13



© Waterbouwkundig Laboratorium

Agiv



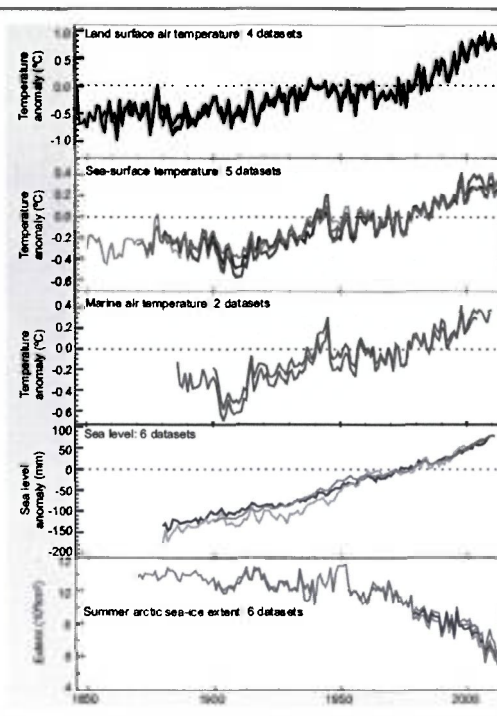
waterbouwkundig
LABORATORIUM

Klimaatwijziging

Rapport IPCC (2013):

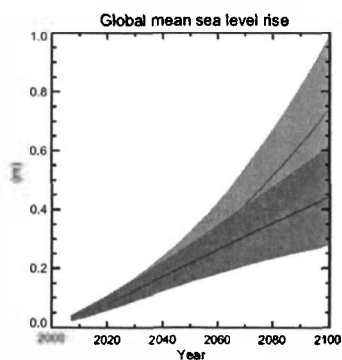
- Laatste 30 jaar sterke stijging t°
- Snellere stijging zeeniveau
- Afname gletsjers en landijs (op noordelijk halfrond)

→ Reële dreiging!



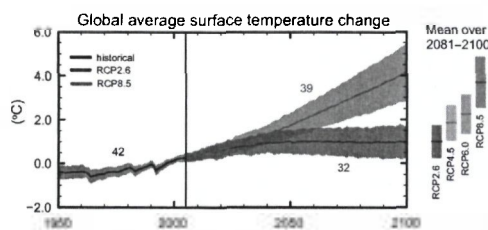
Klimaatmodellen: prognoses

Mobiliteit en
Openbare Werken



Rapport IPCC (2013):

- Zeespiegelstijging mondiaal tot ca. 1m
- Temperatuur stijgt 0,5 à 5° C





departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

Klimaatmodellen: prognoses

Expected change	M	M+	W	W+	WCS
Air temperature (* C)	+2	+2	+4	+4	+4
Air circulation	No	Yes	No	Yes	Yes
Winter precipitation	+8%	+14%	+16%	+28%	+28%
Wind velocity	0%	+4%	-2%	+8%	+8%
Summer precipitation	+6%	-20%	+12%	-40%	-40%
Sea water temperature (* C)	+2.5	+2.5	+3.5	+3.5	+3.5
Mean sea level (MSL) (cm)	+60	+60	+93	+93	+200
Storm surge level (cm)	+60	+80	+80	+130	+240

Scenario's CLIMAR voor de Belgische kust



departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

Definitie kuststelsysteem (IPCC)

'Het kuststelsysteem omvat de interagerende laaggelegen gebieden en ondiepe kustwateren, met inbegrip van de menselijke componenten.

Hierin zijn de naastgelegen lage gebieden begrepen, die vaak zijn ontwikkeld door sedimentatie tijdens het holoceen.

Het continentale plat en de oceanische kant zijn hierin niet opgenomen.'



departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Project Vlaamse Baaïen

- Visie = klimaatadaptatie van het Vlaamse kuststelsysteem vanuit een integrale gebiedsbenadering
- Doelstellingen:
 - Veiligheid
 - Natuurlijkheid
 - Aantrekkelijkheid
 - Duurzaamheid en
 - Economische ontwikkeling





departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

Project Vlaamse Baaien

- Plan van aanpak o.b.v. 3 sporen:
 - Spoor 1: Robuuste kust
 - Spoor 2: Ontwikkeling Zeebrugge
 - Spoor 3: Belanghebbenden management

11



departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

Project Vlaamse Baaien

- 3 sporen:
 - Spoor 1: Robuuste kust
 - Spoor 2: Ontwikkeling Zeebrugge
 - Spoor 3: Belanghebbenden management

12



departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

Even de geschiedenis in...

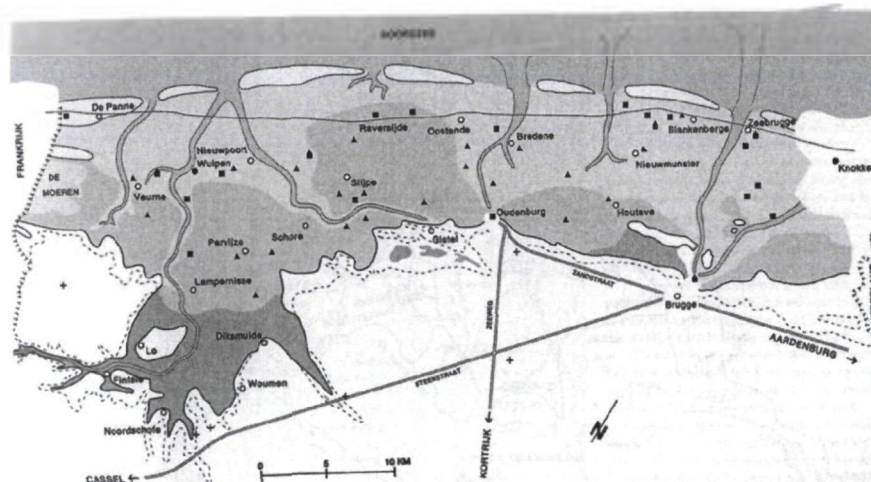
- Holocene = huidige tussenijstijd (reeds 11.500 jaar)
 - **Natuurlijke opwarming**
 - **Natuurlijke zeespiegelstijging**
 - Tot 7500 jaar geleden: + 7m / 1000 jaar
 - Geleidelijke afname stijgsnelheid
 - Vanaf 5000 jaar geleden: + 0,7 à 1m / 1000 jaar
- Vlaamse kust in Romeinse periode:
 - **Dagelijkse overstromingen ("Flauma")**
 - **Aanslibbing t.g.v. overstroming houdt gelijke tred met zeespiegelstijging**
 - **Waddengebied doorsneden met geulen achter een duinengordel**

13



departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

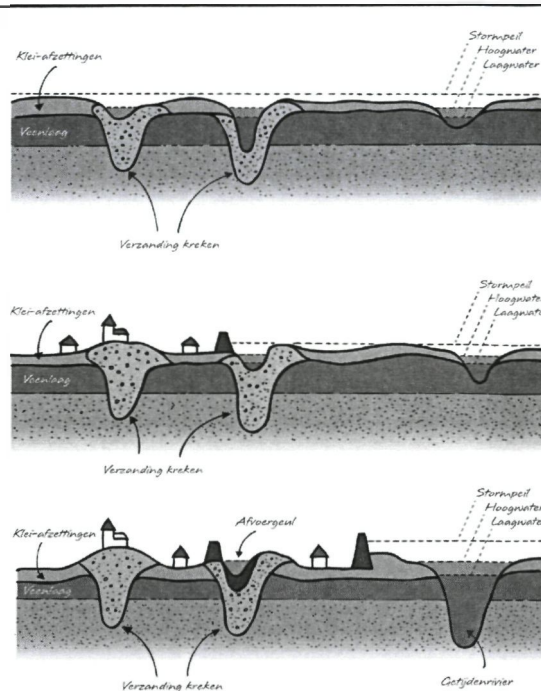
Vroegmiddeleeuwse kustlijn



14

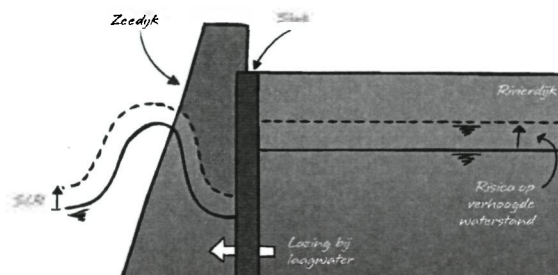
• Inversie

- Oorspronkelijk:
 - **Veengrond**
 - **Zandafzetting in krekken**
 - **Klei-afzetting op land**
- Na verloop van tijd:
 - **Inklinking veen**
 - **Zetting klei >> zand**
 - **Bewoning op lager gelegen gebieden**
- Bouw van dammen nodig
- Groot risico bij bresvorming!
- Moeilijkere zoetwaterafvoer



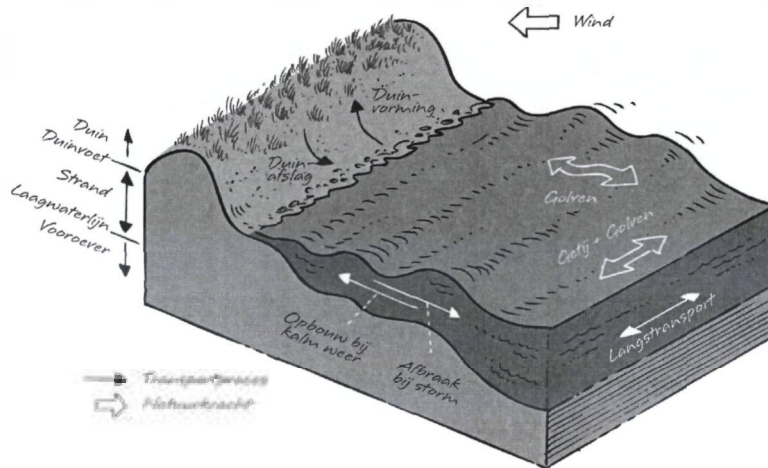
• Zoetwaterafvoer kuststelsysteem

departement
Mobiliteit en
Openbare Werken



Natuurlijke kustdynamiek

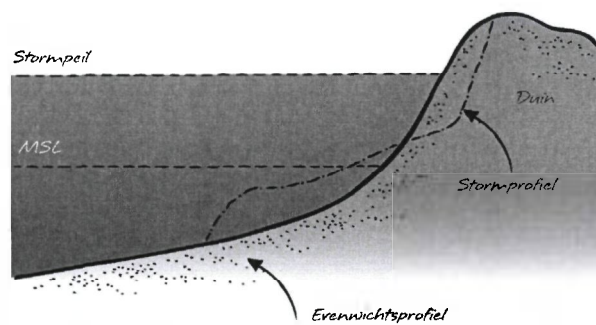
departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**



17

Zomer- en winterprofiel

departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**



18

departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Verstoring dwarsprofiel

Impact harde structuren:

- Sterkere afslag
- Nauwelijks recuperatie
- Nood aan suppleties

departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Kustecosysteem

Supralittoral (supratidal zone)

Spray zone

Highest high tide

High tide zone

Lowest high tide

Middle tide zone

Lowest low tide

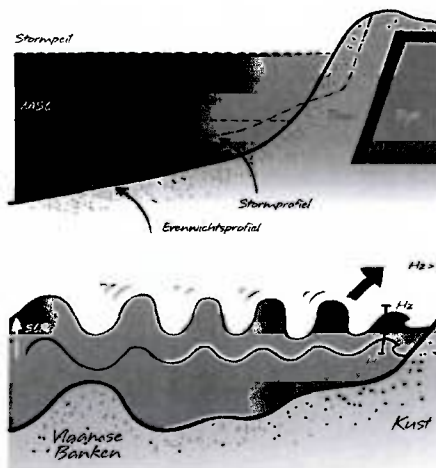
Sublittoral
(subtidal zone)



departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

• **Robuuste kust**

- Versterken natuurlijke kustdynamiek
 - **Plaats voor duinen**
 - **Demping door zandbanken**
- Alternatief onderhoud
 - **Strandsuppleties**
 - **Vooroeversuppletie**
 - **Zandmotor**



21



departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

• **Zandmotor NL als benchmark**

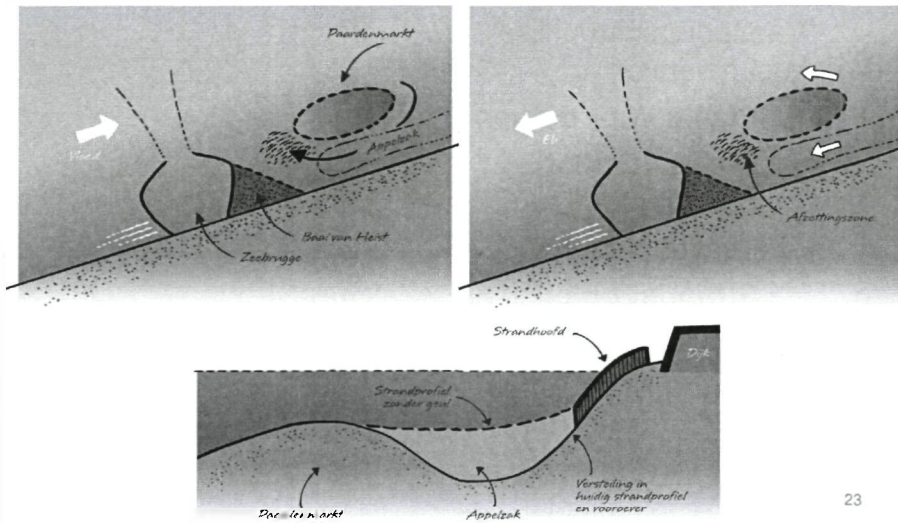
- Locatie: Hoek van Holland - Scheveningen
- Aanleg in 2011: 21,5 miljoen m³ zand
- Vraagtekens:
 - visuele impact
 - zwemveiligheid
 - levensduur
 - toepasbaarheid





departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Invloed getij op oostkust



23



departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Eilandengordel inzetbaar?

- Verdediging oostkust
 - Potentie voor kustvaart
 - Alternatieve vaargeulen
 - Impact op getijslag
 - Impact op vlakte van de Raan?
 - Impact op zoetwater afvoer?
- ➔ Verder onderzoek!





departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

Project Vlaamse Baaien

• 3 sporen:

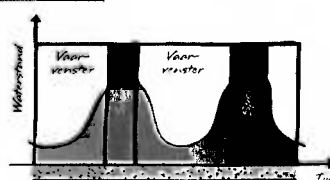
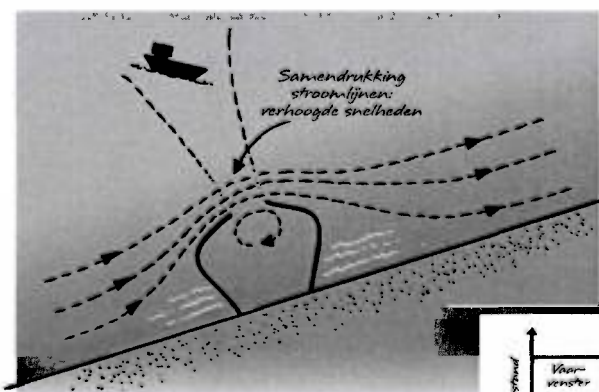
- Spoor 1: Robuuste kust
- Spoor 2: Ontwikkeling Zeebrugge
- Spoor 3: Belanghebbenden management

27



departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

• Invloed getij op Zeebrugge

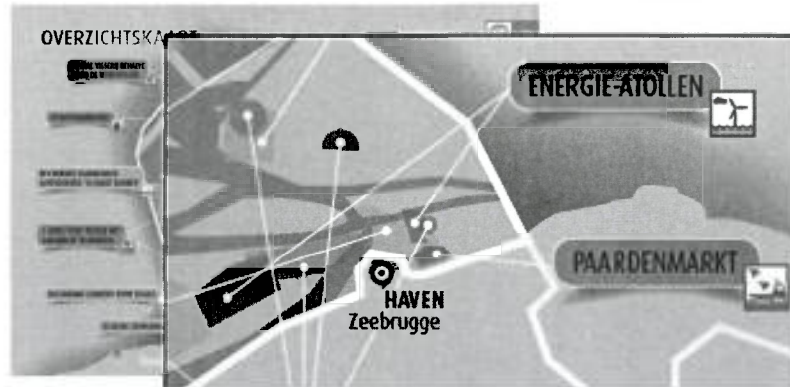




Departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Marien Ruimtelijk Plan

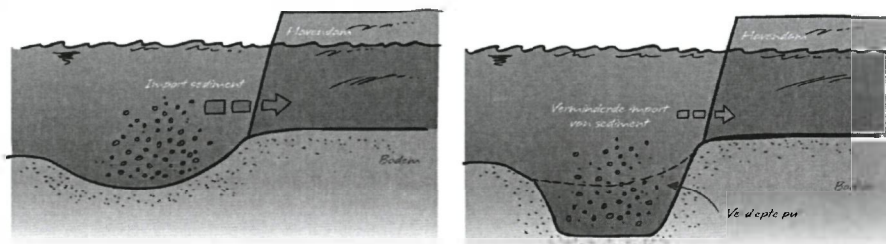
- Zoekzones voor energie-atollen
- Concessie energie-atol ten westen van Zeebrugge



Departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Ontwikkeling Zeebrugge

- Toegankelijkheid Zeebrugge verbeteren door:
 - Lokale verdieping in vaargeul vlak voor havenmond

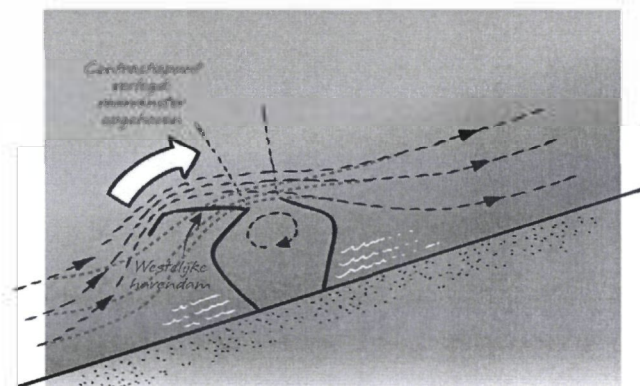




departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

Ontwikkeling Zeebrugge

- Toegankelijkheid Zeebrugge verbeteren door:
 - Uitbreiding westelijke havendam



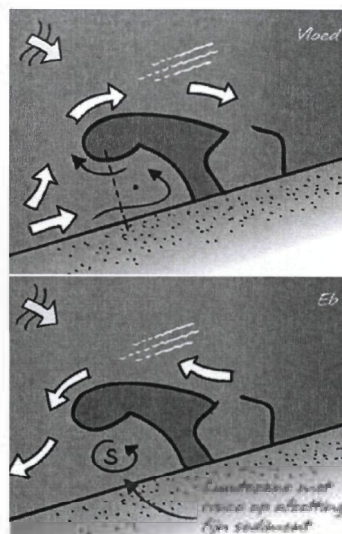
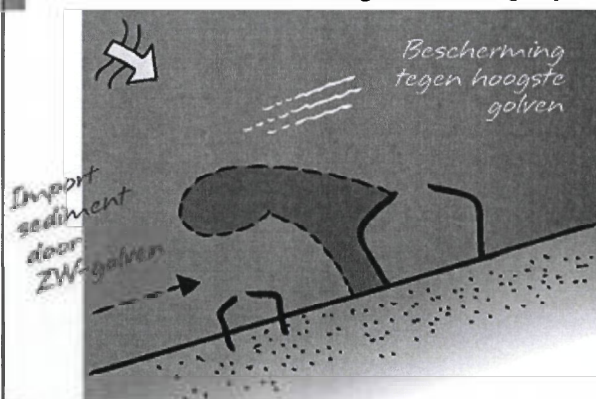
31



departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

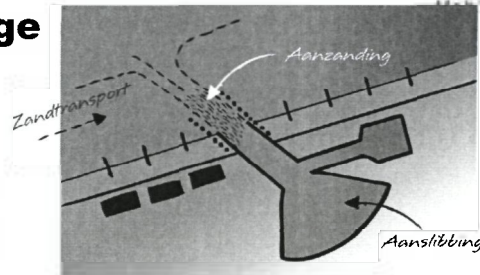
Ontwikkeling Zeebrugge

Win-win met energieatol mogelijk?

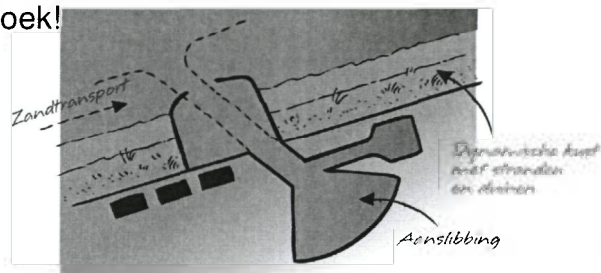


Impact op Blankenberge

- Aanzanding?
- Aanslibbing?
- Waterkwaliteit?
- Functie strand?



→ Verder onderzoek!



Project Vlaamse Baaien

• 3 sporen:

- Spoor 1: Robuuste kust
- Spoor 2: Ontwikkeling Zeebrugge
- Spoor 3: Belanghebbenden management



departement
Mobiliteit en
Openbare Werken



Samenwerkingsverbanden



- Agenda voor de Toekomst (VNSC)
 - **Morfologische studies (modellering)**
 - **Ecologische effecten (ecosysteemvisie en –diensten)**
 - **Toegankelijkheid kust- en Scheldehavens**
- Metropolaan Kustlandschap 2100 (TVB, RV, AMT en MDK)
 - **Toekomstscenario's voor de Vlaamse kust**
 - **Metropolaan perspectief: grensoverschrijdend, multifunctioneel en interactief**
 - **Ontwerpend onderzoek**
- Opmaak ecosysteemvisie voor de kust (ANB en AMT)
 - **Geïntegreerd streefbeeld voor natuurontwikkeling**
 - **Identificatie van ecosysteemdiensten**



departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

• **Onderzoeksvragen**

- Modelling kustsysteem
- Monitoring: T0 en evaluatie ingrepen
- Alternatieve voedingsmethodes Vlaamse kust?
- Nood aan uitbreiding kusthavens?
- Ontwikkelingsvisie haven van Zeebrugge in relatie tot kust nodig
- Effect evt. eilanden op:
 - **Vlakte van de Raan (Natura 2000)**
 - **Waterkwaliteit in achterliggende geul en op "oud" strand**
 - **Onderhoudbaarheid kust + eilanden**
- Optimalisatie vaargeulen (en bijhorende baggerwerken)
 - **Naar haven van Zeebrugge**
 - **Naar Westerschelde (en bijhorende havens)**

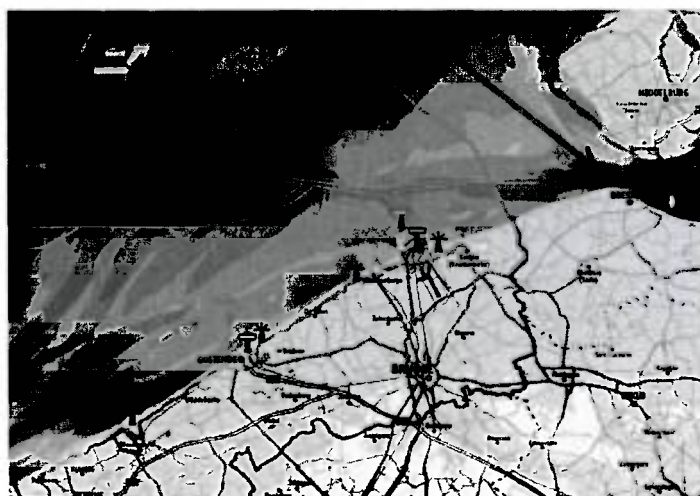
• ...

16

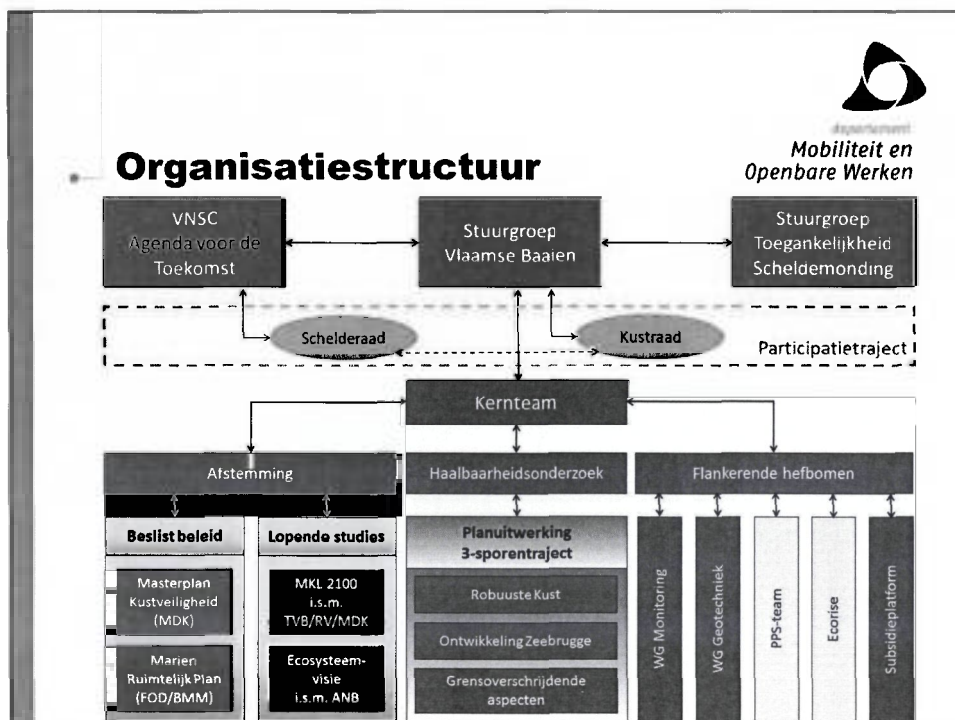


departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

• **Vaargeulen op de Noordzee**



17




departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Conclusie Vlaamse Baaien

- Levend onderzoeksprogramma
 - **Energie-atol geen onderdeel van Masterplan**
 - **Zandmotoren en eilanden: nut en haalbaarheid?**
- Multidisciplinair onderzoek vereist
 - **Wetenschappelijk onderzoek (o.m. SBO-project)**
 - **Samenwerking met Nederland ikv VNSC**
- Proactieve participatie van alle stakeholders
 - **Schelderaad i.k.v. Zeeuwse kust en Scheldemonding**
 - **Kustoverleg i.k.v. Vlaamse Kust en haven Zeebrugge**
- Opzet proefprojecten
 - **Lokale verdieping van vaargeul naar Zeebrugge**
 - **Versnelde realisatie zachte maatregelen via PPS?**

44



departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

• **Meer informatie**

Website:

www.mow.vlaanderen.be/vlaamsebaaien

Contact:

Projectleider ir. Ellen Maes

Ellen.Maes@mow.vlaanderen.be

0499/59 31 97

27 1990

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

BIBLIOTHEEK

Stormvloedkering Nieuwpoort

Isabelle D'Hooghe (Afdeling Kust) en Gunther Pauwels (Arcadis Belgium)



Inhoud van de presentatie

- Kader / Randvoorwaarden / Situering
- Conceptresultaat
- Civieltechnisch ontwerp
- Stromingen – nautische beperkingen
- Bediening/Sluiting – Interactie hinterland

Kader/Randvoorwaarden/Situering

- Masterplan Kustveiligheid: goedgekeurd door de Vlaamse regering juni 2011
- Randvoorwaarden:
 - Realiseren van een beweegbare stormvloedkering
 - Doorvaartbreedte 38m
 - Onbeperkte doorvaarthoogte
 - Bescherming tegen 1000-jarige storm (in 2100)
 - Waterniveau: +7,64mTAW – Golfhoogte H_s : 2,20m
 - Weerstand bieden tegen +8m storm (in 2100):
 - Waterniveau : +8,64m TAW – Golfhoogte H_s : 2,50m



Vlaanderen
verbeeldt werk



ARCADIS
Infrastructuur Water Milieu Gebouwen

Kader/Randvoorwaarden/Situering



Vlaanderen
verbeeldt werk

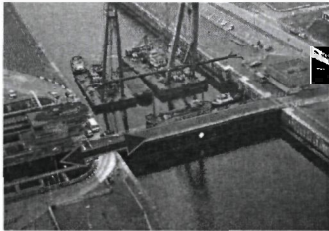
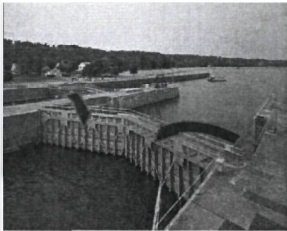


ARCADIS
Infrastructuur Water Milieu Gebouwen

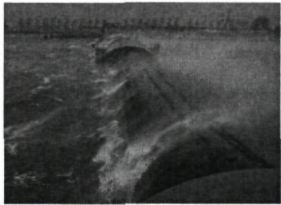
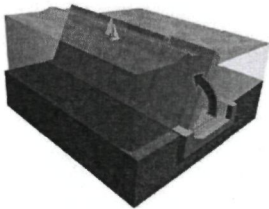
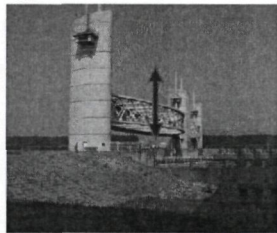
Kader/Randvoorwaarden/Situering



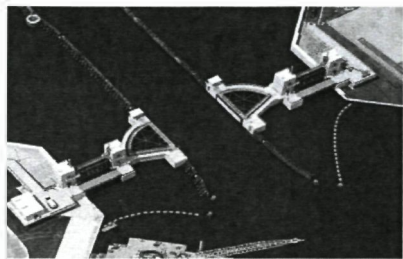
Conceptresultaat-variantenstudie



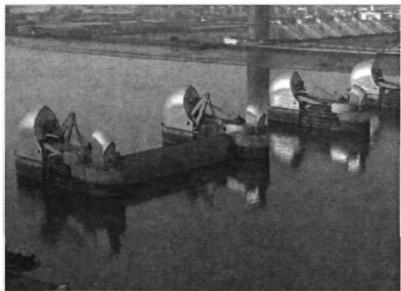
Komen niet in
aanmerking!



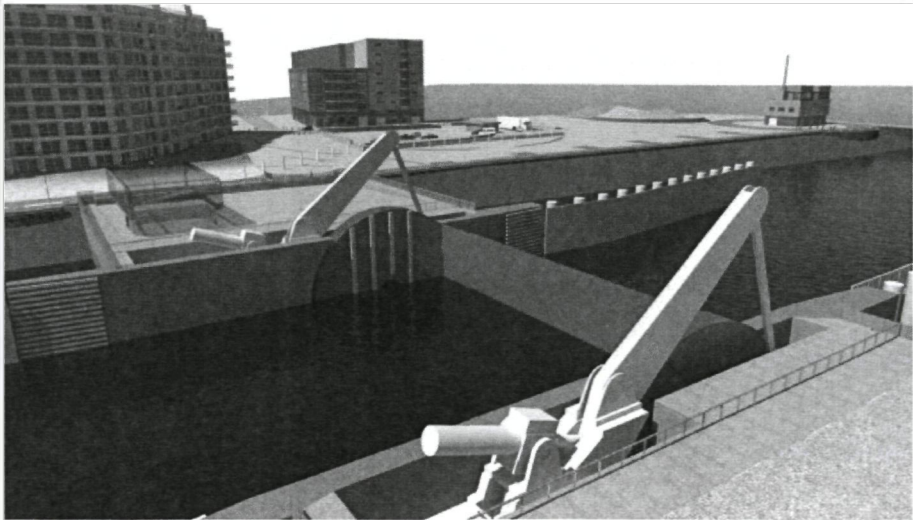
Conceptresultaat-variantenstudie



Geschild



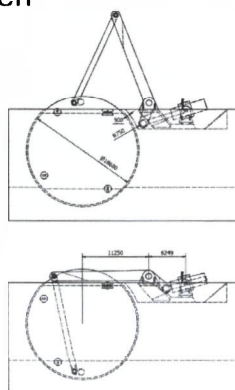
Conceptresultaat



Conceptresultaat

- Beweegbare stalen kering: 2 schijven en een keerlichaam
- Drempeel
- 2 gietstalen assen
- Betonnen landhoofd

- Gesloten systeem (vaste ballast)
- Bewegingsarm met hydraulische cilinder; krukarm, trekduwstang
- Aandrijving op beide oevers
- Vergrendeling in 3 standen



Vlaanderen
verbeelding werkt



ARCADIS
Infrastructuur Water Milieu Gebouwen

Civieltechnisch ontwerp

- Ontwerp randvoorwaarden
- Globaal ontwerp
- Stalen kering
- Landhoofden/drempel
- Uitvoeringsfasering



Vlaanderen
verbeelding werkt



ARCADIS
Infrastructuur Water Milieu Gebouwen

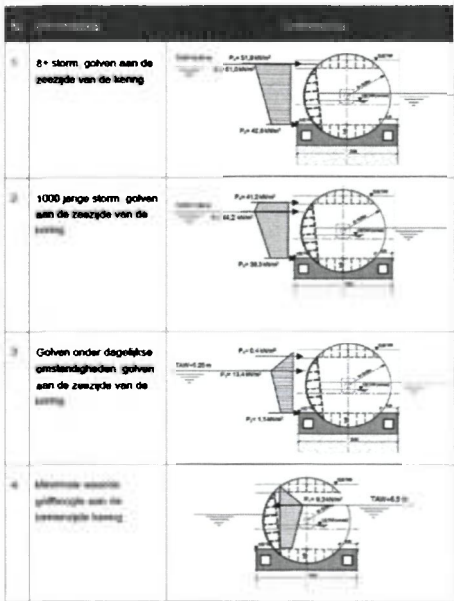
Ontwerprandvoorwaarden

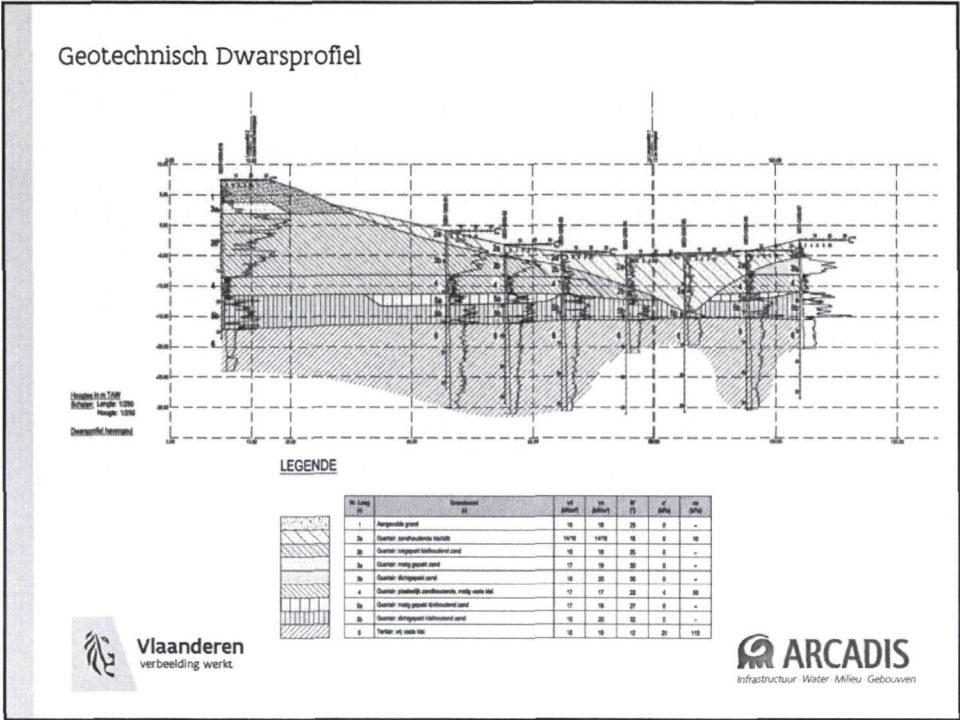
- ▶ Ontwerpwaterstanden
- ▶ - Basis 1000-jarige storm & +8m-storm + correcties voor zeewaterspiegelstijging

Waterstandcombinatie	Waterstand buiten (m t.o.v. TAW)	Waterstand binnen (m t.o.v. TAW)
A 8+ storm maximaal waterstandverschil	+8.64	+1.50
B 8+ storm maximale waterstand aan beide zijden	+8.64	+6.50
C geplande inspectie maximaal waterstandverschil	+5.25	-0.65
D maximaal negatief waterstandverschil	+0.31	+6.50



Golfdrukken





Verhoogde veiligheidsfactoren

Tabel 10 Belastingfactoren EC RC3 + Lekkraad Kunstwerken (B = 4.3)

Parameter	STRUGEO gecombineerd 1				STRUGEO gecombineerd 2				UPL	
	Y _{limp}	Y _{limp}	Y _{limp}	Y _{limp}	Y _{limp}	Y _{limp}	Y _{limp}	Y _{limp}	Y _{limp}	Y _{limp}
Permanente										
Eigen gewicht	1.50	1.00			1.00	1.00			n.b. ¹⁾	n.b. ¹⁾
Gronddruk	1.50	1.00			1.00	1.00			n.b. ¹⁾	n.b. ¹⁾
Grondwaterdruk	1.50	1.00			1.00	1.00			n.b. ¹⁾	n.b. ¹⁾
Veranderlijk										
Drukverschillen t.g.v.										
- waterstanden			1.50 ¹⁾				1.20 ¹⁾			n.b. ¹⁾
- windgolven			1.50 ¹⁾				1.20 ¹⁾			n.b. ¹⁾
Strooming			1.80				1.20			n.b. ¹⁾
Scheepsgolven			1.80				1.20			n.b. ¹⁾
Scheepsgolven			1.80				1.20			n.b. ¹⁾
Troostkrachten			1.80				1.20			n.b. ¹⁾
Windbelasting			1.80				1.20			n.b. ¹⁾
Temperatuur			1.80				1.20			n.b. ¹⁾
Verkeersbelasting			1.80				1.20			n.b. ¹⁾
Belastingeffecten										
max. moment	1.35				1.00				n.b. ¹⁾	
max. dwarskracht	1.35				1.00				n.b. ¹⁾	

¹⁾ gegeven is een bovengrens, de exacte waarde dient nader te worden bepaald op basis van de waterstandsvaariatie conform bijlage 3

²⁾ hiervoor zijn geen specifieke waarden gegeven in NBN-EN 1990

Vlaanderen
verbeelding werkt

ARCADIS
Infrastructuur Water Milieu Gebouwen

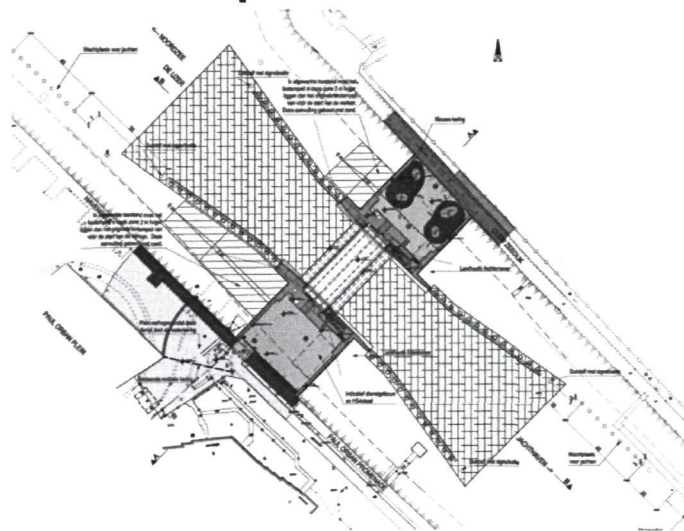
- Ontwerplevensduur 100 jaar
 - Dorpelpoel kering: -4,65 TAW
 - Vallend anker
 - Zinkend schip
 - Aanvaring baggerboot
 - Lekslag
- *Andere*
- Onbeperkte doorvaarhoogte
 - Doorvaarbreedte >35m (ook in bouwfase)
 - Geen beperking scheepvaart
 - Beperkte visuele impact



Vlaanderen
verbeelding werkt



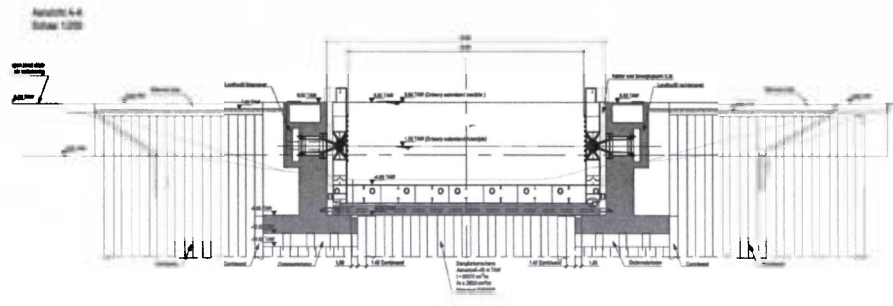
Globaal Ontwerp



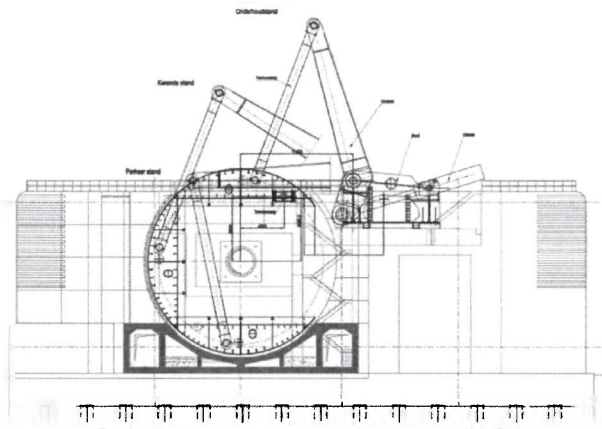
Vlaanderen
verbeelding werkt



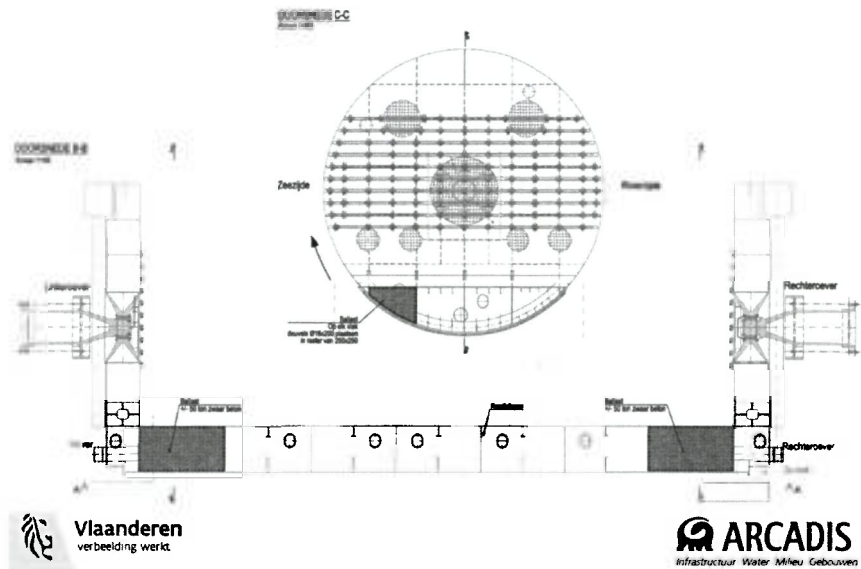
Dwarssnede



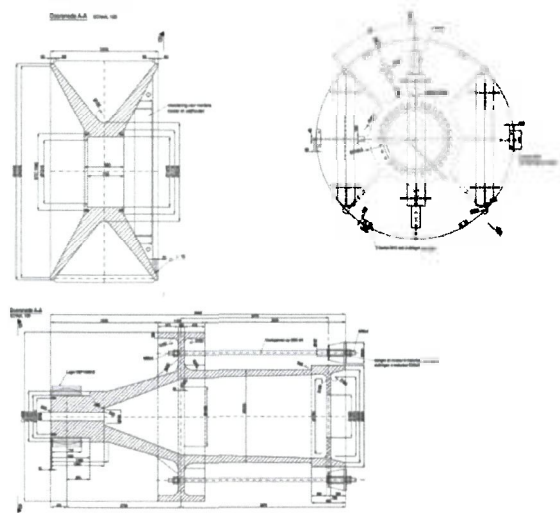
Langssnede

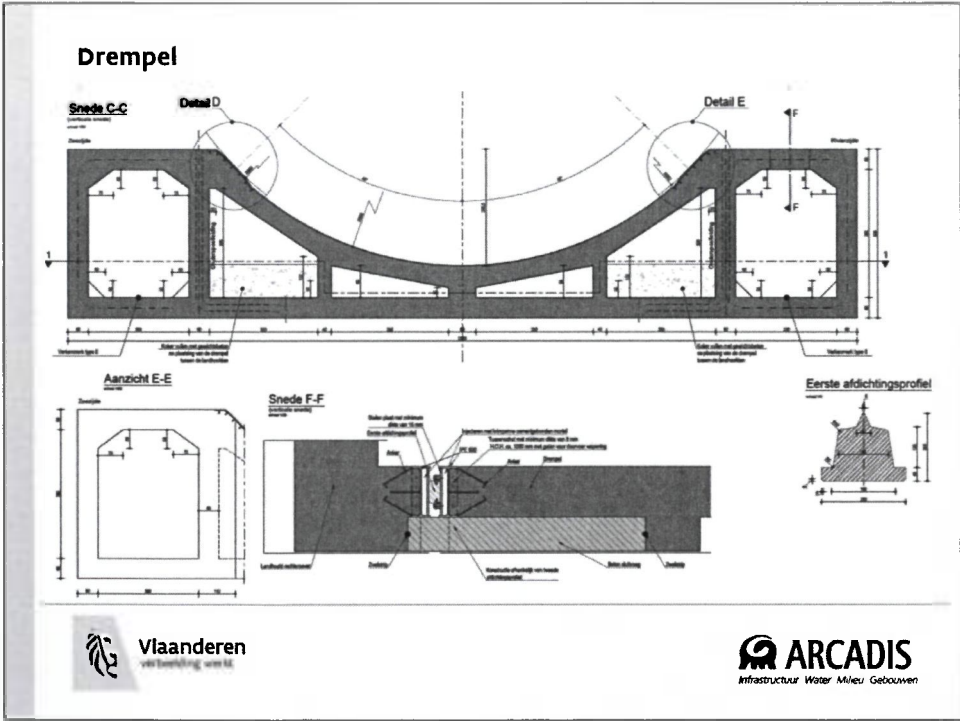
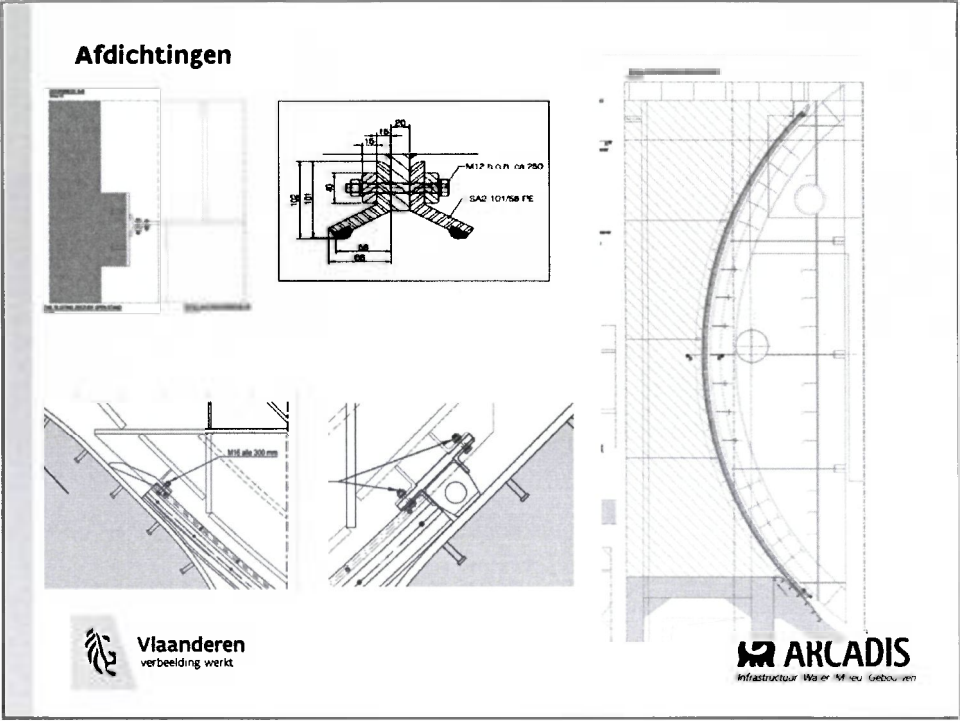


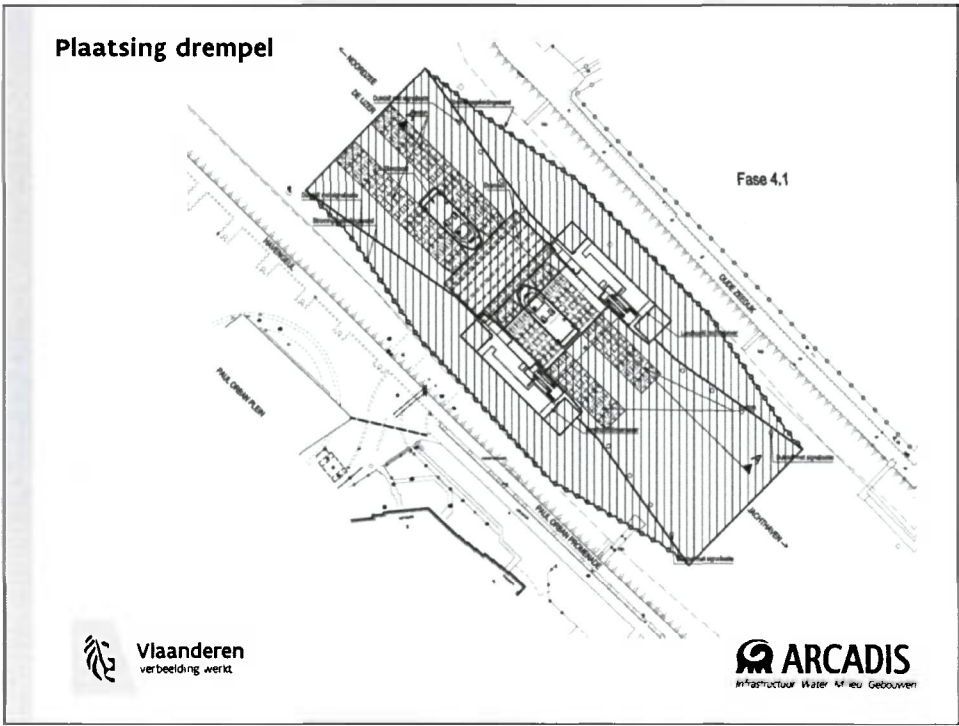
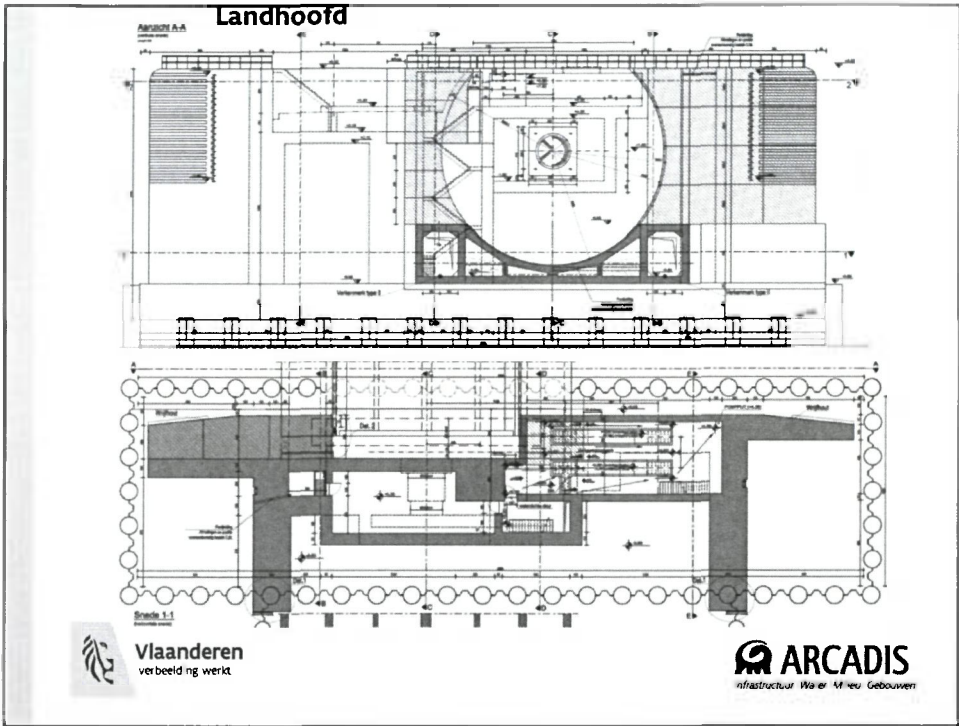
Stalen kering



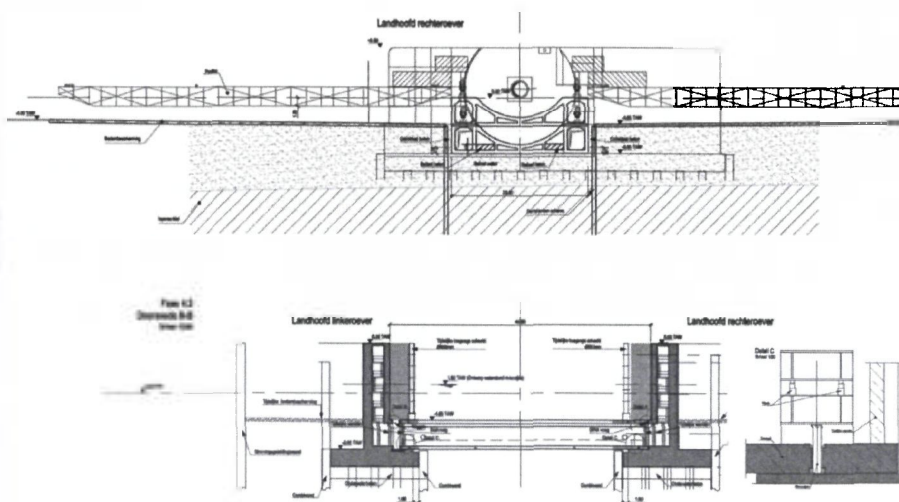
Gietstukken







Plaatsing drempel



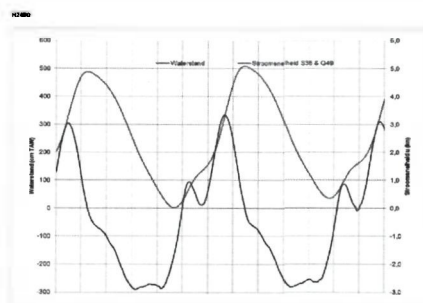
Vlaanderen
verbeelding werkt



Infrastructuur Water Milieu Gebouwen

Stromingen–nautische beperkingen

- 3D stromingsmodel
- Overschrijding 3 knopen in uitzonderlijke omstandigheden, ten zeerste beperkt in grootte en tijdsduur



springtij met een spuidebiet uit het hinterland (met een momentaan gemiddelde van $49\text{m}^3/\text{s}$ en een maximum van $109\text{m}^3/\text{s}$)



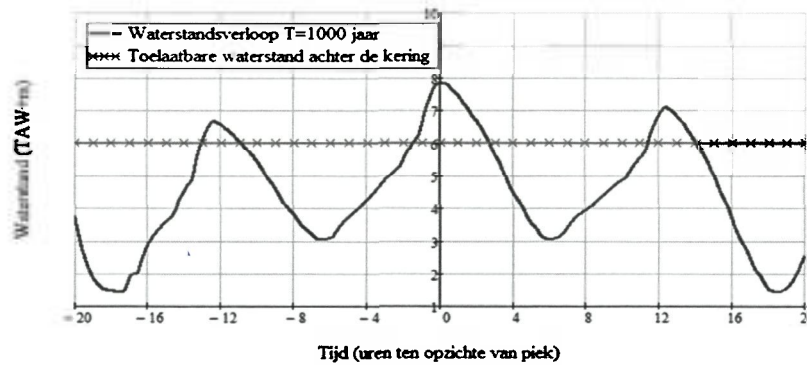
Vlaanderen
verandering, werk



Infrastructuur Water Milieu Gebouwen

Bediening en sluiting

- Voorspelde waterstand $\geq$ TAW +6,0m
- Verwacht 1 maal per 2 jaar; jaarlijkse testsluiting; proefsluiting iedere 2 weken



Vlaanderen
verbeelding werkt

ARCADIS
Infrastructuur Water Milieu Gebouwen

Bediening en sluiting

► Oplossing bieden aan mogelijke nadelige effecten van het sluiten van de stormvloedkering op de waterhuishouding van het hinterland

- Sluiting (bij kentering)
 - × Stromingsmeter zal geplaatst worden ter hoogte van de stormvloedkering die de sluiting zal bepalen
 - × Een maximale tijd na LW zal bepaald worden
 - Defect stromingsmeter
 - Technische beperking
- Openen (tussentijds)
 - × Getijmeters aan beiden zijden van de kering
 - × Verschil in waterstand tussen de IJzer en voorspelde LW voldoende groot

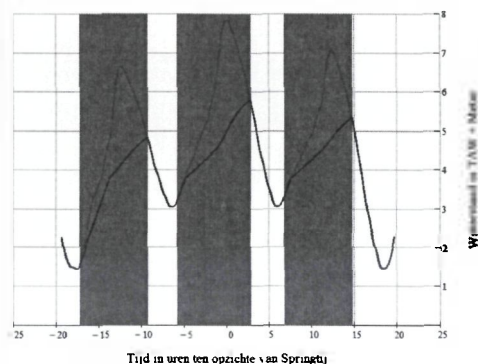


Vlaanderen
verbeelding werkt

ARCADIS
Infrastructuur Water Milieu Gebouwen

Bediening en sluiting

Een voorbeeld

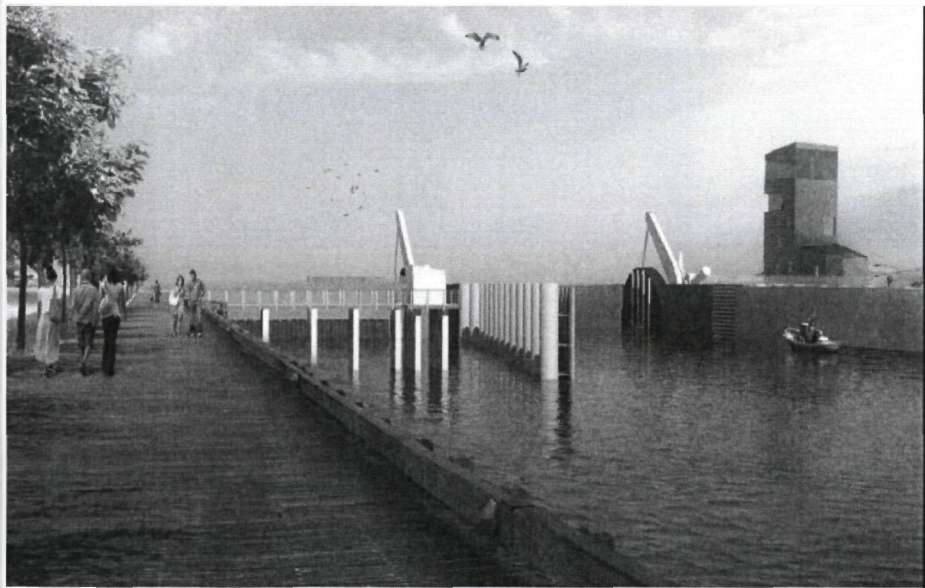


Een vb 1000 jarige storm
110m³/s spuidebiet tot
+3.8mTAW
35m³/s boven +3.8mTAW
Sluiting bij kentering

■ Status Kering (bij rood gesloten)
— Stormopzet open kust
— Waterstand ijzer

Vlaanderen
verbeelding werkt

ARCADIS
Infrastructuur Water Milieu Gebouwen



Vlaanderen
verbeelding werkt

ARCADIS
Infrastructuur Water Milieu Gebouwen

271991

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgernout

BIBLIOTHEEK

Nieuwe Zeesluis Terneuzen en Renovatie Royerssluis

Koen De Winne en Wim De Cock (AMT)

Nieuwe Sluis

Nieuwe Sluis Terneuzen

Een uitdaging voor Nederland en Vlaanderen

Koen De Winne – technisch manager
Vlaams-Nederlands ScheldeCommissie (VNSC)

Huidig sluizencomplex

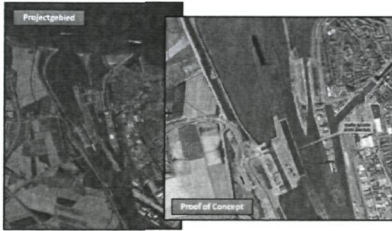
Sluis	Jaar	breedte	diepte
Westsluis	1948	26,5m	12,5m
Middelsluis	1910	11,5m	7,25m
Oostsluis	1948	10,8m	4m

Historisch perspectief

Bouw Westsluis 1947

Middelsluis (foto 1950)

Projectdoelstellingen

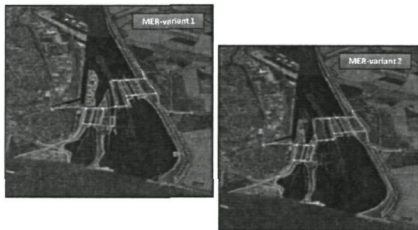


Scalder

Koen De Winne (ie-net studiedag 04.06.2015)

Nieuwe Sluis

Waarom complex?

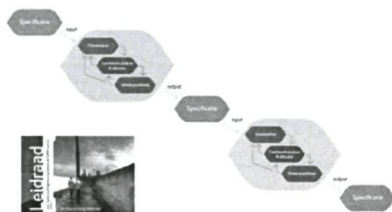


Scalder

Koen De Winne (ie-net studiedag 04.06.2015)

Nieuwe Sluis

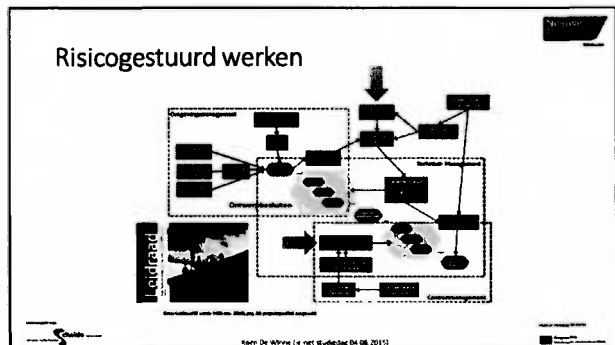
Functionele specificaties

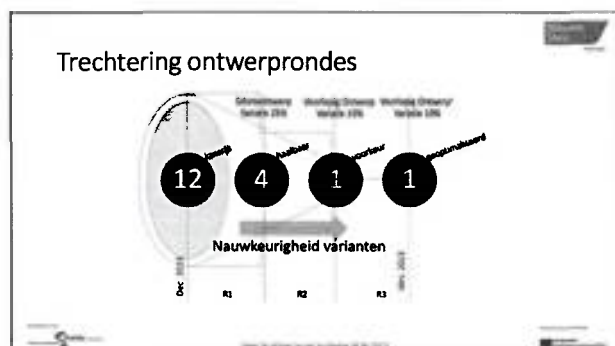


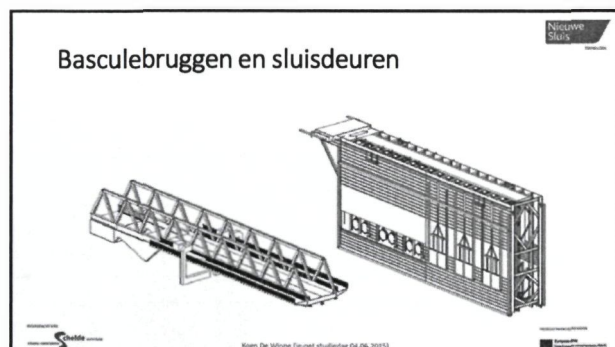
Scalder

Koen De Winne (ie-net studiedag 04.06.2015)

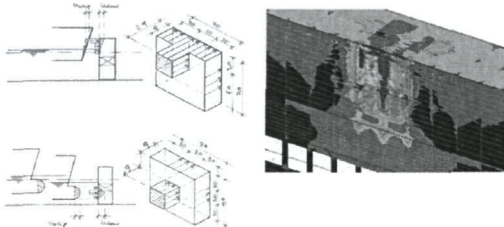
Nieuwe Sluis



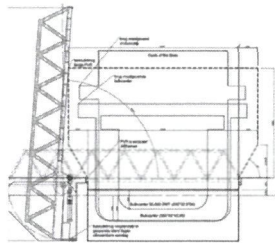




Aanvaarbelastingen



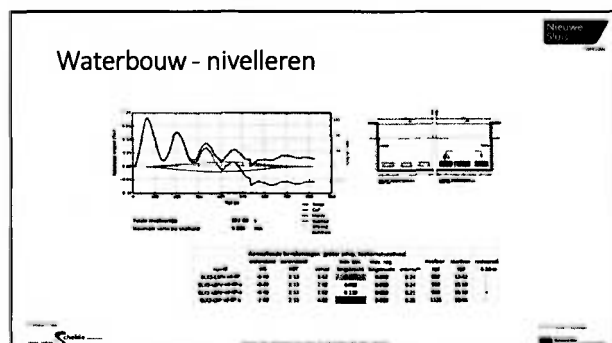
Profiel van vrije ruimte

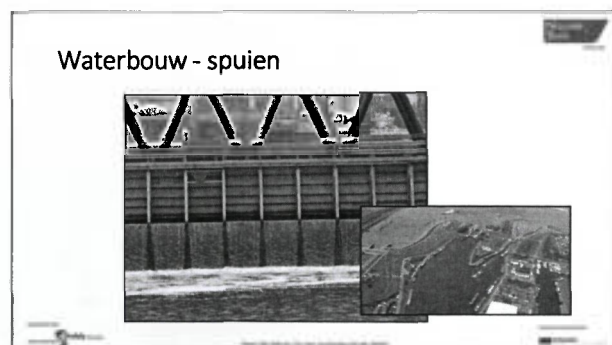


Waarom uitdagend?

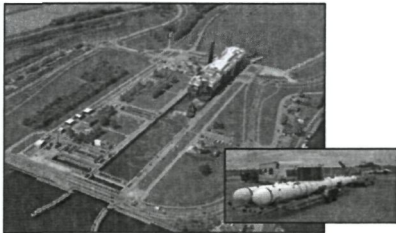








Waterbouw - zoutintrasie



Schelde

Koen De Winne (ie-net studiedag 04.06.2015)

Nieuwe Sluis

Onderhoudsaspecten

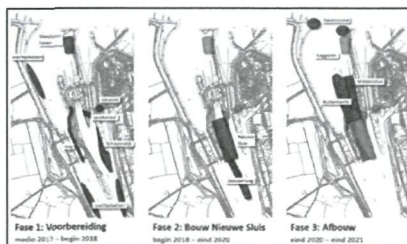


Schelde

Koen De Winne (ie-net studiedag 04.06.2015)

Nieuwe Sluis

Bouwfasering

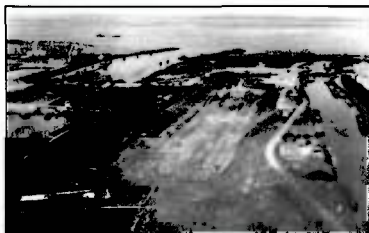


Schelde

Koen De Winne (ie-net studiedag 04.06.2015)

Nieuwe Sluis

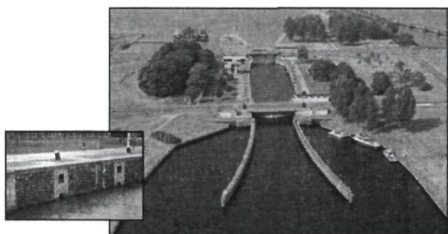
Bouwmethodes



Nieuwe Sluis

Koen De Winne (ie-net studiedag 04.06.2015)

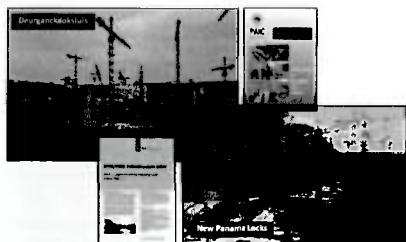
Sloop Middensluis



Nieuwe Sluis

Koen De Winne (ie-net studiedag 04.06.2015)

Best of both worlds



Nieuwe Sluis

Koen De Winne (ie-net studiedag 04.06.2015)

Verdere timing?

2012	Start planuitwerking
2013	Klanteisen en onderzoek
2014	Ontwerp en effecten
2015	Ondertekening Verdrag
2016	Aanbestedingstraject
2017	Start realisatiefase
2021	Nieuwe sluis in gebruik

Mogelijk eindresultaat



Vragen?



271992

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

BIBLIOTHEEK

Best Value Procurement:(R)evolutie in de waterbouw
Wiebe Witteveen (RWS)



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Best Value Procurement

(R)evolutie in de waterbouw?

Wiebe Witteveen



Prestatie-informatie Wiebe

- Betrokken bij de BVP-implementatie van RWS sinds 2008
- Lid NEVI certification Board; A+-gecertificeerd sinds 2013; hoogste score train the trainer examen 2014
- Betrokken in 20 projecten met een totale waarde van 700 mln. Euro: 7 ingenieursdiensten and 12 Design-Construct contracten, 1 prestatiecontract
- > 100 presentaties; gemiddelde klanttevredenheid: 7,8 (van 10)
- Dutch Sourcing Awards 2012 voor Operational Excellence and beste inkoopprestatie van het jaar "Spoedaanpak Wegen"
- 8 papers gepubliceerd over de Best Value aanpak; 19 mei boek "Best Value werkt" verschenen

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



Missie van Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat werkt aan:

- droge voeten
- voldoende en schoon water
- vlot en veilig verkeer over weg en water
- betrouwbare en bruikbare informatie

De drie rollen van Rijkswaterstaat:
netwerkmanager, projectmanager en crisismanager.



Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



Ontwikkeling Nederlandse bouwsector/RWS

- 2002: Parlementaire Enquête Bouwnijverheid
- 2004: 'Markt, tenzij' bij RWS: 80% innovatief aanbesteden
- 2008: EMVI, tenzij en twee standaard contractvormen D&C en DBFM bij RWS
- 2009: Eerste pilot RWS met Best Value Procurement
- 2013: RWS doet 10 BVP-projecten per jaar, in Nederland nu 450+-projecten

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



Ontwikkelingen binnen RWS

- RWS werkt aan haar ondernemingsplan 2015:
 - er is bij RWS de afgelopen 10 jaar reeds veel veranderd:
 - RWS is kleiner, goedkoper en publieksgerichter
 - De markt- en medewerkertevredenheid is flink gestegen.
- Maar
 - we willen de verandering verder doortrekken naar de toekomst.
- Om:
 - Te blijven voldoen aan de hoge verwachtingen van politiek, medeoverheden, gebruikers en marktpartijen.
 - Meer als eenheid en efficiënter te gaan werken.
 - 17,5% te besparen op onze apparaatskosten bij gelijkblijvende productie.



Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



De Werkwijze van Rijkswaterstaat

Contractvormen

- Design & Construct
- Design, Build, Finance, Maintain
- Prestatiecontracten
- Samenwerkingsovereenkomst Ingenieursdiensten

Uitvraag

- Systems Engineering

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



De Werkwijze van Rijkswaterstaat

Selectie en Gunning

- Economisch Meest Voordelige Inschrijving
- Best Value Procurement

Beheersinstrumenten uitvoeringsproces

- Systeemgerichte contractbeheersing
- Prestatiemeten

Lerende organisatie

- Plan, Do, Check, Act

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



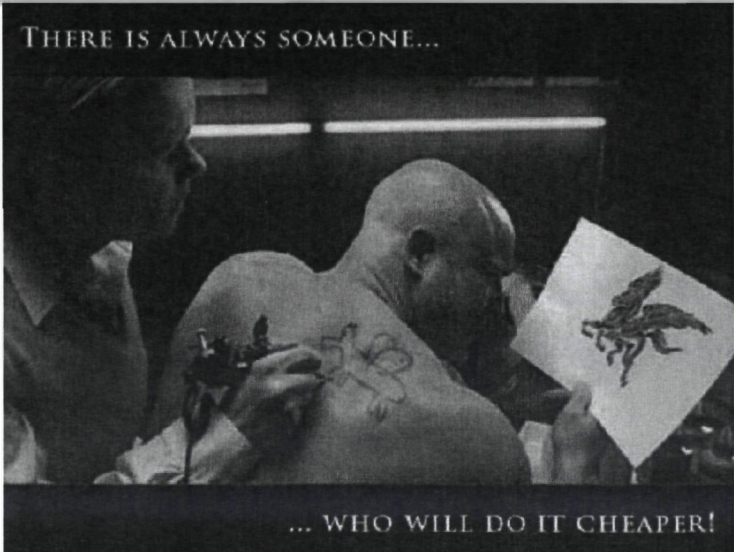
Wat is het probleem?



Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



THERE IS ALWAYS SOMEONE...



... WHO WILL DO IT CHEAPER!

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



Marktstructuur

Prestatie	Hoog III. Onderhandeld bod Minimale concurrentie Klant onderhandelt met leverancier Lange termijn	II. Best Value (leverancier in de lead) Klant gunt op prijs en prestatie/kwaliteit Leverancier gebruikt planning, risicomanagement en kwaliteitssysteem om afwijkingen te monitoren Klant controleert kwaliteitssysteem leverancier Expertise en professionaliteit
	IV. Instabiele markt	I. 'Laagste prijs' (klant in de lead) Verkeerde zijde aan het woord Management, directie, controle Geen transparantie Win-lose Lage winstmarge
Concurrentie		
Laag		

© 2012, Arizona State University, PBSRG

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



Programma

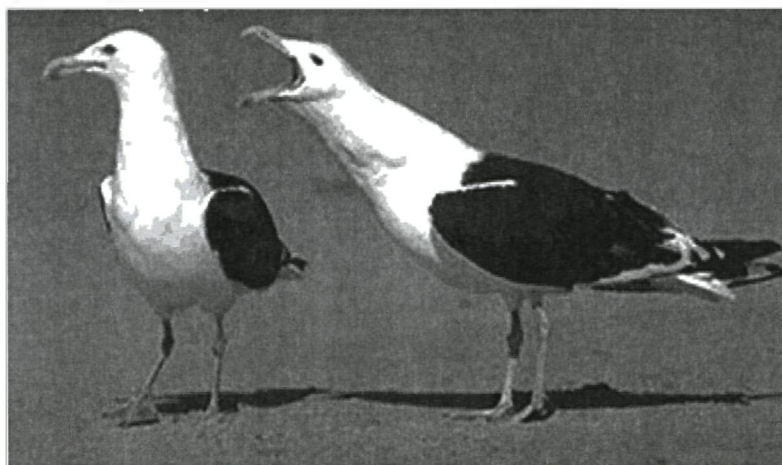
- Wat is het probleem? Waarom doen we Best Value?
- Wat is er nu anders?
- Waar wordt Best Value toegepast?
- Wat is de Best Value aanpak?
- Wat is de onderbouwingsfase?
- Wat betekent Best Value in de uitvoering?

11

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



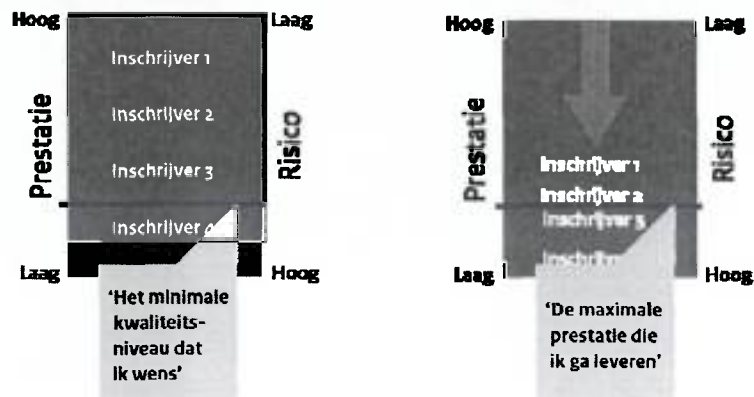
Wat maakt BV nu anders? BV = boerenverstand!



12

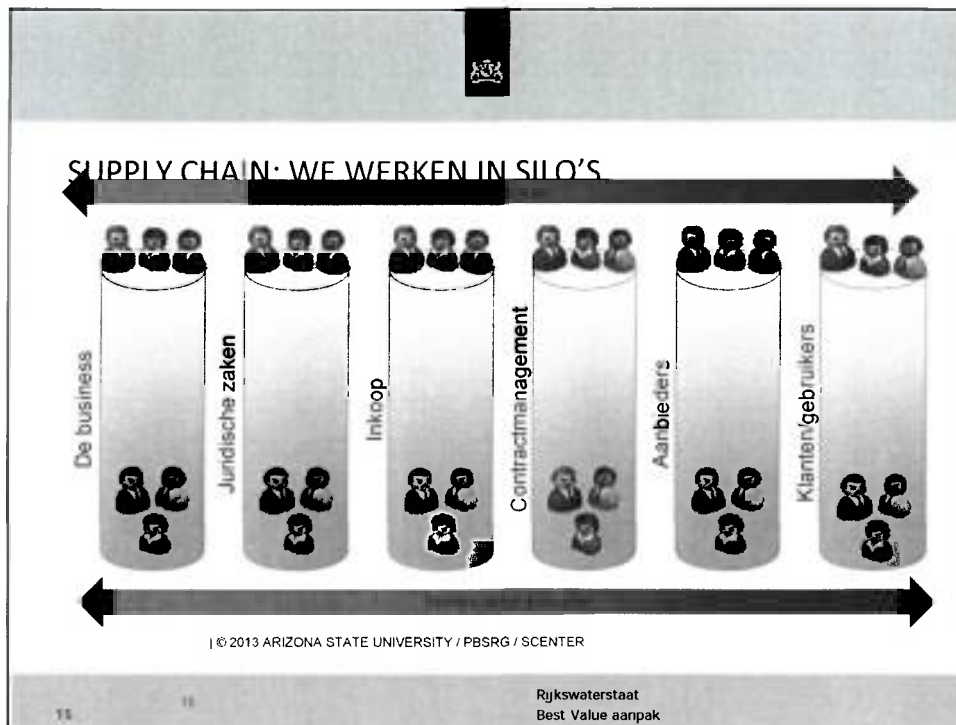
Rijkswaterstaat
Best Value aanpak

Invloed van bepalen minimale standaard



Wat maakt BV nu anders? BV = boerenverstand!

- Loslaten vs. management en controle
- Inkopen van een probleem vs. inkopen scope/WBS
- Contract beheerst risico's vs. controle/juridisch document
- Planning project voor gunning vs. na gunning
- Dominante informatie vs. veel details



Wat maakt BV nu anders? BV = boerenverstand!

- Loslaten vs. management en controle
- Inkopen van een probleem vs. inkopen scope/WBS
- Contract beheerst risico's vs. controle/juridisch document
- Planning project voor gunning vs. na gunning
- Dominante informatie vs. veel details
- Leverancier is expert vs. Leverancier is een "boef"

16 Rijkswaterstaat Best Value aanpak

[terug naar vorige pagina](#)

Expertise in de mode door Best Value Procurement

Aanbestedingen | Laatst gewijzigd 23-07-2013 10:22 | Joost Hulsbos en Anke Rouwette | 



Den Haag - Opdrachtgevers blazen in de media vaak genoeg de loftrumpet over Best Value Procurement. Maar aan de kant van de opdrachtnemers blijft het stil. Blijkbaar is de algemene tendens dat opdrachtgevers een innovatieve projectfilosofie promoten, en opdrachtnemers 'meedoen omdat het moet'.



1/1

Klik om de foto te vergroten

Die oorverdovende stilte willen wij graag verbreken. Onze stelling als Best Value Procurement (BVP) niet bestond, dan zou het moeten worden uitgevonden (en dat hadden we maar wat graag gedaan). De voordelen voor

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



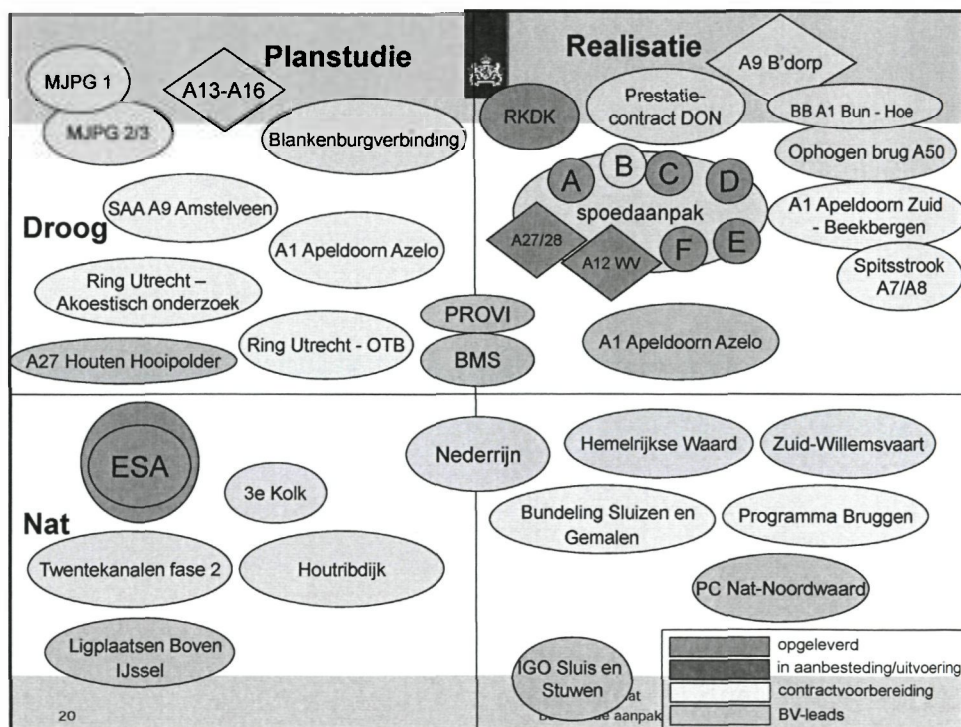
Programma

- Wat is het probleem? Waarom doen we Best Value?
- Wat is er nu anders?
- Waar wordt Best Value toegepast?
- Wat is de Best Value aanpak?
- Wat is de onderbouwingsfase?
- Wat betekent Best Value in de uitvoering?



Strategisch plan RWS

- 2013 - doorzetten projecten: focus op 2 deelmarkten, meten van prestaties;
- 2014 - transitie en continue verbetering, meten van prestaties;
- 2015 - veranker in generieke werkwijze
- In elk geval BVP op de top 15 ingenieursopdrachten tot 2015 (circa 5 per jaar) in te zetten en daarnaast te streven naar 3-5 D&C/UAV-GC contracten per jaar
- In de inkoopafwegingen van ingenieursdiensten > € 1 mln en van D&C/UAV-GC contracten standaard de toepassing van BVP te worden af te laten wegen





Programma

- Wat is het probleem? Waarom doen we Best Value?
- Wat is er nu anders?
- Waar wordt Best Value toegepast?
- Wat is de Best Value aanpak?



De vier fasen van Best Value Procurement





1. De voorbereidingsfase

- Wat zijn de projectdoelen?
- Aanbestedingsdossier
- Planning



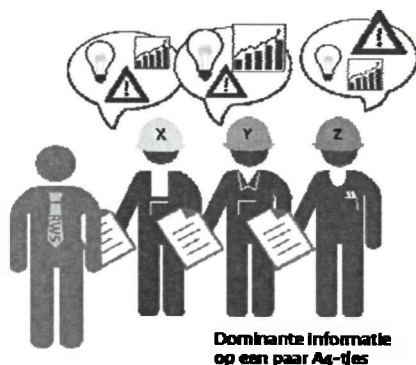
23

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



2. De beoordelingsfase

- Risicodossier
- Kansendossier
- Prestatieonderbouwing
- Interviews



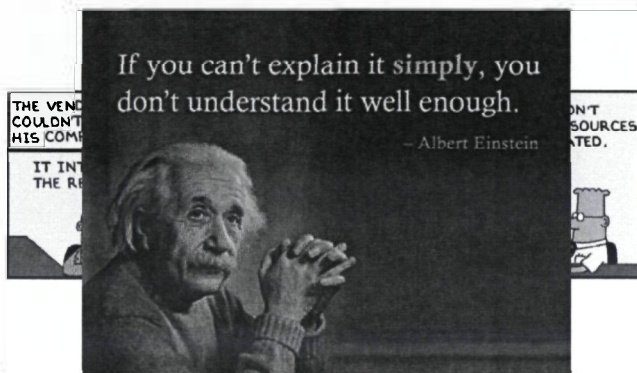
24

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



Dominante informatie

Doel: transparant maken, iedereen begrijpt het, besluitvorming niet nodig en minder communicatie.

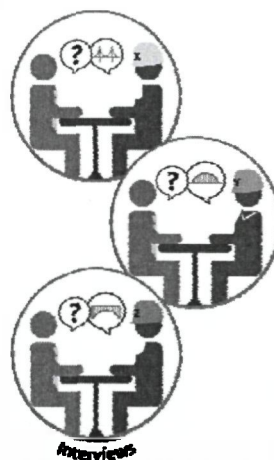


Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



2. Beoordelingsfase: interviews

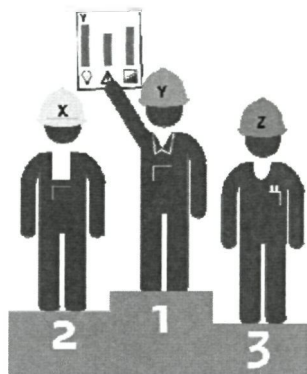
- Twee belangrijkste sleutelfunctionarissen:
 - Projectmanager;
 - Nader in te vullen door projectteam
- Vragenlijst interview op basis van beoordeling kwaliteitsdocumenten
- Het gaat niet om de 'klik' maar over de doorgroting van het project en de inschrijving



Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



Einde beoordelingsfase: beoogd opdrachtnemer



Uitkomst

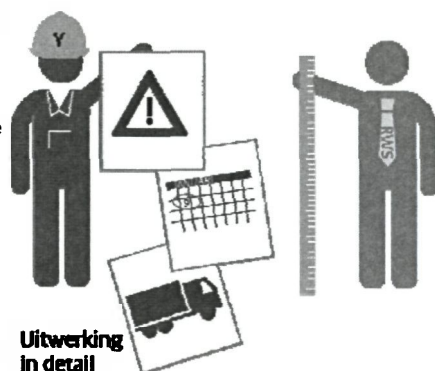
27

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



Doel onderbouwingsfase

- Onderbouwing/verduidelijking van de inschrijving
- Een duidelijk beeld krijgen van de verwachtingen en de wijze waarop de risico's rondom het project worden geminimaliseerd
- Prestatie-indicatoren verder verduidelijken en de meting te operationaliseren
- Komen tot een overeenkomst tussen beoogd opdrachtnemer en opdrachtgever



Uitwerking
in detail

28

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



Hemelrijkse Waard
Opdrachtgever: RWS / NM
Locatie: Lithoijen (gem. Oss)

Projectdoelen:

1. Realiseren zoveel mogelijk ecologische doelen (KRW)
2. Optimaliseren condities natuurontwikkeling (NURG)
3. Vergroten veiligheid (MHW)
4. Realiseren GHO binnen mijlpalen (2015 / 2016) binnen plafondprijs.

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak

Meer info?

PRESTATIE
INKOOP

PRESTATIE
VERKOOP

BEST VALUE
WERKT

www.bestvaluenederland.nl
www.rws.nl/bvp
 2 maandelijkse kennisdelingsbijeenkomst
bvp@rws.nl

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak



Dank voor uw aandacht!

**Managers: When you are tempted
to “control” your people, ask
yourself what context you could set
instead**

*Are you articulate and inspiring
enough about goals and strategies?*

NETFLIX

<http://www.slideshare.net/reed2001/culture-1798664>

31

Rijkswaterstaat
Best Value aanpak

271993

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

BIBLIOTHEEK

**Toepassing van moderne managementtechnieken (BIM en System Engineering)
voor waterbouwkundige werken
Thomas Vandenberg (Besix)**



Studiedag Zee- en waterbouw in en rond Vlaanderen

Ingenieurshuis Antwerpen – 4 juni 2015

BIM en SE

dr. ir. Thomas Vandenbergh



WHY BIM & SE?

Market Evolution

Project phase		Traditional contracts			Integrated contracts		
		'Regie'	Construct only	'Bouwteam'	Design&Build	Turnkey	DBFM(O)
Initiative							
Specifications							
Preliminary design							
Detailed design							
Execution design							
Work preparation							
Execution							
Operate / Maintenance							
Financing							

Market Evolution

- Increased number of (complex) integrated contracts
 - Contracting authorities need new tools to manage projects 'from a distance'
 - Contractors need new tools to manage their extended responsibilities and manage the risks involved



BESIX



Observations

- Net Margin: 2 – 4%
- Cost of failure in construction industry
(Source USP, 2010): 5 – 13 %

PICK YOUR FIGHT!



BESIX



Statement

BIM and **Systems Engineering** are
indispensable tools for both
contracting authorities and contractors
to manage complex, multi-disciplinary and
integrate projects



BESIX

Systems Engineering



BESIX

Definition

Systems engineering is
an interdisciplinary field
of engineering that focuses on how to
design and manage (tools) complex
engineering systems over their life cycles



History

- First used in telecom industry to integrate different systems while guaranteeing availability
- Since 1950 in aerospace and weapon industry
- First used commercially by AT&T (1960) to increase competitiveness
- First professional platform in 1990 (INCOSE)
- In construction industry since 1999 (Netherlands: Pro Rail and RWS)
- Since then standard in Netherlands and used by other contracting authorities worldwide (under different names)



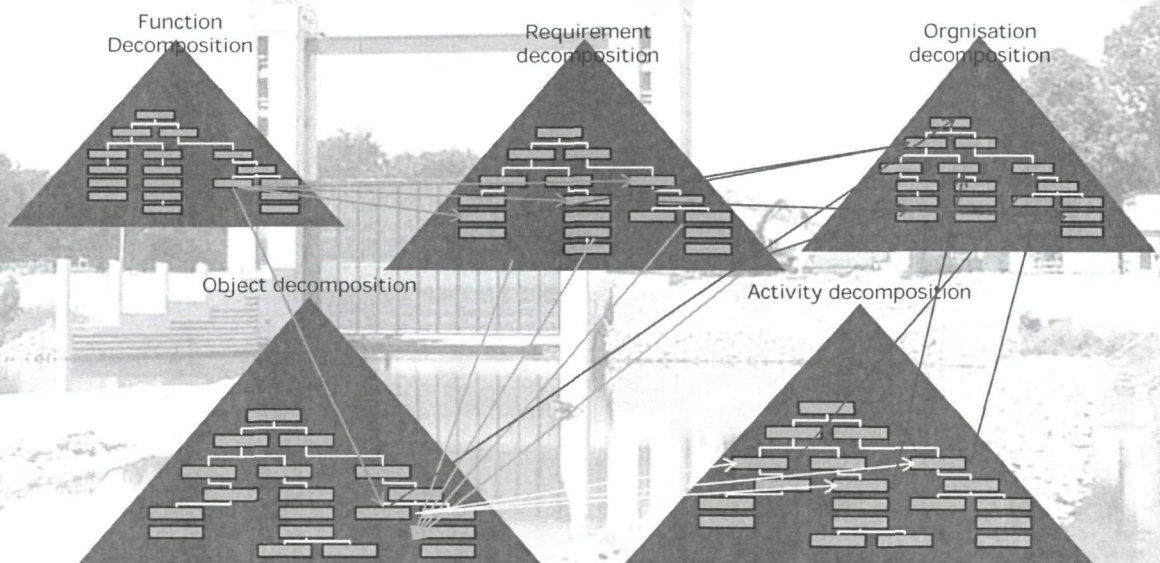
Scope

- SE as defined in ISO 15288 consists of:
 - Technical Part (Requirements, Design, Preparation, Realisation, Verification & Validation, Delivery)
 - Management Part

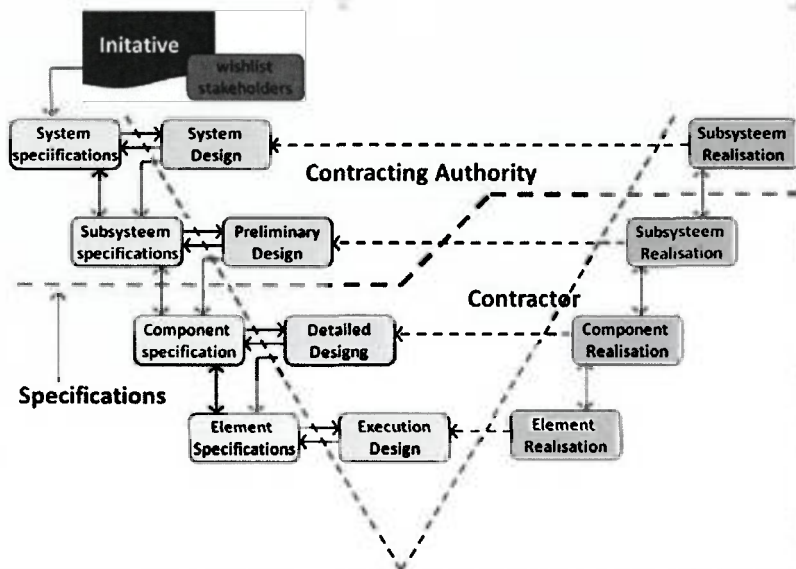
Technical Part

- 3 main principles:
 - Breakdown the project in logical and manageable parts (= structures)
 - Do not lose sight on the relations/interfaces between these structures
 - Organise your project around these structures

Technical Part



Technical Part



Management Part

- SE (as defined in ISO 15288) is an overall management system
- Comparable to ISO 9001 but more elaborated
- In order to be successful both contractors and contracting authorities should apply it



BESIX



Added Value

Volume
(€)

Asphalt
Barriers

Bridges

Tunnels
Movable
bridges

Added Value of
ms Engineer

ISO
9001

SE -
ISO
15288

Coffee cups

Complexity / Risks



BESIX



Some projects

Tunnel A2
Leidsche Rijn

Netherlands





BESIX

Some projects

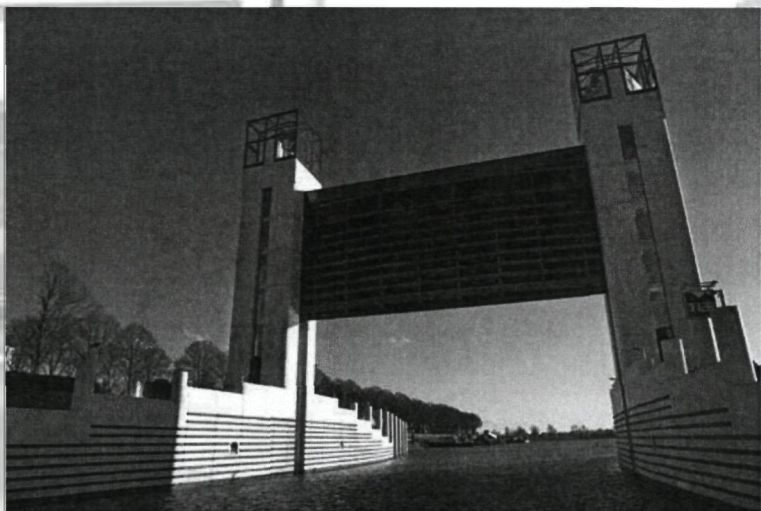
Locks
Maasbracht,
Born & Heel
Netherlands



BESIX

Some projects

Locks Heumen
Netherlands



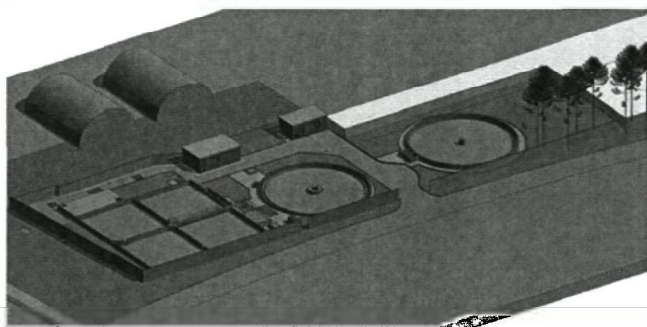


BESIX



Some projects

Water
purification
Putte
Ossedrecht
Netherlands



BESIX



Some projects

Coentunnel
(Immersed)
Netherlands

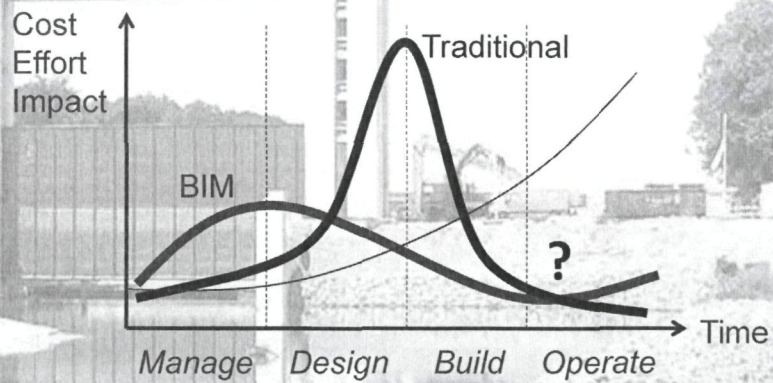




BIM



"Build it digitally before physically"



Making more accurate information and making early decisions

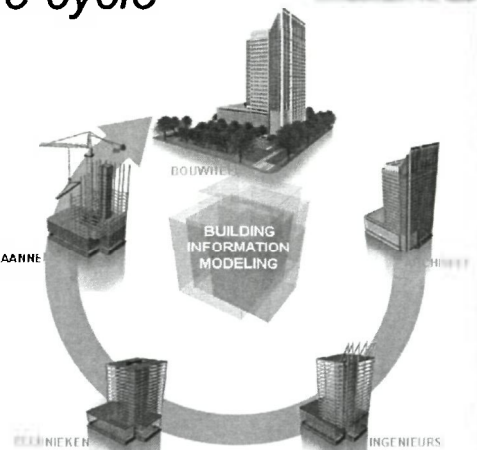


BESIX

Building Information Modelling

"Process of generating and managing building data during its life cycle"

- more than 3D modelling
- central data base



BESIX

Modeling Objects

"Data structure with data fields and methods"

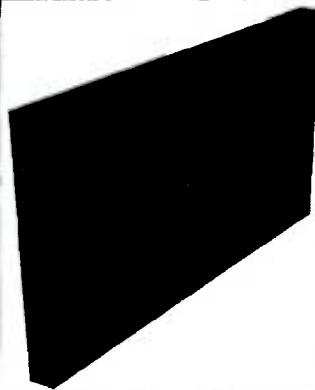
Elements have properties that can be accessed by functions

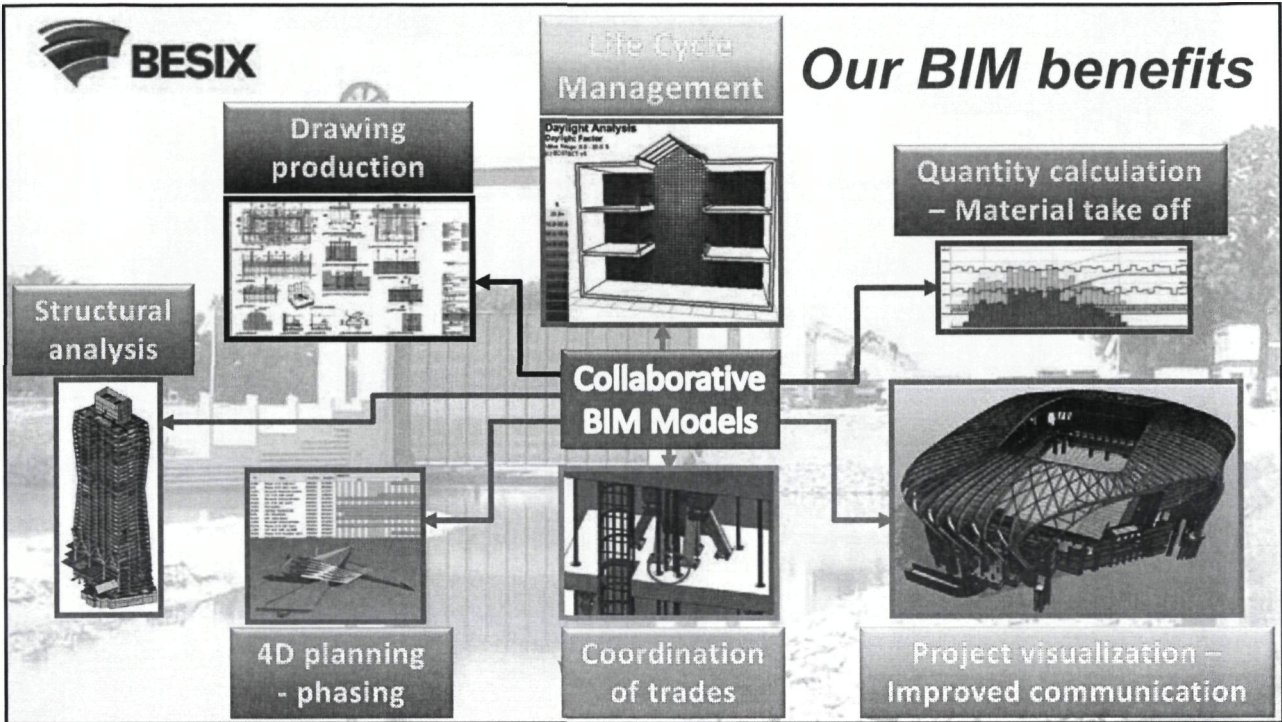
CAD

- geometrical description

BIM

- location line
- bottom/top level
- length
- thickness
- creation phase
- demolition phase
- mark
- comment
- material(s)
- manufacturer
- cost
- ...





BESIX

Project visualization
Simandou (tender)

Jetty in Republic of Guinea

- 3D visualization during engineering
- Animation of construction stages

APPROACH JETTY (1600m)

Legend:

- Approach Jetty (6800m)
- Transfer Platform (9100m²)
- Access Jetty to Service Wharf and Export Wharf (400m)
- Service Wharf (283m)
- Export Wharf (810m)
- Navigation Aids
- Canalway (1000m)

The visualization includes a 3D model of the jetty structure, a map showing the project location, and a list of project components and dimensions.



Project presentation
GIS data from public instances

Project visualization

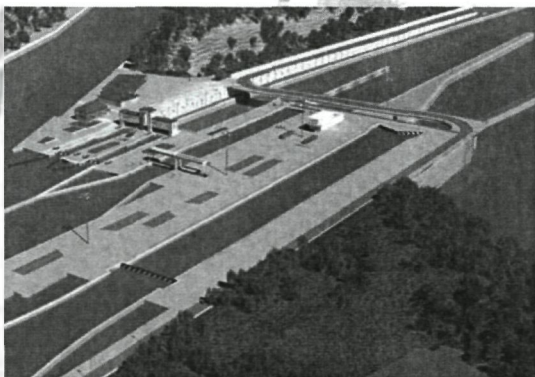
Calais 2015 (tender)



Link construction schedule and BIM model

4D simulations

Lock of Lanaye





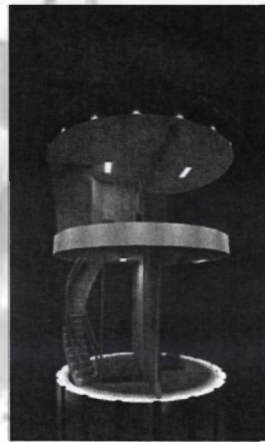
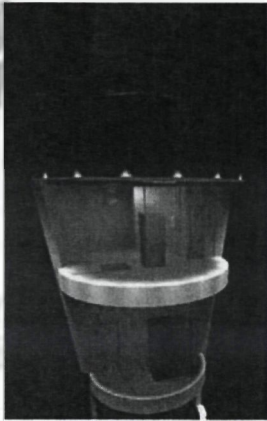
BESIX



Design development

Neeltje Jans

- Trade coordination from conceptual till detailed design
- Preparation of building permit drawings
- Client presentation

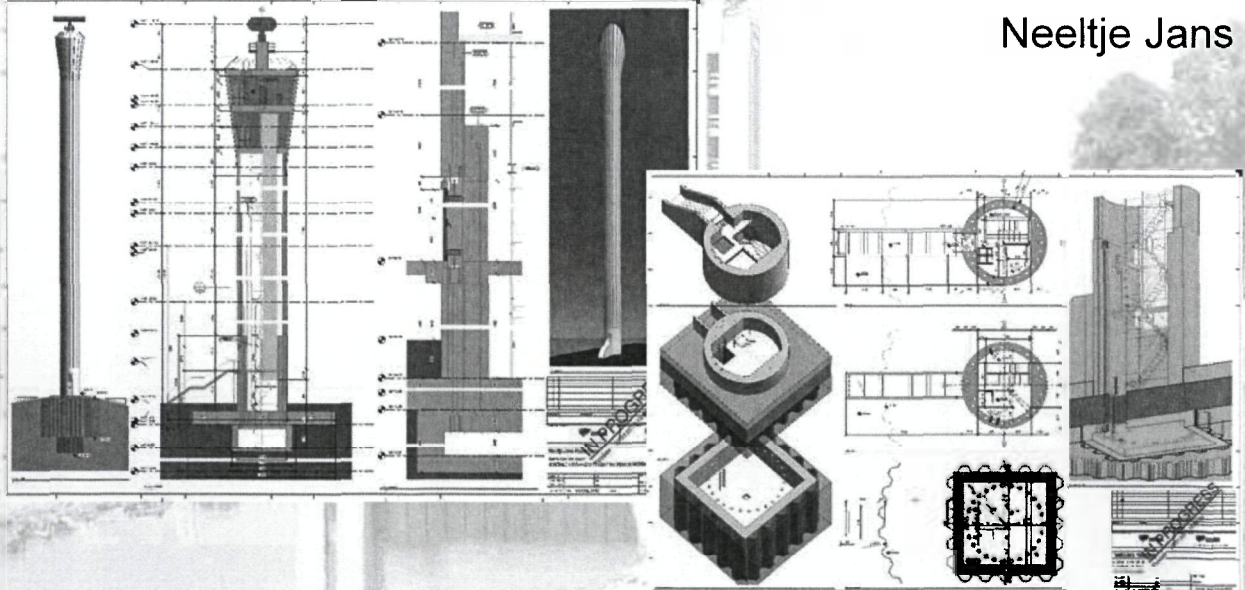


BESIX



Design development

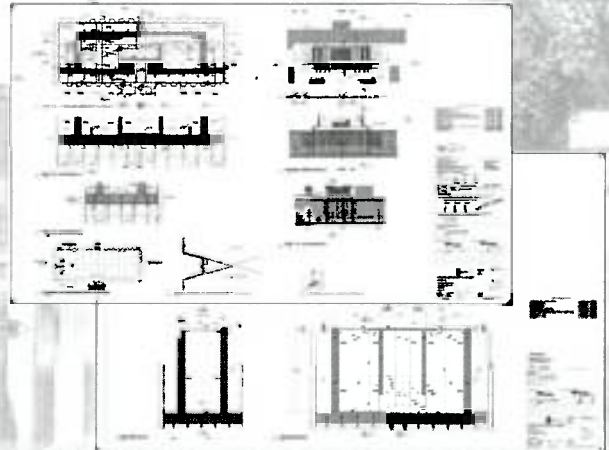
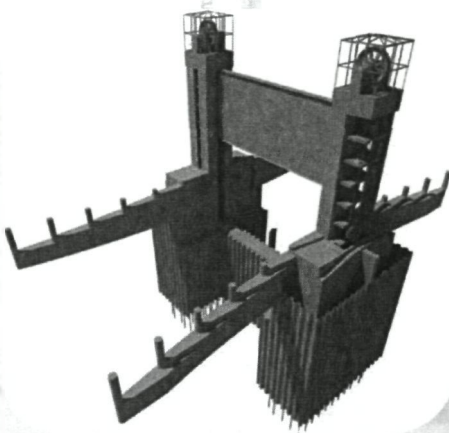
Neeltje Jans





Drawings

Keersluis, Heumen



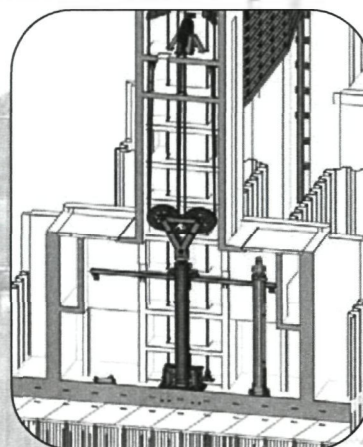
Trade coordination

Keersluis, Heumen

Egemin (Autodesk Inventor)

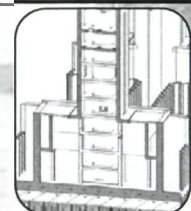


Boorsma (Tekla)



1 hour

BED (Autodesk Revit)





Keersluis, Heumen

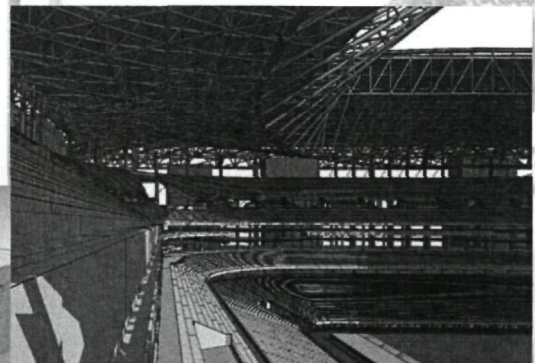
Interference Report Project File B: BIM - Conferences and users meetings 2011
BIM - BIMManagement16012011 KeeshaandJouren local_tvandershghert
Created on: day 1 maart 2011 15:30:30

1	West Walls Bank Wall	100mm	ns	Broomline 11/6/2011	ns	Broomline rev	Generic Models
	265340			PI.AAI 834047	PI.AAI 834047	ns	2182
2	West Walls Bank Wall	100mm	ns	Broomline 11/6/2011	ns	Broomline rev	Generic Models
	265699			PI.AAI 834047	PI.AAI 834047	ns	2182
3	West Walls Bank Wall	100mm	ns	Broomline 11/6/2011	ns	Broomline rev	Generic Models
	265340			PI.AAI 834048	PI.AAI 834048	ns	2189
4	West Walls Bank Wall	100mm	ns	Broomline 11/6/2011	ns	Broomline rev	Generic Models
	265699			PI.AAI 834048	PI.AAI 834048	ns	2189
5	West Walls Bank Wall	100mm	ns	Broomline 11/6/2011	ns	Broomline rev	Generic Models
	265340			PI.AAI 834736	PI.AAI 834736	ns	2210
6	West Walls Bank Wall	100mm	ns	Broomline 11/6/2011	ns	Broomline rev	Generic Models
	265699			PI.AAI 832733	PI.AAI 832733	ns	2223
	ns	ns	ns	Broomline 11/6/2011	ns	Broomline rev	Column User
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	2214



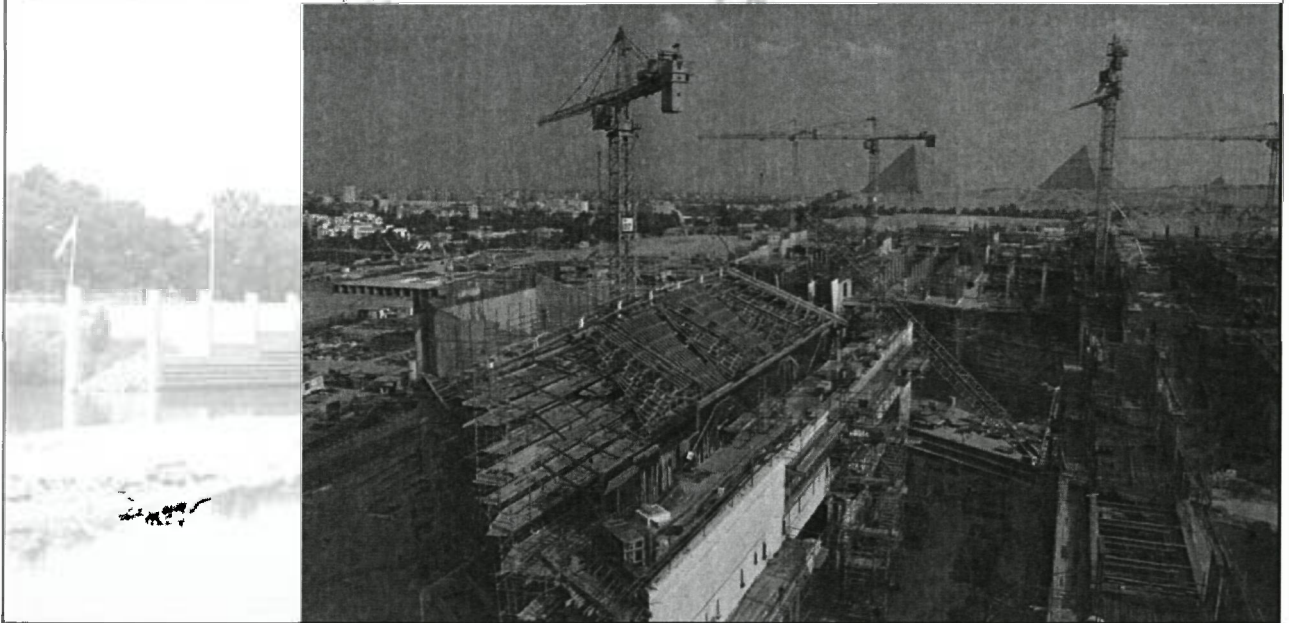
Grand Stade FFR

Type de plantation	Avril 2014 (n°/ha)	Juin 2014 (n°/ha)
Pleue (L)	1 800	1 780
Porteau (m²) x 10	1 500	1 100
Poutres (m³) x 10	2 000	1 900
Dalle CSP (m³) x 100	300	177
DAP (m²) x 100	1 200	1 400
Métal (T)	1 300	1 200



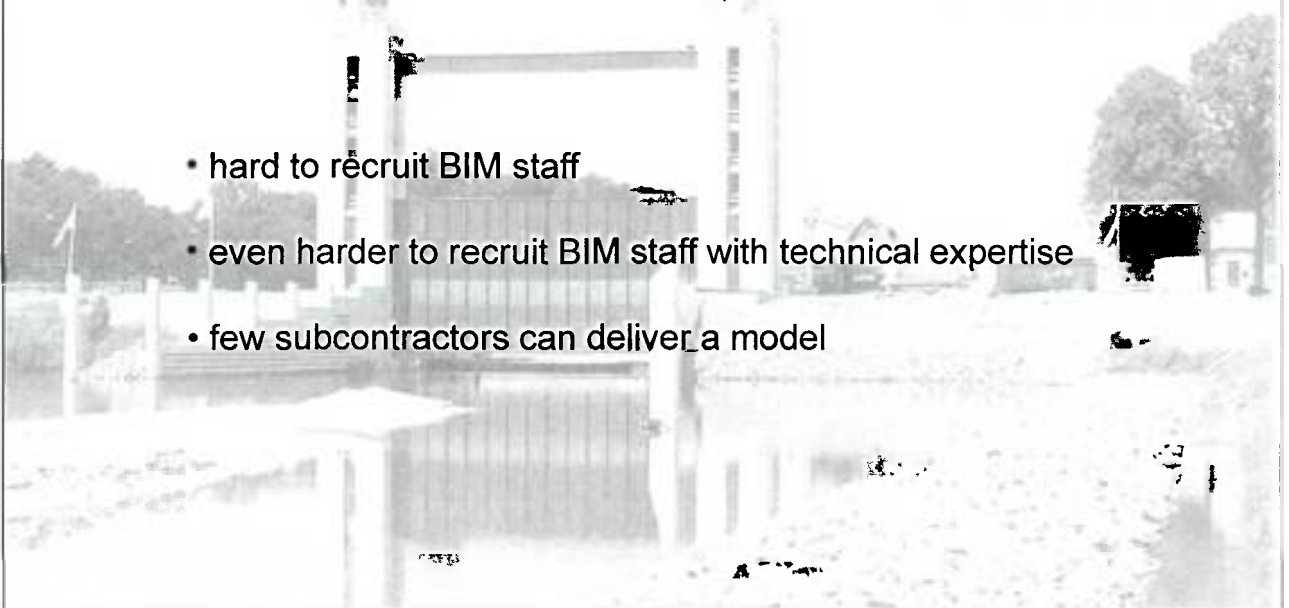


Challenges and difficulties



Difficulties

- hard to recruit BIM staff
- even harder to recruit BIM staff with technical expertise
- few subcontractors can deliver a model



Difficulties

- collaboration with rest of 'traditional CAD' technical office
 - BIM helps for highlighting clashes but does not solve them!*
 - Coordination should be reviewed in models and not on drawings*
 - Share information*
- software limits: file size, number of shop drawings, complex geometries...
- open standards are not (yet) perfectly reliable
 - BIM is easy to blame!

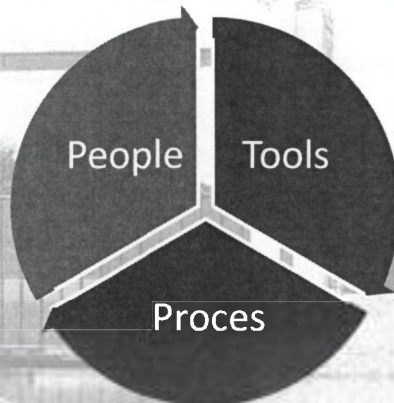
Future challenges

- Link with structural analysis
 - geometrical model vs. analytical model
- Bill of quantities
- Planning resources and cost (5D)
- BIM on site & Tablets (code bars...)
- Scan to BIM

Implementation difficulties

- How to share/receive models? Legal liability...
- Change in practice: construction knowledge earlier in the project
- Earlier involvement of subcontractors e.g. MEP
 - First 3 to 6 months often in 2D since MEP, façade... come later in the contract

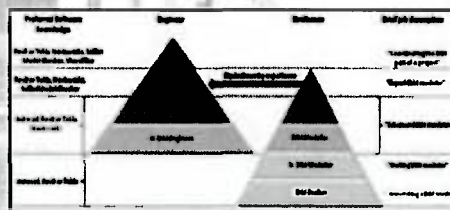
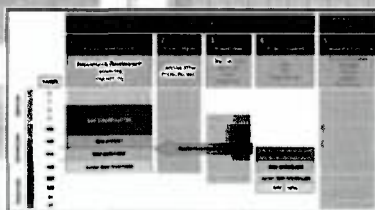
Attention points during BIM implementation



Do not only focus on software and hardware

People

- Clear career path
- Permanent training at every level
- Train on 'real' projects and not on school examples
- Stimulate self learning
- Do not hesitate to train entire supply chain





- Project BIM protocol/deployment plan is essential
Contractual/financial part is often forgotten
- Analyse before you optimize Understand your environment and adapt BIM to it Tailor made BIM!
- Implement in steps
2D → 3D → 4D → 5D
design dpt → tender dpt → planning dpt → construction site
- Define BIM metrics – KPIs
mandays/drawing, m² modelled/manday, cost per clash, coordination cost...



Added value of BIM for integrated project types

- shift in risk allocation → virtual construction
- improved project control for client
- facilitates asset management during post construction phases (FM – O&M) for all stakeholders
- enhances design verification (link with SE)



BESIX



Latest Developments

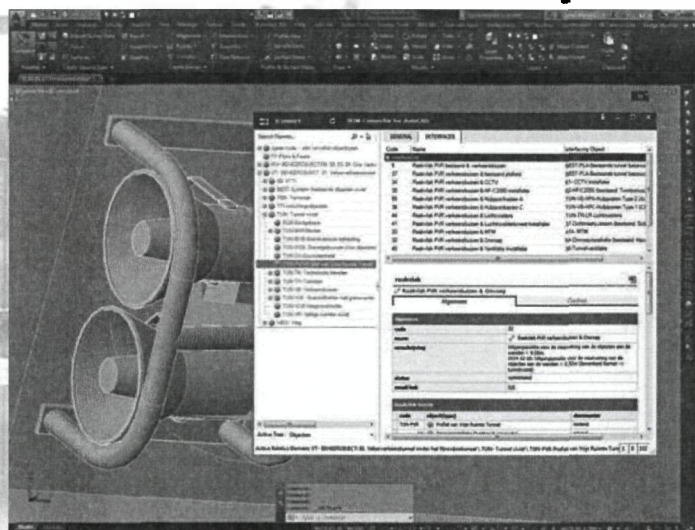
- BESIX has developed a ICT tool to support its SE processes
- This tool is now applied on all integrated and complex projects
- BIM and SE are integrated in one single tool



BESIX



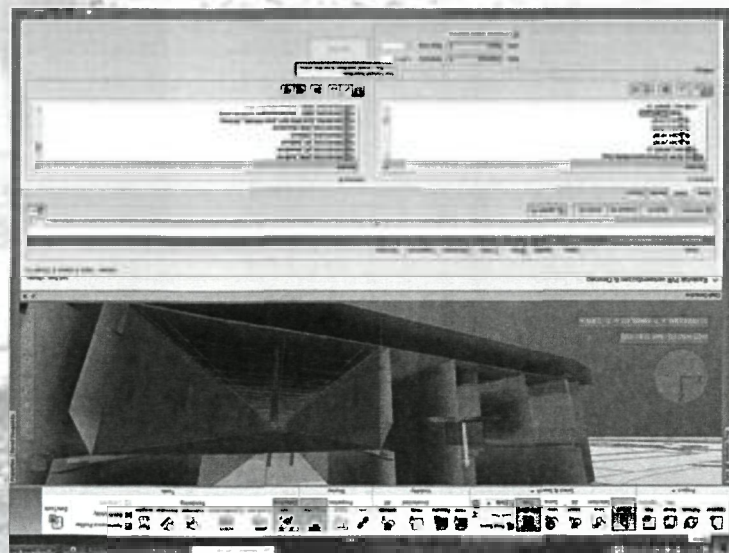
Latest Developments



Concluding Remarks



Latest Developments





BESIX

Concluding Remarks

- BIM and SE are indispensable tools for both contracting authorities and contractors for integrated and complex projects.
- BIM and SE should remain a mean not a goal
- We are convinced they are necessary to reduce cost of failure in construction business



BESIX

Now it's your turn!



SHOOT FIRST
Ask Questions Later

271994

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

BIBLIOTHEEK

**Het WECwakes project: groepsgedrag van golfenergieconvectoren en effect als
kustverdedigingsmiddel**
Peter Troch (UGent)



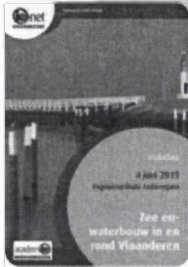
FACULTY OF ENGINEERING AND
ARCHITECTURE

**an overview of
the WECwakes project**

**PHYSICAL MODELING OF AN ARRAY
OF 25 WAVE ENERGY CONVERTERS**

Peter TROCH

Department of Civil Engineering
Ghent University, Belgium






FACULTY OF ENGINEERING AND
ARCHITECTURE



Peter Troch, Vicky Stratigaki, Ghent University, Belgium
Jens Peter Kofoed, Aalborg University, Denmark
Aurélien Babarit, Ecole Centrale de Nantes, France
Michel Benoit, EDF, France
Tim Stallard, University of Manchester, UK
David Forehand, The University of Edinburgh, UK
Matt Folley, Björn Elsaßer Queen's University, Belfast, UK
J. Kirkegaard, S. Carstensen DHI, Denmark









Department of Civil Engineering, Ghent University



introducing the problem

■ wave energy

- rising contribution to renewable energy supply
- Wave Energy Converters "WECs" under development

■ a farm of WECS

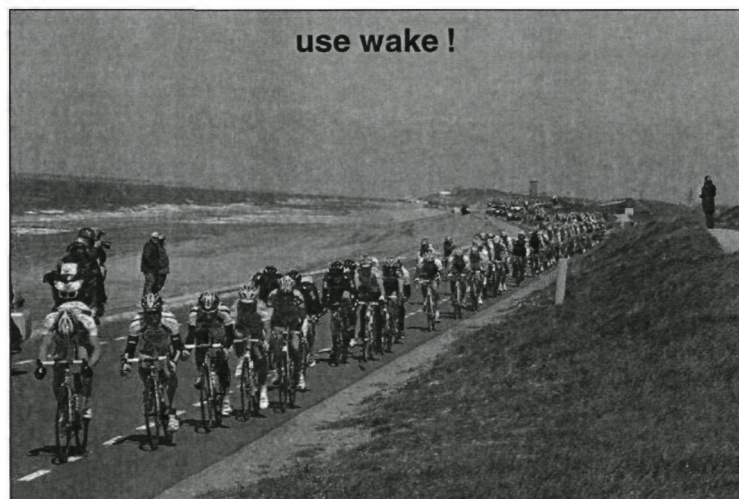
- power production of a single WEC is limited
- arrangement of several WECs in a geometric configuration
- power production of a farm of WECs depends on optimisation of farm lay-out

■ study of wake effects behind

- a single WEC
- multiple WECs in a farm



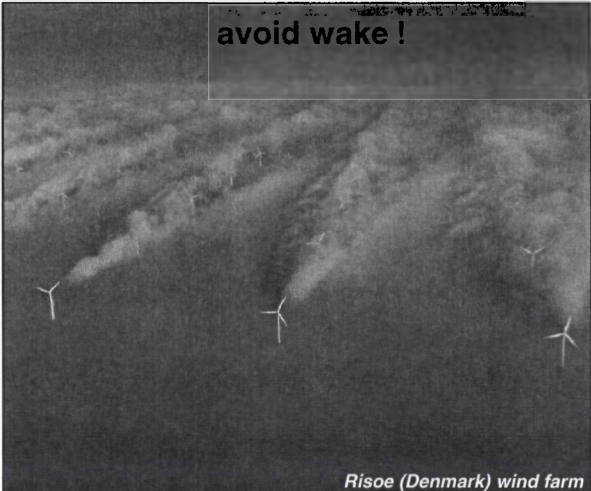
a wake based lay-out seen from another perspective ...



fwo 

**a wake based lay-out
seen from another perspective ...**

avoid wake !



Risoe (Denmark) wind farm

 Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 5

Introduction Objectives Experiments **Conclusions** fwo 

overview

1. Introduction and problem statement
2. Research objectives and methodology
3. Main experiment results and deliverables
4. Conclusions

 Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 6



Introduction
Objective
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

harvesting energy from sea waves: Wave Energy Converters (WECs)

- The energy from waves can be captured and converted into electricity by wave energy converter (WEC) devices
- Classification:
 - Conversion technology
 - Floating/anchored/integrated in coastal structures



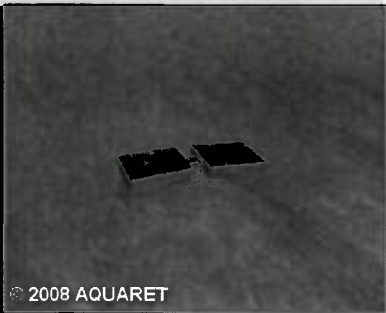

Department of Civil Engineering, Ghent University
ie-net, Antwerp, 4 June 2015
7

Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

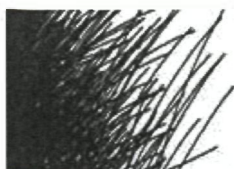
examples of WEC types: how do they work?

Attenuator:

- floating device operating parallel to the wave direction, riding the waves
- captures energy from the relative motion of its parts as waves pass them


Department of Civil Engineering, Ghent University
ie-net, Antwerp, 4 June 2015
8

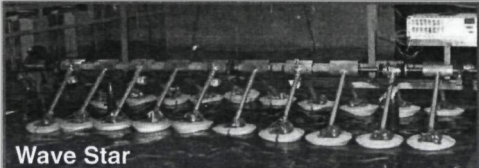


Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

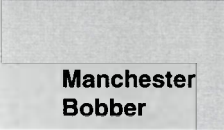
examples of WEC types: how do they work?

Point absorber:

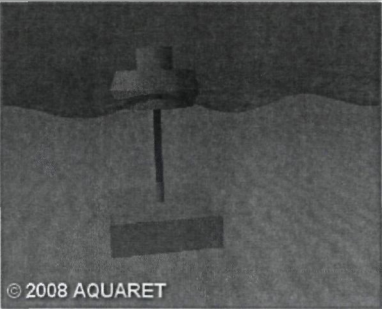
- floating device absorbing energy from all directions through its motions.
- converts motion of the buoyant top relative to the base, into electrical power



Wave Star



Manchester Bobber



© 2008 AQUARET


Department of Civil Engineering, Ghent University
ie-net, Antwerp, 4 June 2015
9

Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

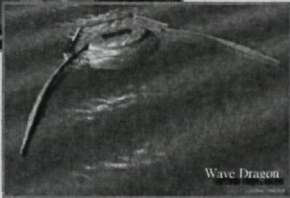
examples of WEC types: how do they work?

Overtopping/Terminator device:

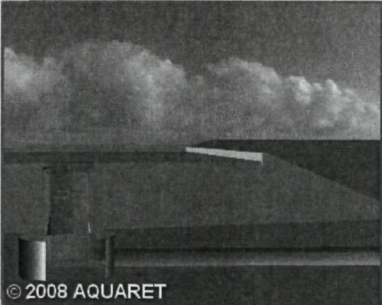
- captures overtopping water volume into a storage reservoir
- water returns to the sea passing through a conventional low-head turbine which generates power



SSG Seawave Slot Converter



Wave Dragon



© 2008 AQUARET


Department of Civil Engineering, Ghent University
ie-net, Antwerp, 4 June 2015
10

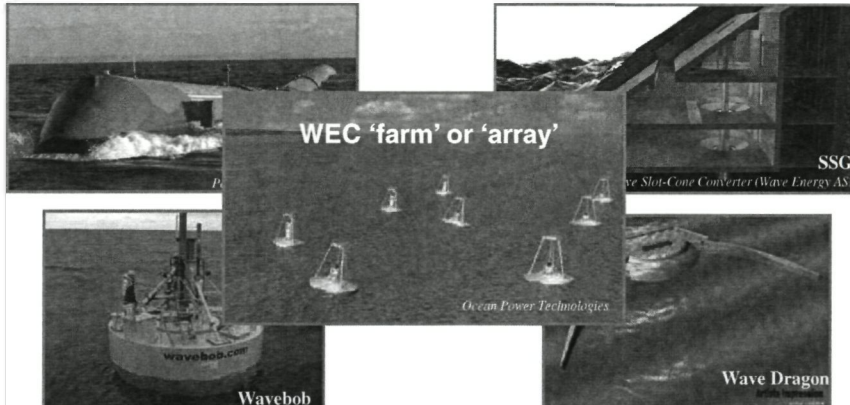


Introduction Objectives Experiments Conclusions **fwo** **hydraulab**

about Wave Energy Converter farms

Capture energy from waves and convert it into electricity
several concepts; 2 types of devices

oscillating principle overtopping principle



WEC 'farm' or 'array'

Wavebob

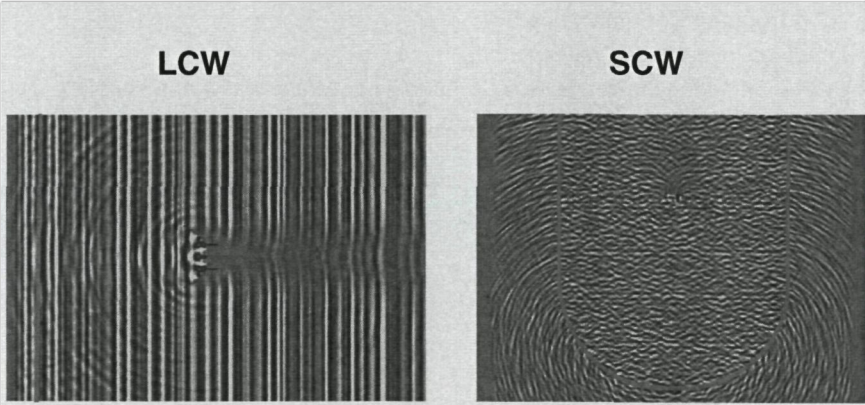
SSG

Wave Dragon

Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 11

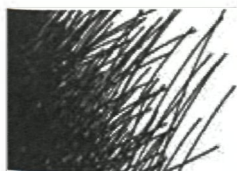
Introduction Objectives Experiments Conclusions

MILDwave simulation result



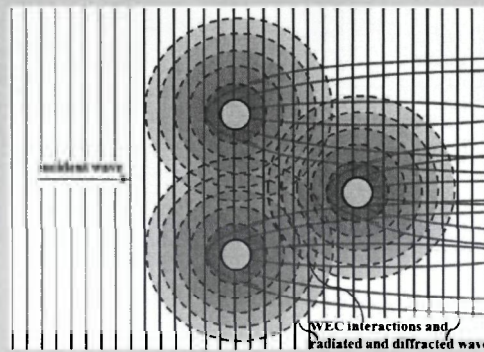
LCW SCW

Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 12



WEC array effects!

INTRA-ARRAY INTERACTIONS between the WECs within an array:
power production (P) smaller or larger than expected



Influenced by:
the WEC array lay-out, WEC spacing, number of the WECs, wave conditions

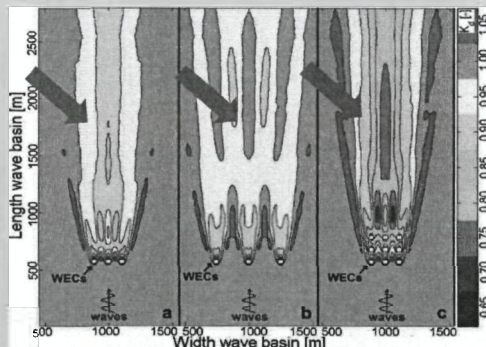


WEC array effects!

EXTRA-ARRAY EFFECTS: wave height attenuation due to wave energy extraction

They may influence:

- other activities in the sea or (marine energy) projects
 - coastal eco-systems
 - coastline morphology
 - or even the coastal defence conditions and parameters
- possible environmental impact!



Extra-array effects predicted using MILDwave

Influenced by:
the WEC array lay-out, WEC spacing, number of the WECs, wave conditions



Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

necessity for experiments with large WEC arrays

Numerical modelling (e.g. MILDwave, WAMIT) ✓

Experimental research with one or two WECs ✓

Experimental research with large WEC farms ✗

HYDRALAB IV
WEC array experiments "WECwakes"
Large scale wave basin DHI, Denmark

Department of Civil Engineering, Ghent University
ie-net, Antwerp, 4 June 2015
15

Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

objectives of large scale experiments

(1) Understanding of the WEC array effects by:

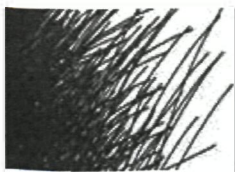
- investigate the **intra-array interactions** between WECs of a farm
- measure extents and impact of **extra-array effects** behind the wave farm
- quantify the **effect on wave power absorption** by:
 - (i) changing the **spacing** between the WECs in a farm,
 - (ii) changing the **number** of the WECs in a farm and
 - (iii) modifying the farm **geometrical layout**

(2) compare data with results from the established point absorber theory

(3) provide experimental data for validation of numerical models:

- (i) i.e. **phase resolving** models (e.g. MILDwave, ARTEMIS),
- (ii) **phase averaging** models (e.g. SWAN, TOMAWAC) and
- (iii) Boundary Element Methods based on **potential flow** (e.g. Aquaplus, WAMIT)

Department of Civil Engineering, Ghent University
ie-net, Antwerp, 4 June 2015
16



Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

a set of 25 WEC units

REQUIREMENTS:

- no new WEC concept
- appropriate for numerical treatment
- robust and simple to use in basin
- point absorber with a **simple** generic geometry and 1 DOF motion (**heave only**)
- **low cost** for construction and reproduction in large numbers
- easy **repositioning** within an array and easy to **operate**
- **measurable** buoy response and energy extraction

Department of Civil Engineering, Ghent University
ie-net, Antwerp, 4 June 2015
17

Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

illustrations of the WEC model and its PTO-system

Department of Civil Engineering, Ghent University
ie-net, Antwerp, 4 June 2015
18

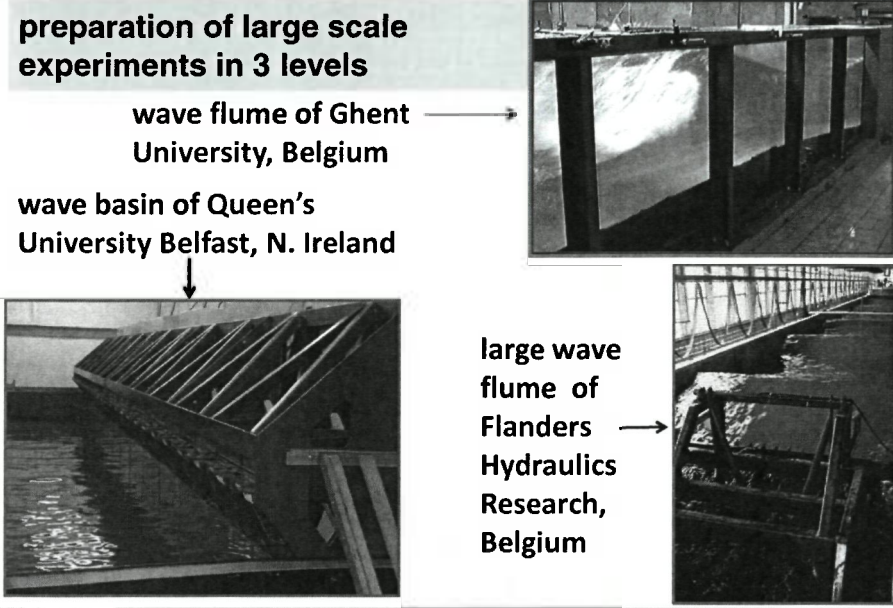
Introduction Objectives Experiments Conclusions fwo hydralab

preparation of large scale experiments in 3 levels

→ wave flume of Ghent University, Belgium

↓ wave basin of Queen's University Belfast, N. Ireland

large wave flume of Flanders Hydraulics Research, Belgium →

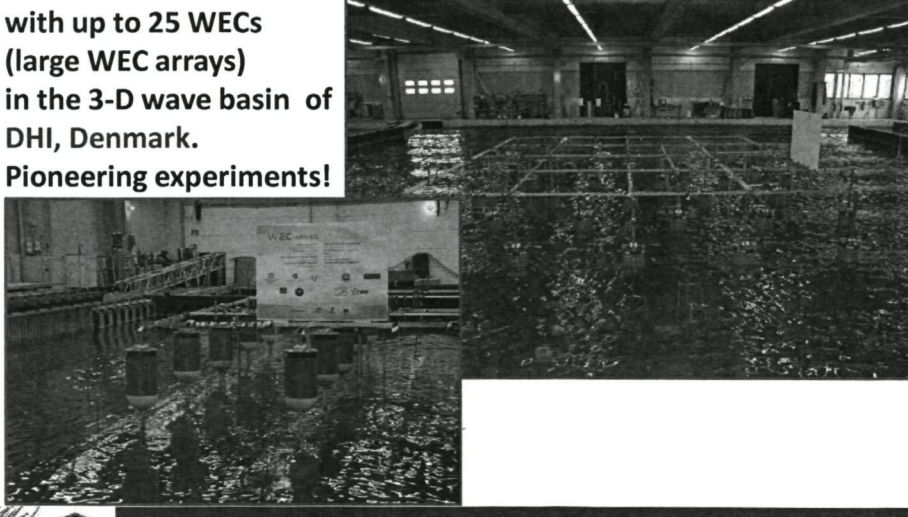


Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 19

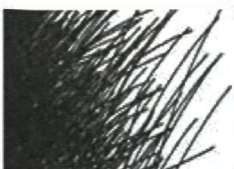
Introduction Objectives Experiments Conclusions fwo hydralab

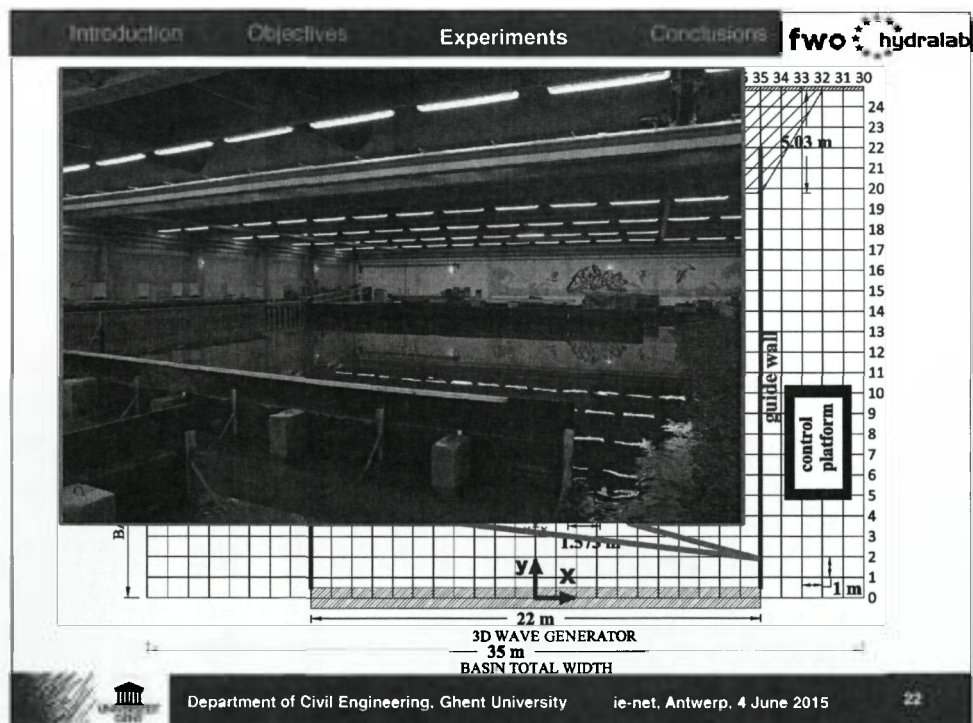
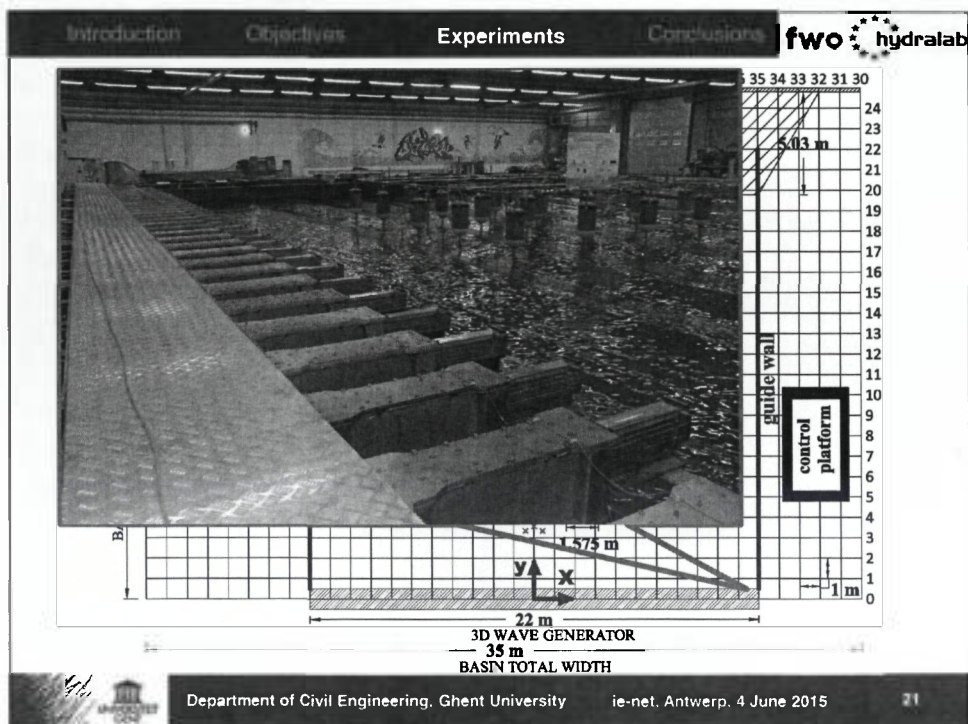
'WECwakes' experiments - HYDRALAB IV

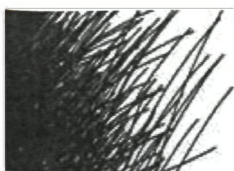
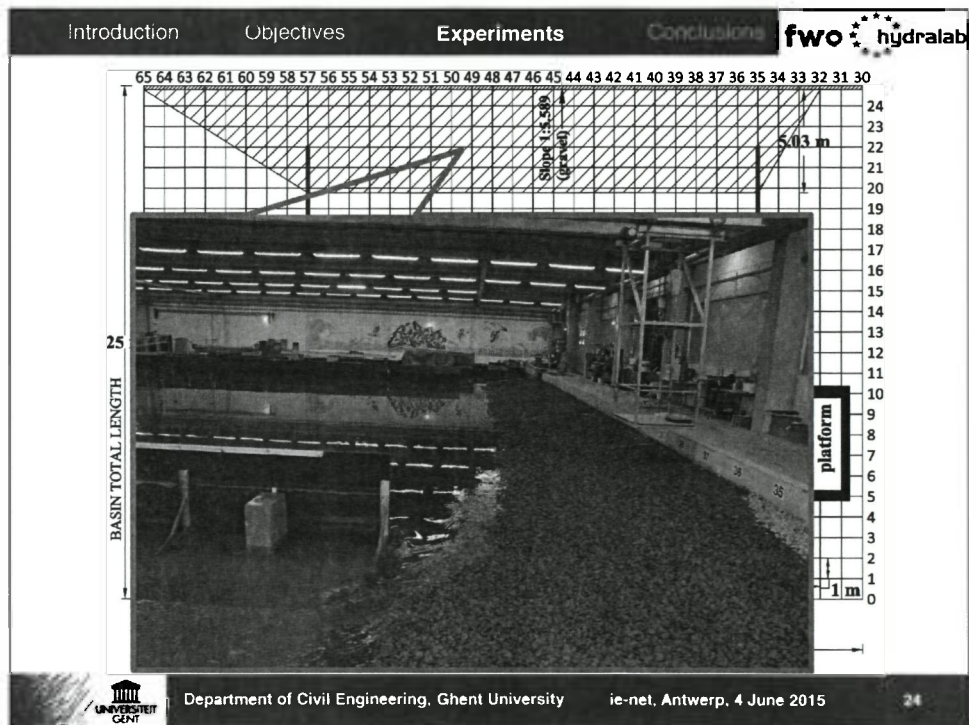
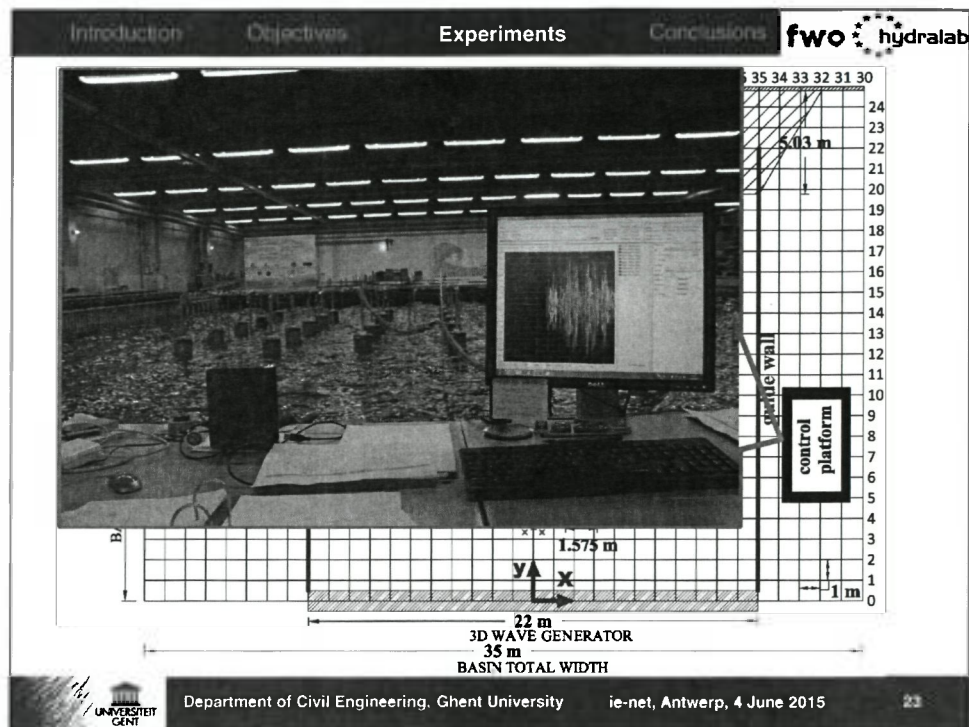
with up to 25 WECs (large WEC arrays) in the 3-D wave basin of DHI, Denmark. Pioneering experiments!



Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 20







Introduction Objectives Experiments Conclusions fwo hydalab

65 64 63 62 61 60 59 58 57 56 55 54 53 52 51 50 49 48 47 46 45 44 43 42 41 40 39 38 37 36 35 34 33 32 31 30

3D WAVE GENERATOR
35 m
BASIN TOTAL WIDTH

Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 25

Introduction Objectives Experiments Conclusions fwo hydalab

instrumentation: force on buoy F_{surge} , vertical displacement of the buoy, surface elevations

Simultaneous measurements of time series

Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 26



overview of the database and test parameters

water depth d is constant at 0.70 m

parameter	range
wave period, $T = T_p$ [s]	0.87 - 1.51
wave height, $H(Hm0)$ [m]	0.018 - 0.104
Inter-WEC distance ($D=0.315$ m) [m]	5D, 10D (pairs: up to 20D)
WEC number within a configuration [-]	0 - 25
WEC motion	free decay, fixed, damped response, free response
PTO: spring compression, dx [mm]	0, 50.5, 45.5, 40.5, 35.5, 30.5, 20.5, 10.5
wave type [-]	regular, irregular long- & short-crested
angle of incident waves [°]	0, 10, 20
short-crestedness, s_{max} [-]	0, 10, 75



a unique database

Configuration	Layout sketch	Configuration	Layout sketch
Waves (no WECs)	N/A	10-WEC column	
Individual WEC		5x5-WEC aligned	
2-WEC column		5x5 WEC staggered	
2-WEC row		3x3-WEC aligned 10D	
5-WEC column		3x3-WEC aligned 5D	
5-WEC row		13-WEC staggered	

➤ Simultaneous measurements of: WEC response, forces on WECs, wave field.

➤ Wide range of parameter variations
→ large number of combinations
→ hundreds of tests:

- array lay-out,
- WEC motion,
- wave conditions
- wave types

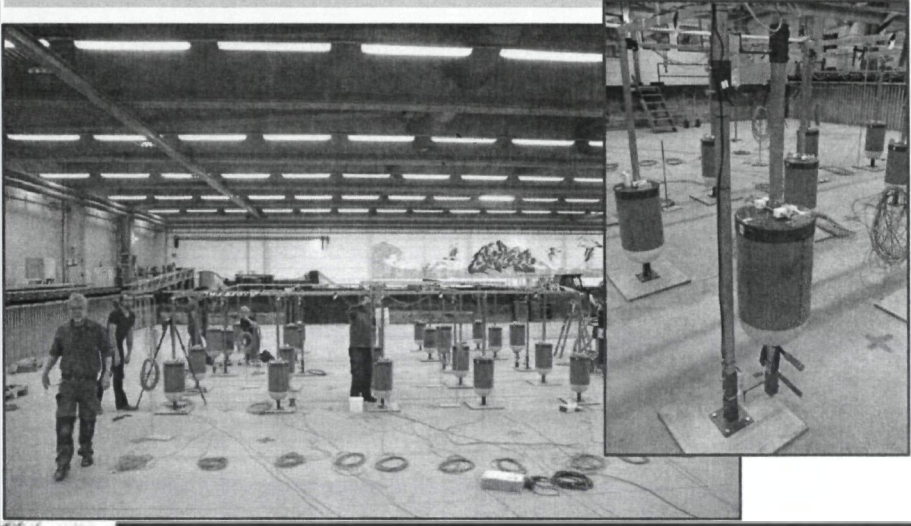
➤ Database applicability:

- WEC arrays,
- floating structures/platforms,
- stationary cylinders,
- wind turbine monopiles...



Introduction Objectives Experiments Conclusions fwo hydalab

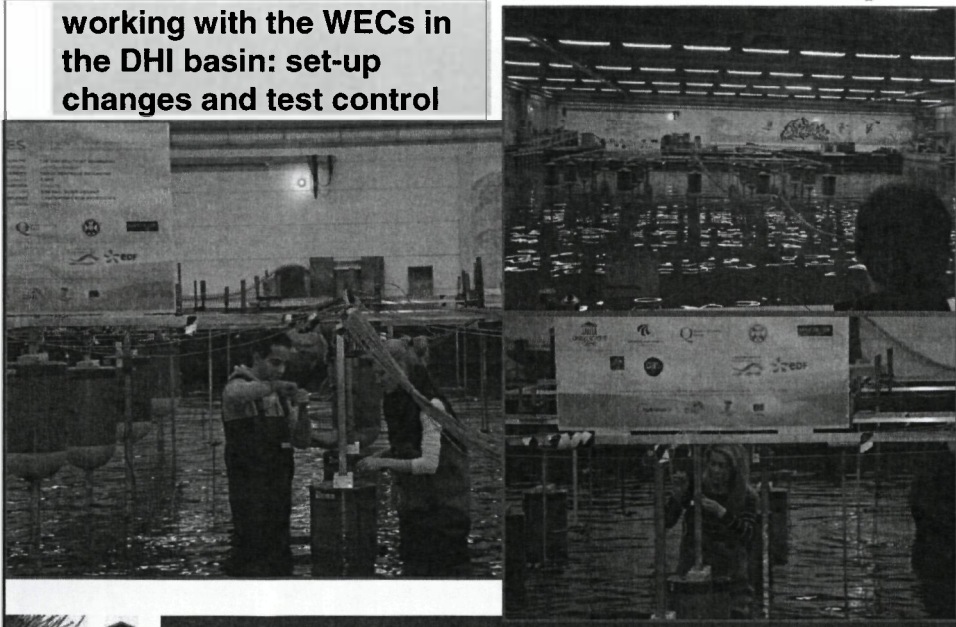
setting up the WECs in the DHI wave basin



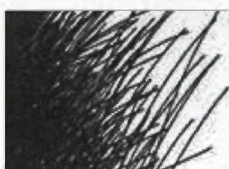
UNIVERSITEIT GENT Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 29

Introduction Objectives Experiments Conclusions fwo hydalab

working with the WECs in the DHI basin: set-up changes and test control



UNIVERSITEIT GENT Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 30



Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

Department of Civil Engineering, Ghent University
ie-net, Antwerp, 4 June 2015
31

Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

data analysis of WEC array experiments

effect of intra-array interactions
on the array overall power absorption

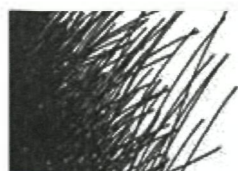
$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{i,tot}}{N \cdot P_{0,tot}}$$

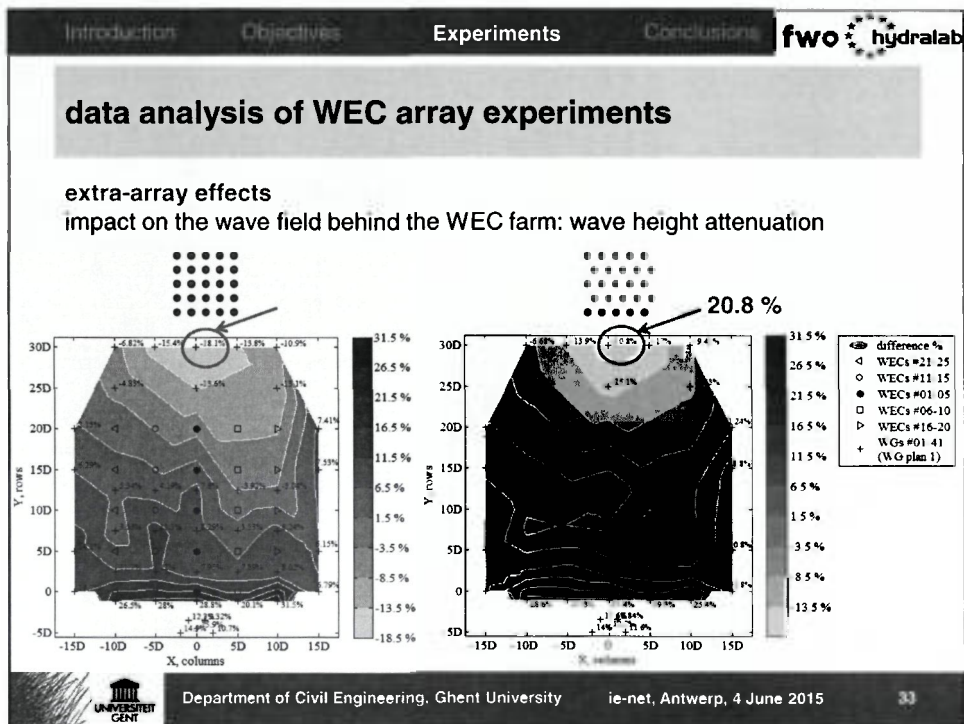
$$\bar{q} > 1.0$$

$$\bar{q} < 1.0$$

wave type	5x5-WEC aligned array	5x5-WEC staggered array	3x3-WEC aligned 5D array	3x3-WEC aligned 10D array
long-crested irregular waves	constructive by 3 %	constructive by 16 %	destructive by 20 %	highly constructive by 68.4 %
$\bar{q}$ interaction factor	1.03	1.16	0.80	1.68

Department of Civil Engineering, Ghent University
ie-net, Antwerp, 4 June 2015
32





Introduction Objectives Experiments Conclusions fwo hydraLab

Department of Civil Engineering

Home - Research units - Coastal Engineering, Bridges and Roads - News and Events - News bulletin - Wave energy research by Ghent University in Danish educational video

Wave energy research by Ghent University in Danish educational video

2013-11-08 09:45

The Danish Research Institute (DMI) wanted to produce an educational video, designed to teach secondary school students about the impact of climate change on Denmark. The video was funded by the Danish Ministry of Education and has been produced by Agneta.

This video for 9th grade (15th century) is also produced. Take a look at the video part between 08:18 and 07:45 to see the test with heaving wave energy converters performed by the UGent research group at the Shallow Water Wave basin of DMI.

Video

Future impact of climate change - part 2

Contact

Peter.Troch@UGent.be

visit: <http://www.ugent.be>

Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 35



IntroductionObjectives

HYDRALAB

DHI

HOME Solutions MIKE CUSTOMISED BY DHI Policy MIKE by DHI Climate Change THE ACADEMY News Publications About us Contact Sites

HOME > NEWS > 2013 > 36 > TESTING A WAVE ENERGY FARM IN OUR SHALLOW WATER WAVE BASIN

Testing a wave energy farm in our shallow water wave basin

06 May 2013

As a member of the HYDRALAB-IV consortium, we offer access to research groups to conduct experimental studies in our wave basins. One of the projects selected by HYDRALAB's user selection panel for Transnational Access to our facilities concerns Near-field and far-field effects of a wave energy farm.

The project, named WECwakes was formulated by researchers from:

- University of Ghent, Belgium
- Aalborg University, Denmark
- The University of Manchester, UK
- Queen's University Belfast, UK
- The University of Edinburgh, UK
- Ecole Centrale de Nantes - CHRS, France
- EDF R&D, Saint-Venant Laboratory for Hydraulics, France

Our tests included model set-up, instrumentation and technical support during the execution of the tests.

Tests in a range of wave environments were carried out of arrays of up to 25 point absorbers for different layout configurations and inter WEC spacing. Measurements comprised motions of WEC floater, forces on individual WEC elements and wave characteristics around the WEC farm.

The results obtained from these experimental tests will be very useful to validate and extend the recently developed numerical models, as well as to optimise the geometrical layout of WEC arrays for real applications.

HYDRALAB-IV activities are supported by the European Community's 7th Framework Programme

Want to know more ?

Jens Kirkegaard
j.k@dhigroup.com

Read more

- Testing floating wind turbines in DHI's offshore basin

Engineering, Ghent University

ie-net, Antwerp, 4 June 2015

36

IntroductionObjectivesExperimentsConclusions

fwo

HYDRALAB

WEC farm as part of the coastal defence system?

J. Abadías et al. / Coastal Engineering 91 (2014) 299–307

Fig. 6. Significant wave height in the baseline scenario (H_{s0}) and with the wave farm (H_{s1}) at the first peak of the storm studied (5 Dec 2007, 18:00 UTC). [Deep water wave conditions: $H_{s0} = 6.89$ m, $T_p = 15.64$ s, $\theta = 268.45^\circ$. The line AA is shown.]

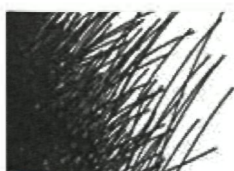
Fig. 7. Significant wave height difference between the baseline scenario (H_{s0}) and with the wave farm (H_{s1}) at the first peak of the storm studied (5 Dec 2007, 18:00 UTC). The black line represents the shoreline [Deep water wave conditions: $H_{s0} = 6.89$ m, $T_p = 15.64$ s, $\theta = 268.45^\circ$].

Fig. 8. Significant wave height in the baseline scenario (H_{s0}) and in the presence of the farm (H_{s1}) across the line A-A at the first peak of the storm studied (5 Dec 2007, 18:00 UTC). [Deep water wave conditions: $H_{s0} = 6.89$ m, $T_p = 15.64$ s, $\theta = 268.45^\circ$].

Department of Civil Engineering, Ghent University

CoastLab 14, Varna, Bulgaria

37



WECwakes project – a farm of 25 WECs
Prof. Peter TROCH – Ghent University

Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

WEC farm as part of the coastal defence system?

Fig. 3. The three locations considered for the wave farm, at distances of 2 km, 4 and 6 km from the reference (10 m water depth) contour (water depth in m).

J. Abonades et al. / Renewable Energy 75 (2015) 572–582

Fig. 5. Significant wave height [m] in the baseline scenario and in the presence of the farm at distances of 2 km, 4 km and 6 km from the reference (10 m water depth) contour CS1 (clockwise from above left).

Department of Civil Engineering, Ghent University
CoastLab 14, Varna, Bulgaria
38

Introduction
Objectives
Experiments
Conclusions
fwo
hydralab

morphological effects of WEC farms on coastline

- Coastal defence through wave farms (Stratigaki V., 2015; PIANC-DPWA Int'l Award winning paper; ICCE2014):
 - wave height attenuation downwave of WEC farms is used for estimating the coastline evolution by using morphological models or by applying traditional formulae predicting the long-shore sediment transport and erosion or accretion, based on wave height parameters.
- Littoral transport in the lee of the farm decreases due to attenuated waves and longshore currents in the area sheltered by the farm
- Littoral transport of sediments is deposited in the lower wave energy region
- A wave farm traps sand under all circumstances

Department of Civil Engineering, Ghent University
CoastLab 14, Varna, Bulgaria
39



Introduction Objectives Experiments Conclusions fwo hydraLab

WECs as multi-purpose devices

- The wave field findings from WECwakes prove the ability to **satisfy energy demand in coastal areas** by, simultaneously, providing **coastal protection**, securing local sea activities and navigation, and reducing the costs by using WECs as multi-purpose devices.

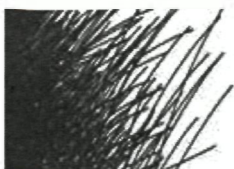
Department of Civil Engineering, Ghent University CoastLab 14, Varna, Bulgaria 40

Introduction Objectives Experiments Conclusions fwo hydraLab

Overview of main research deliverables / conclusions

- **WEC array database for array effects**
 - extensive and unique database is established (590 tests; up to 25 WECs)
 - WEC response, wave induced forces, wave field modifications measured
 - WEC farm power output
 - large parameter variation
 - database is useful for numerical model validations
- **Database analysis:** significant effect of *intra-array interactions* and *extra-array effects* on power production & wave field modification
- **Guidelines for design of the geometrical lay-out of WEC arrays**
 - to optimize power absorption
 - to limit environmental impact

Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 41



Introduction Objectives Experiments **Conclusions** fwo hydalab

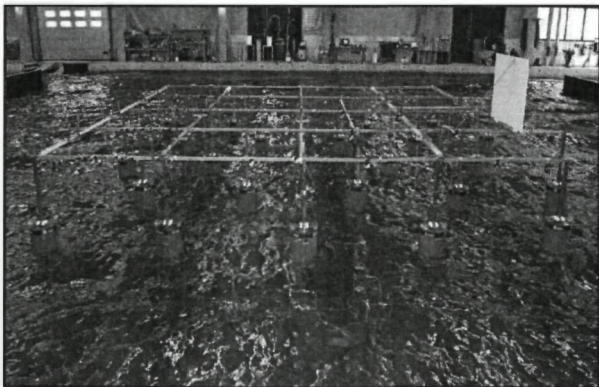
take home messages

- An array of 25 WECs is tested experimentally in a wave basin for the study of intra-array and extra-array effects (wake effects).
- The test matrix includes geometric lay-out and wave conditions.
- An extensive database is available.
- Results include measurements of WEC response, surge forces on WECs and wave field modifications, and power absorption calculations.
- Database is useful for numerical model validations.
- Significant effects of intra-array and extra-array effects on power production and wake formation have been illustrated.
- Morphological effects have been illustrated

Department of Civil Engineering, Ghent University ie-net, Antwerp, 4 June 2015 42

UNIVERSITEIT GENT FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE

Physical modelling of wave energy converter arrays in a large-scale wave basin: the *WECwakes* project



Thank you for your attention!

Contact:
Peter.Troch@UGent.be

hydalab ie-net, Antwerp, 4 June 2015 fwo

Nautische bodem en toegankelijkheid in Zeebrugge en andere havens
Thomas van Hoestenbergh (Antea Group) en Joris Vanlede (Waterbouwkundig Labo)

Nautische bodem en toegankelijkheid in Zeebrugge en andere havens

Studiedag Zee- en waterbouw in en rond Vlaanderen

IE-NET

4 juni 2015, Antwerpen

Thomas Van Hoestenbergh (Fluves)
Joris Vanlede (Waterbouwkundig Laboratorium)



Topics

1. Concept nautical bottom
2. Case Zeebrugge
3. European harbours
4. Case Cochin, India



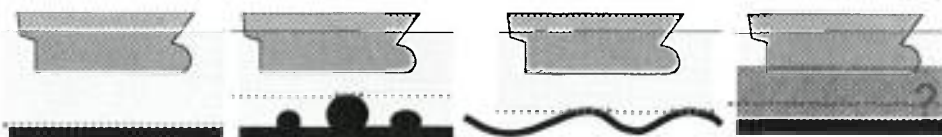
1. Concept nautical bottom

1. Concept nautical bottom

“The level where physical characteristics of the bottom reach a critical limit beyond which contact with a ship’s keel causes either damage or unacceptable effects on controllability and manoeuvrability”



PIANC IAPH (1997)
confirmed by PIANC
WG49 (2014)



Nautical Bottom @Zeebrugge: History

- Practical Criterium
- Practical Measurement Strategy
 - Echosounder
 - Density
 - Rheology (?)



waterbouwkundig
LABORATORIUM

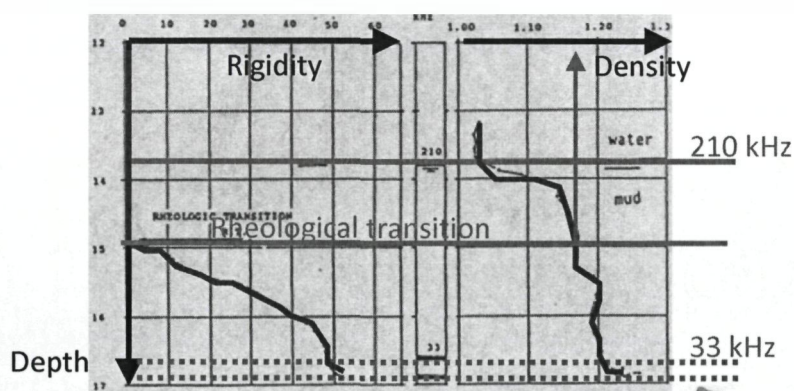


anteagroup

Nautical Bottom @Zeebrugge: History

Physical characteristics of mud

Zeebrugge, 1986



waterbouwkundig
LABORATORIUM



anteagroup

Nautical Bottom @Zeebrugge: History

- Practical Measurement Strategy
- Rheological transition & Corresponding Density
- Choice of Critical Density
 - Zeebrugge 1.15 t/m³ (tot 2004)
 - Rotterdam 1.20 t/m³
 - Nantes St-Nazaire, Bordeaux 1.20 t/m³
 - Cayenne 1.27 t/m³
 - Germany 1.18-1.25 t/m³
- Rheology – density relation needs to be checked regularly

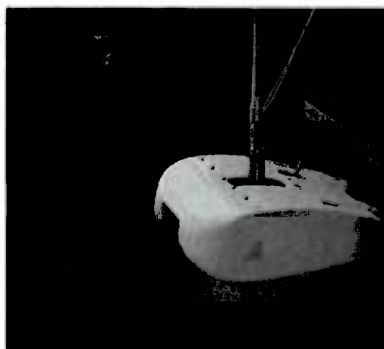


waterbouwkundig
LABORATORIUM



anteagroup

Density Measurements

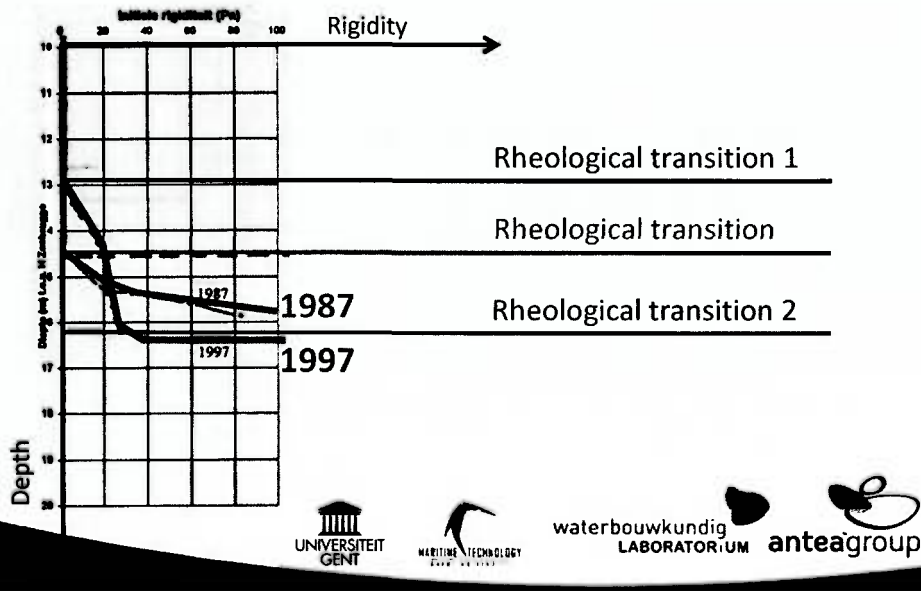


waterbouwkundig
LABORATORIUM



anteagroup

Nautical Bottom @Zeebrugge: check of 1997



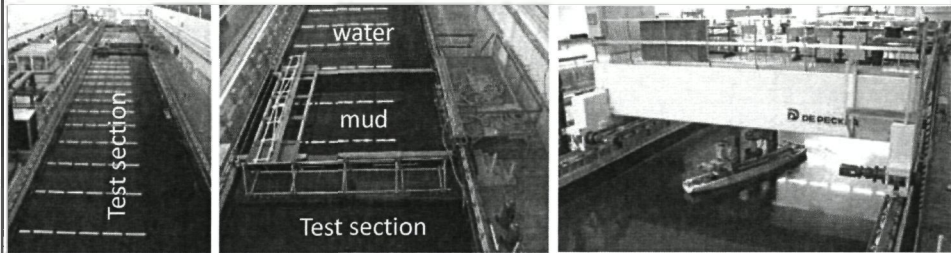
Nautical Bottom @Zeebrugge: check of 1997)

Observations since 1996

- Thickness mud layer: 2 to 4m
- 1,15 t/m³ horizon difficult to control
- Fine sediment (low sand fraction)
- Change in rheology-depth relation
- 2 rheological transitions
 - Level 1: 1.08 - 1.12 t/m³
 - Level 2: 1.18 - 1.25 t/m³
- Change criterion of nautical bottom?
 - 1,15 t/m³ -> ??

Update Nautical Bottom (2002-2004)

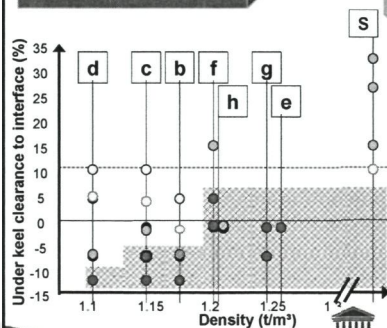
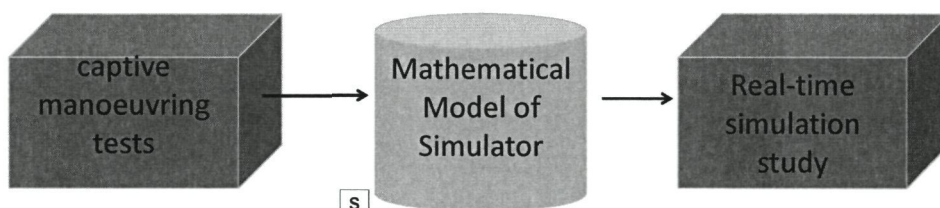
20.674 captive manoeuvring tests
3 ship models
80 different mud – water combinations



Delefortrie et al (2005) J. Mar. Sci. Technol.

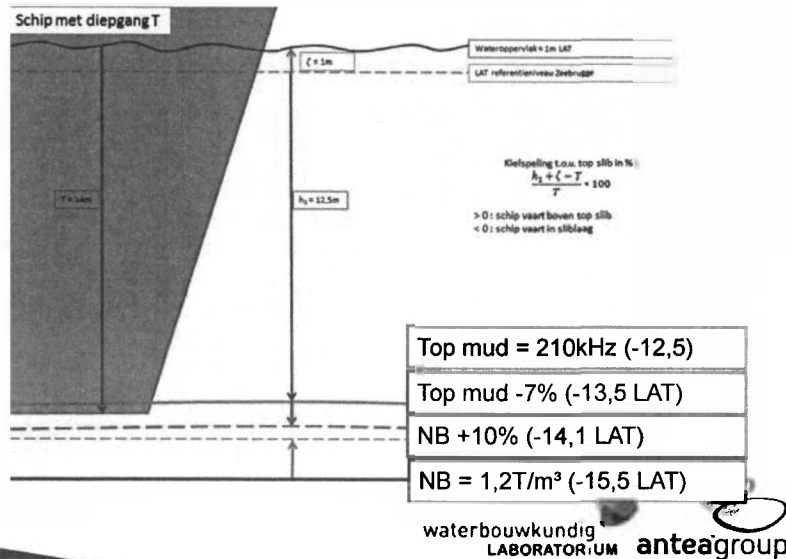


Update Nautical Bottom (2002-2004)

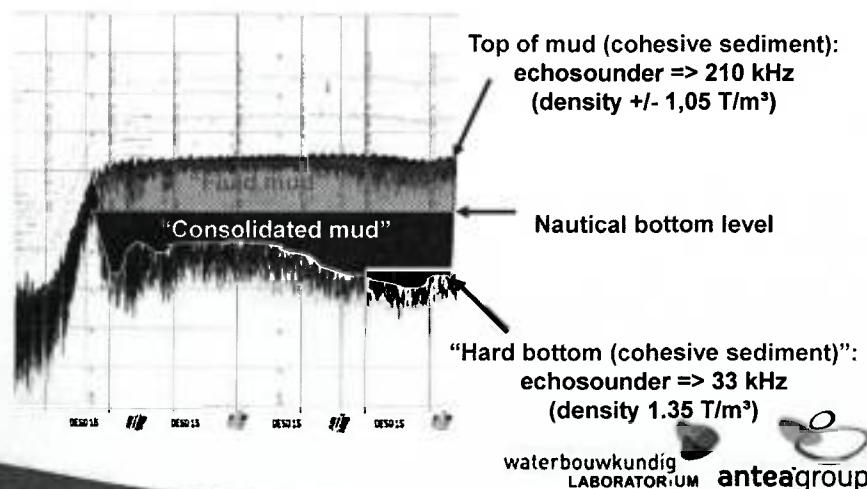


Update Nautical Bottom (2002-2004)

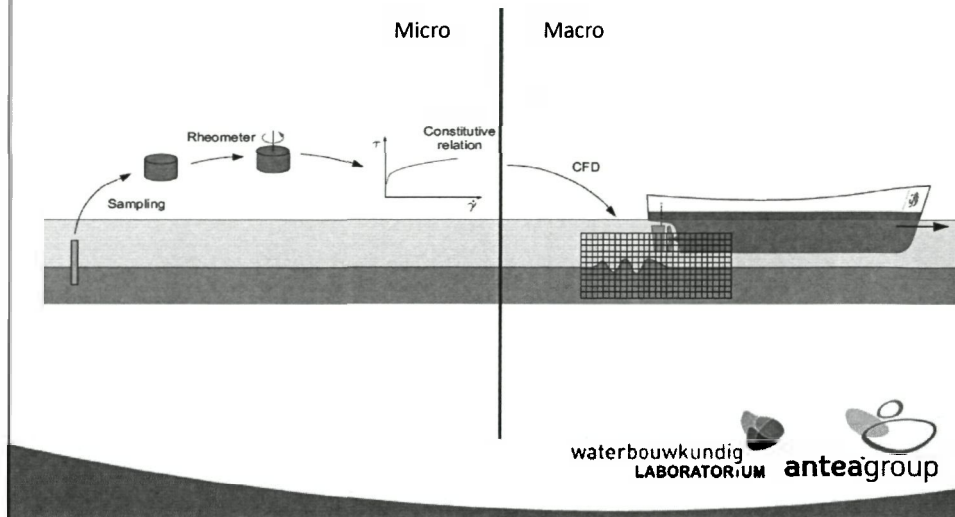
Result: dual criterium (1,2 density + 210 kHz)



Restrictions in harbour: mud layer



Nautical Bottom: Active Research



2. Case Zeebrugge



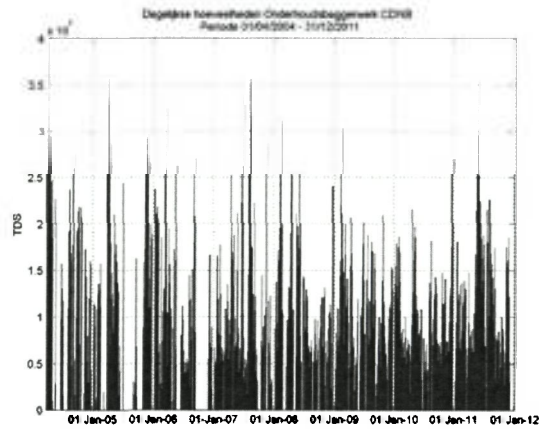
LT analysis of the behaviour of mud in Zeebrugge

- Different reference levels
- Analysis dredging works
- Research Goal: Identify Influencing Factors
- Evolution Reference Levels
- Seasonality in top of the mud layer

Influencing Factors

- Influence on:
 - **Top of the mud layer (210 kHz)**
 - **Dredging works**
 - Volume balance
- Influence of:
 - **Seasons**
 - **Tides (Spring/Neap & Intratidal)**
 - Fresh water inflow
 - Wind
 - Waves in the North Sea
 - Surge in the North Sea
 - Sediment Concentration in the NS

Analysis Dredging Works (2004-2011)



Dujardin et al (2015, in prep)

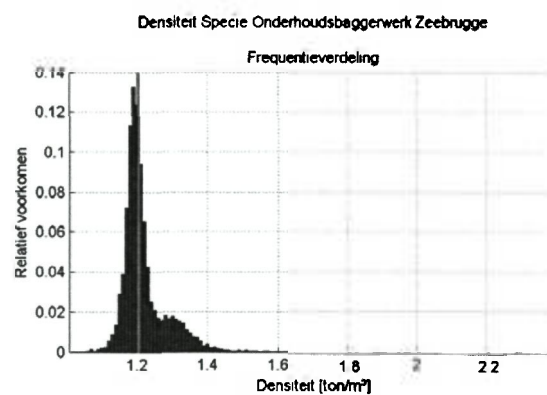
waterbouwkundig
LABORATORIUM



anteagroup



Analysis Dredging Works (2004-2011)



Dujardin et al (2015, in prep)

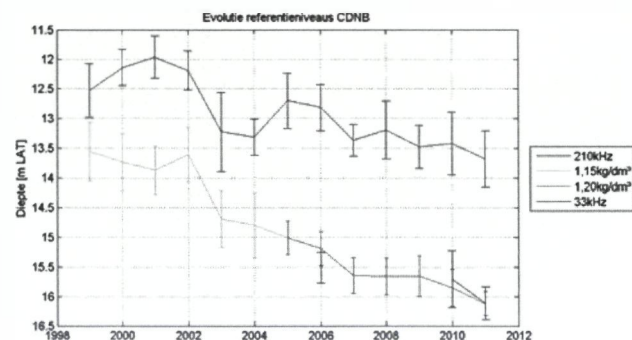
waterbouwkundig
LABORATORIUM



anteagroup



Evolution Reference Levels

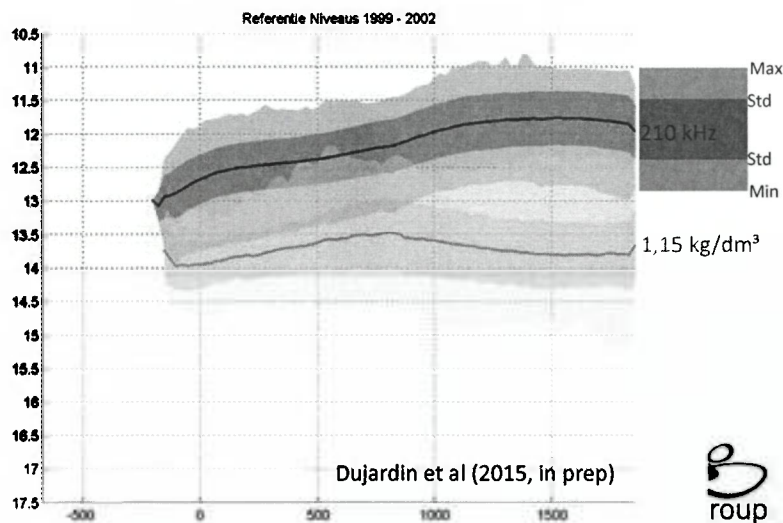


Dujardin et al (2015, in prep)

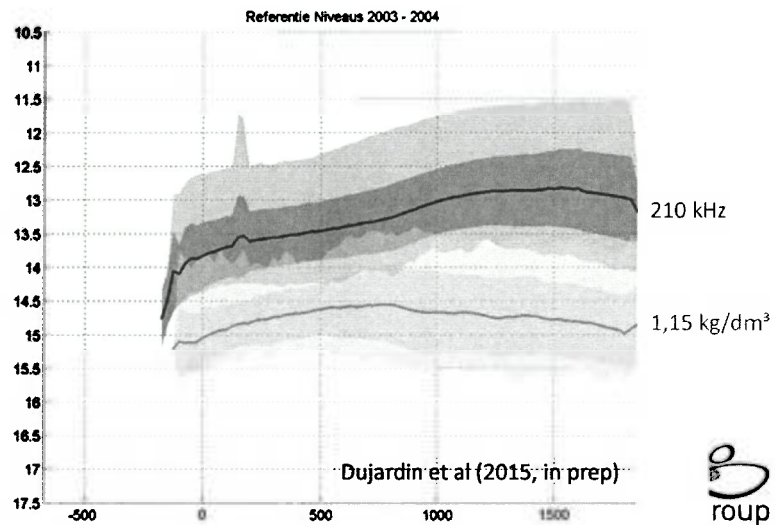
waterbouwkundig
LABORATORIUM

anteagroup

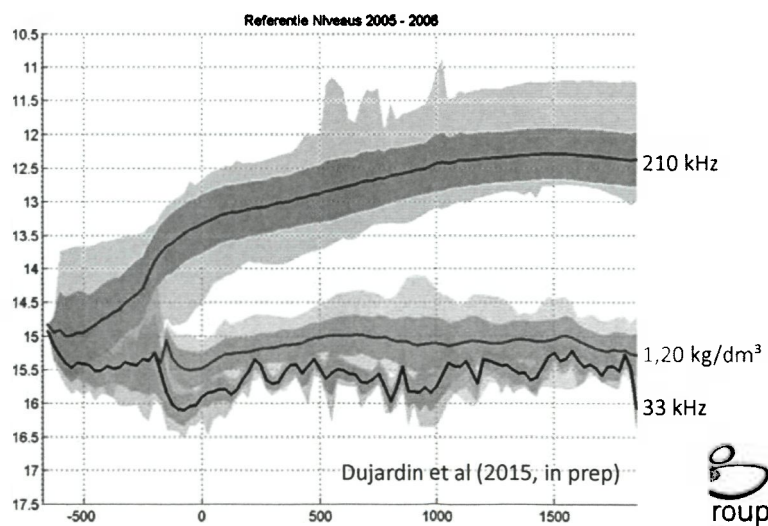
Soundings CDB 1999-2002



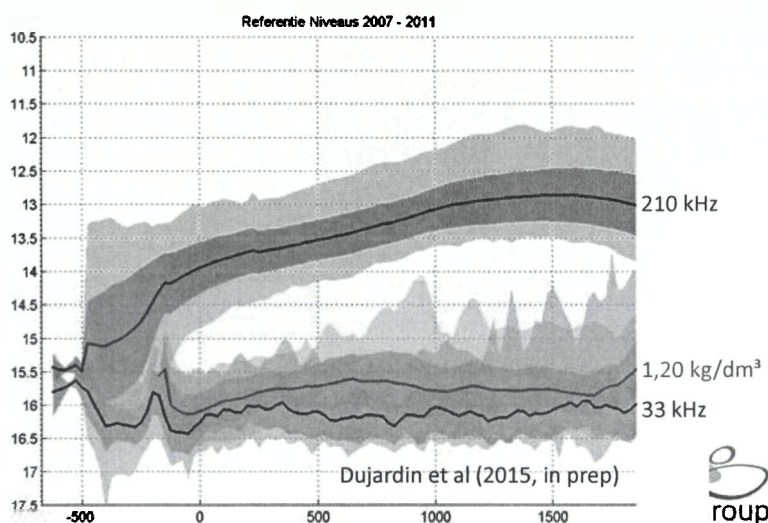
Soundings CDNB 2003-2004



Soundings CDNB 2005-2006



Soundings CDNB 2007-2011



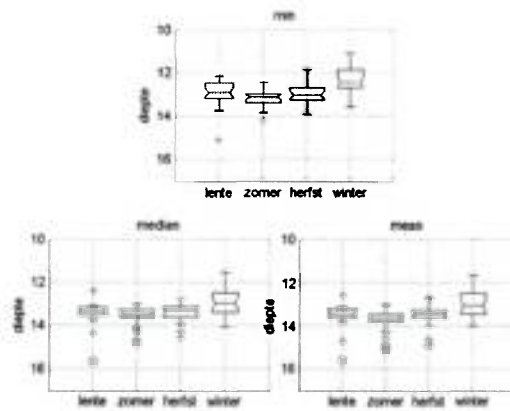
Spring/Neap variation sedimentation

Bron	Siltation NT [TDS/day]	Siltation ST [TDS/day]	Ratio Sprin/Neap	Average Siltation [TDS/day]
Lanckneus & Van Lancker (2001)	5041	12820	2,5	8931
Claeys et al. (2001)	1590	6400	4	3995
Dujardin et al. (2009)	3598	14458	4	14000
IMDC (2011)	834	1468	1,8	1151
Average	2766	8787	3,1	5776

waterbouwkundig
LABORATORIUM



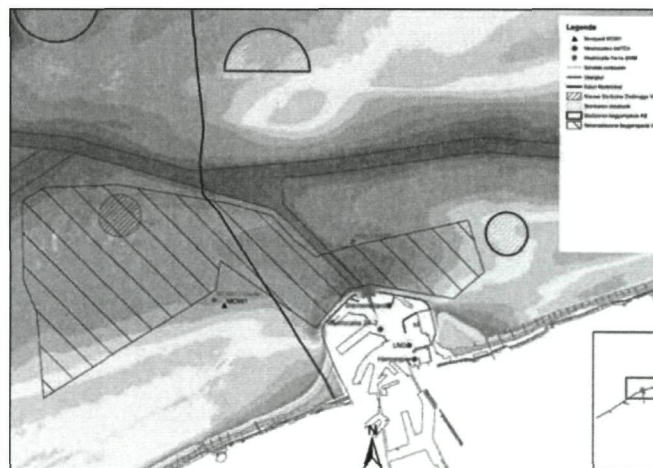
Seasonality in top of the mud layer



waterbouwkundig
LABORATORIUM

anteagroup

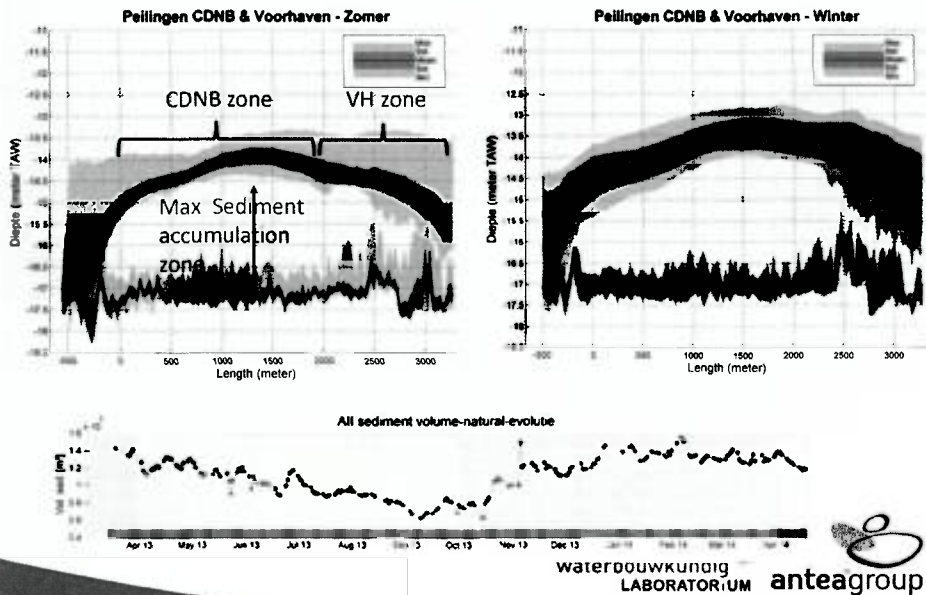
Detailed measurements 2013-2014



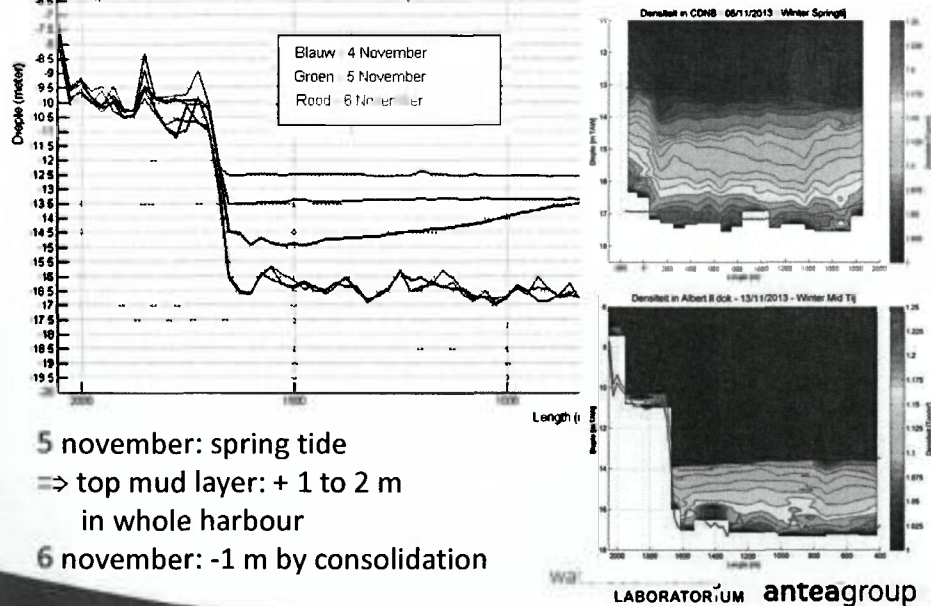
waterbouwkundig
LABORATORIUM

anteagroup

Top sediment: variation summer/winter



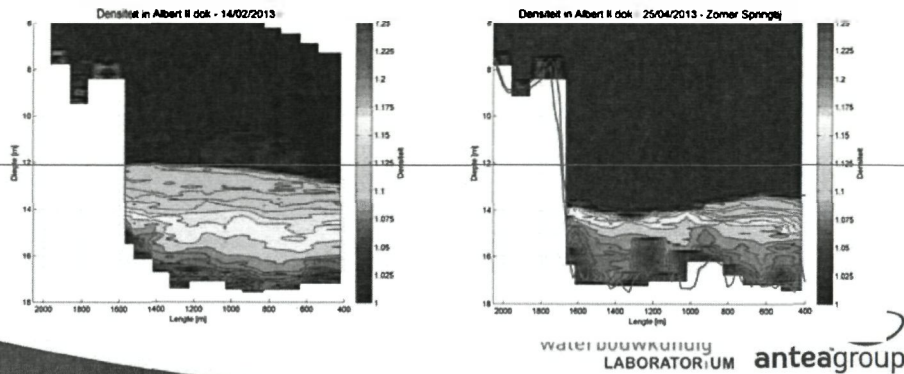
Temporal variation top sediment



Consolidation

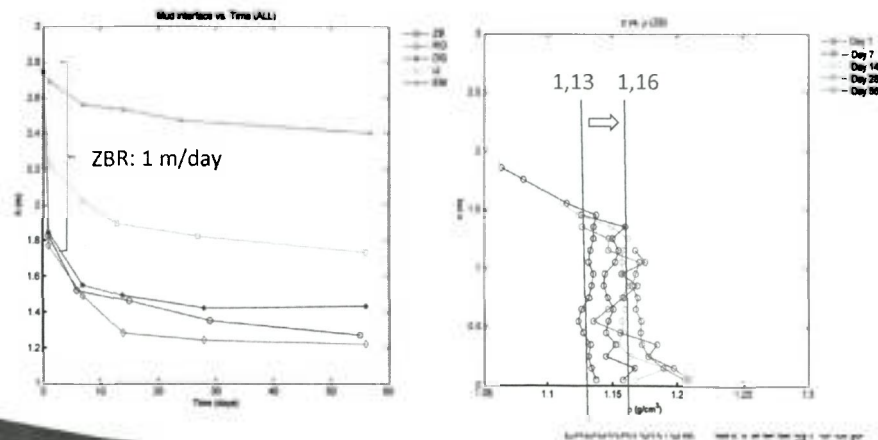
All February-April 2013

- Little dredging
- 1-2 m consolidation top sediment
- But 1.2 increase



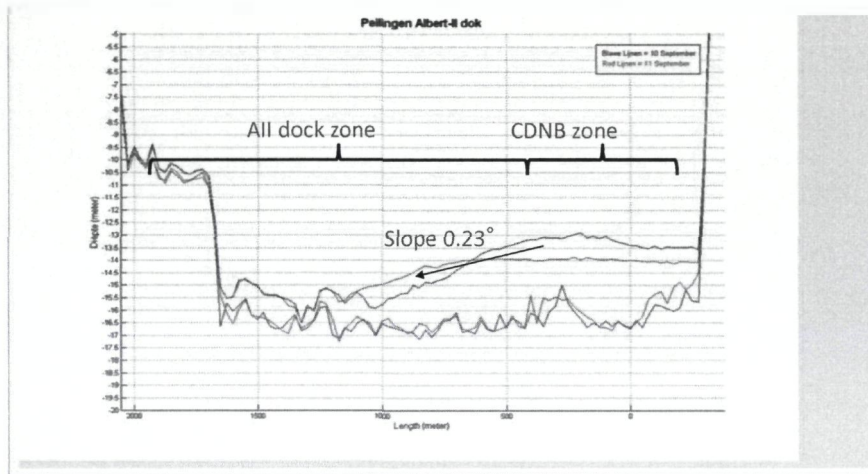
Consolidation

- Consolidation of 1 m per day
 - In 2 weeks: $1.13 \rightarrow 1.16 \text{ g/cm}^3$
- Similar to results consolidation tests FHR



Density flow

Fluid mud moved by gravity from CDNB to All dock zone



waterbouwkundig
LABORATORIUM



CDNB functioning as sediment trap

- Area of sedimentation depends on season:
 - Winter: full filling of the harbour
 - Events february, november, december 2013
 - thick light layers ($< 1.15 \text{ T/m}^3$) in All/VH
 - Summer: first filling CDNB + density currents
 - events juin, september
 - more dense layers ($> 1.15 \text{ T/m}^3$) in All/VH
- Density flow: when slope $>$ certain treshold?

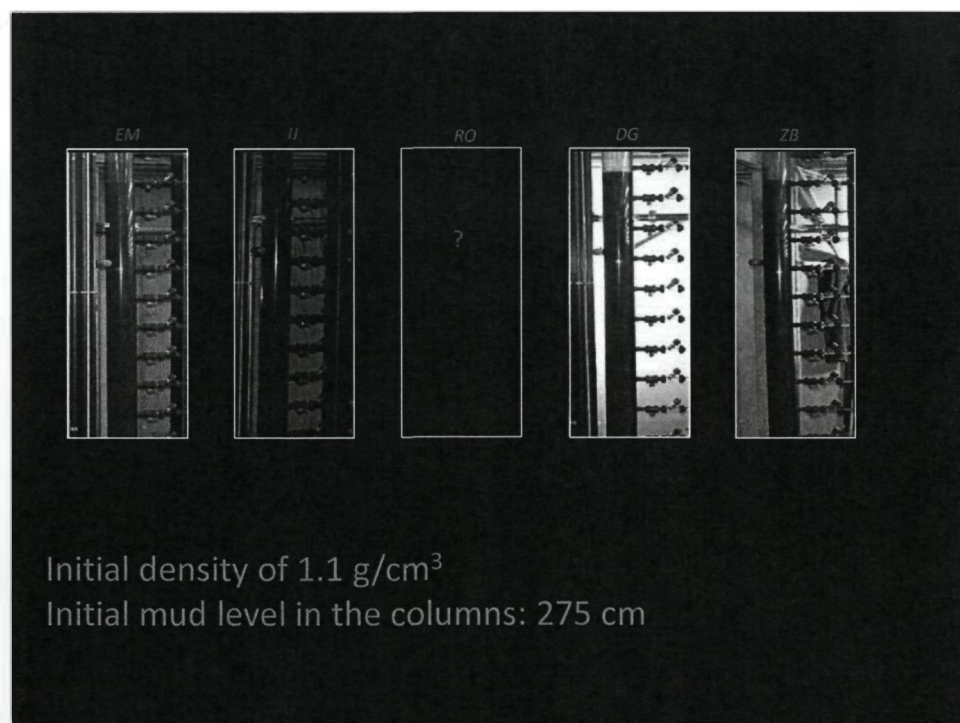
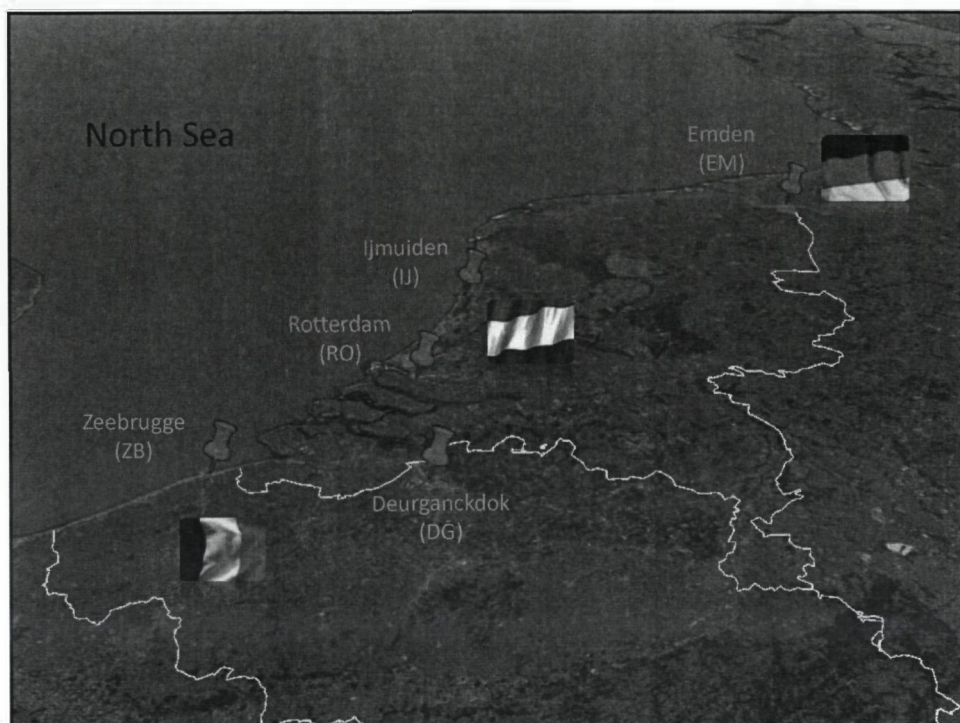
waterbouwkundig
LABORATORIUM



Influence factors on sediment volume in ZBR

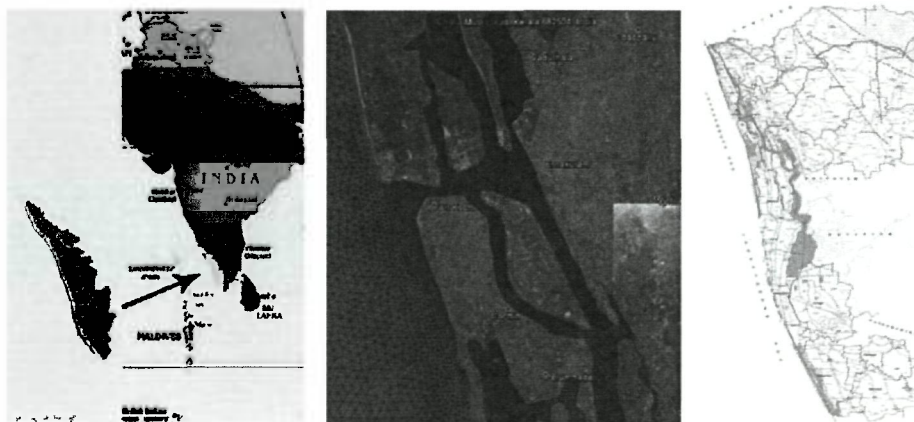
- SPM-concentration outside harbour
- SPM-transport towards harbor
- Sediment processes in harbour, function of:
 - **Moment in tide, meteorology, spring-neap, season**
 - **Consolidation**
 - Density flow
 - **Dredging works, ship movement**

3. European harbours



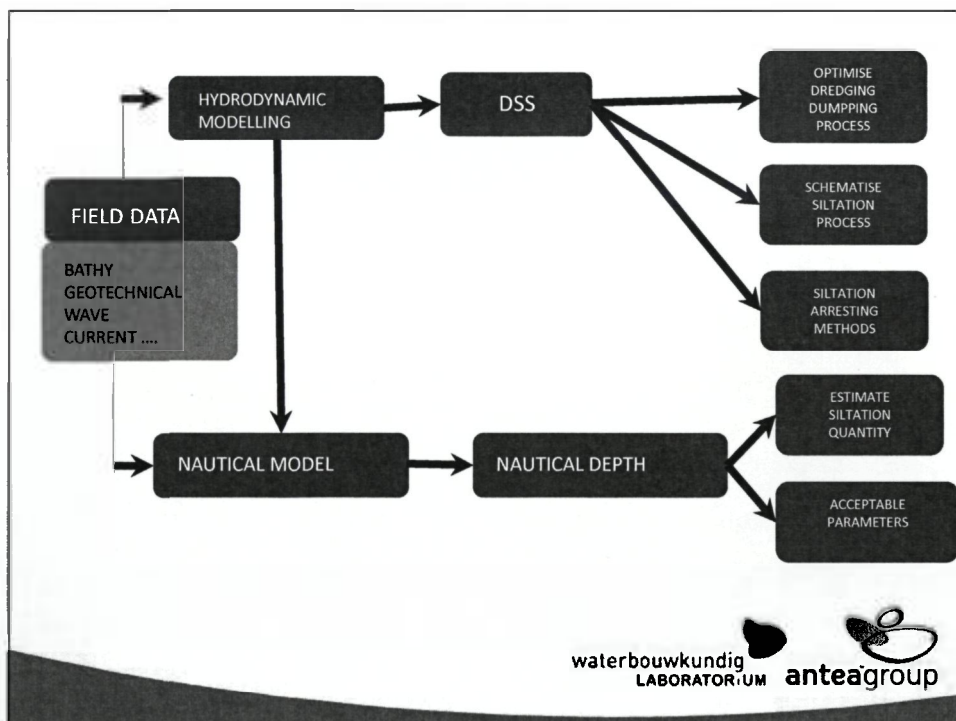
4. Case Cochin, India

Cochin



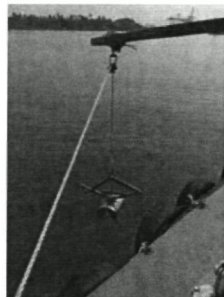
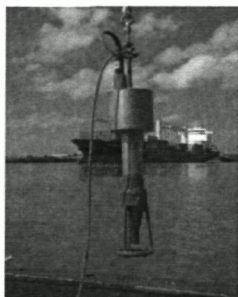
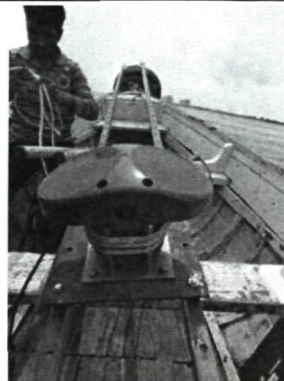
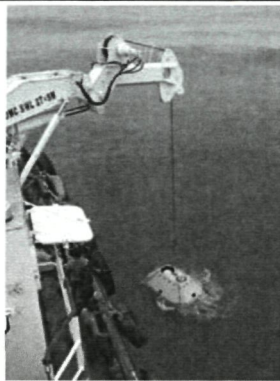
Project methodology

- **Objective**
Increase nautical accessibility to/in Port
UKC 210 kHz: +10% ?
- **Method**
 - Study siltation processes
 - Define remediating actions
- **Actions**
 - Collect data
 - Run models & analyze scenario's
 - Estimate nautical depth parameters



Field data

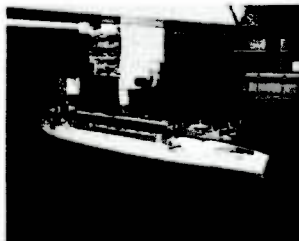
- Wave, tide
- Velocity, discharge
- Meteo
- SPM, salinity
- Bed sediments



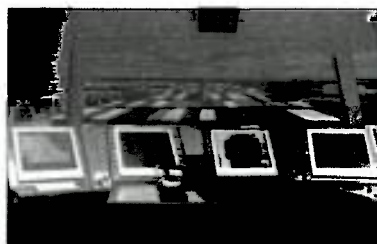
Nautical model

- Flanders Hydraulics Research & Ghent University
- # mud viscosity, density, thicknesses, UKC → acceptable?
- Analysis: objective + expert judgment by Cochin/ Belgian Pilots
→ nautical depth

Towing Tank for
Manoeuvres in Shallow and
Confined Water



Full Mission Bridge
Simulators



waterbouwkundig
LABORATORIUM **anteagroup**

The teams

@WL: Stijn Claeys, Charlotte Cleen, Bart Deckers, Guillaume Delefortrie, Katrien Eloit, Maarten Jacobs, Tomas Van Oyen, Joris Vanlede

@Antea Group: Meshkati Shahmirzadi, Arvid Dujardin, Marcelo Heredia, Renaat De Sutter

@Dotocean: Peter Staelens

@Fluves: Thomas Van Hoestenbergh



Acknowledgement

- Maritime Access Division (Dept Mobility & Public Works)
 - Finances research on influencing factors siltation ZB
 - Important partner in current research activities on nautical bottom



271999

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

BIBLIOTHEEK

Ontwerp van funderingen en erosiebescherming voor offshore windmolenparken
Piet Haerens (IMDC) en Mark Bettens (Technum)



Ontwerp van funderingen en erosiebescherming voor offshore windmolenparken

Mark Bettens – TECHNUM - TRACTEBEL ENGINEERING

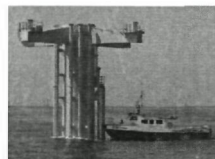
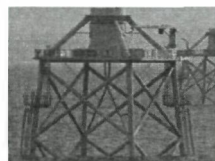
Piet Haerens – IMDC

Inhoudstafel

- Ontwerptoeepassingen
- Ontwerpproces
- Types funderingen

Ontwerptoeepassingen

- Windturbinegeneratoren
- Offshore Hoogspanning-Onderstations
- Meteorologische masten



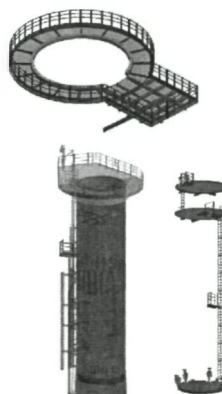
Ontwerpproces

Primair staal

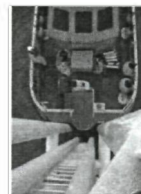


Secundair staal

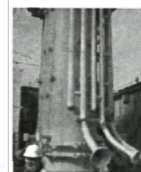
Platformen



Bootlanding



I/J-leidingen



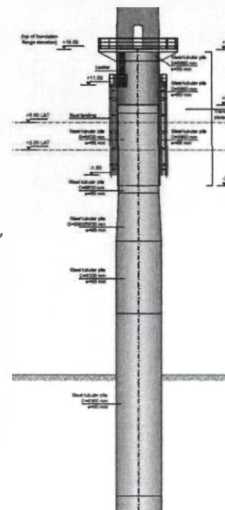
Ontwerpproces

Opstellen van OntwerpBasis

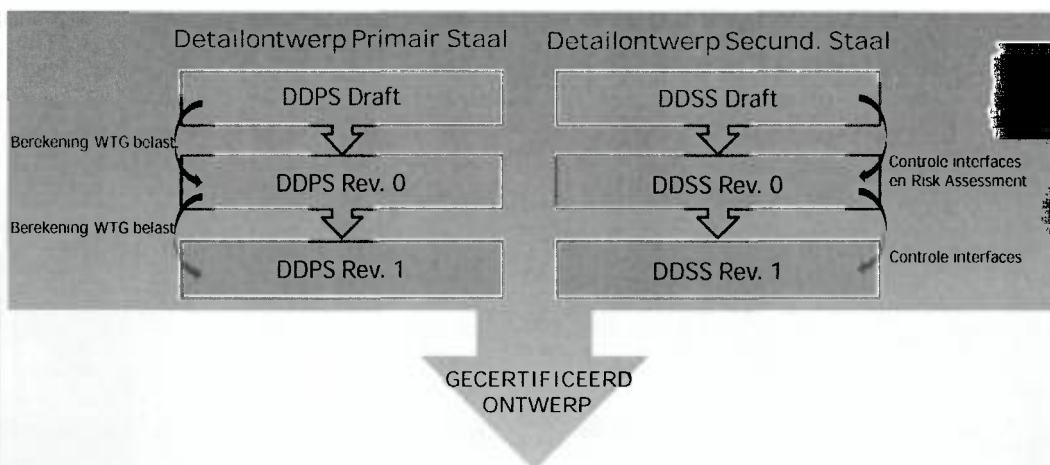
- basis voor funderingsontwerp
- deel A: windcondities, bathymetrie, maritieme condities, grondgegevens,...
- deel B: turbine- en torenggegevens, incl. belastingen
- deel C: codes en standaarden, materialen, interpretatie geotechnische data, corrosiebescherming, ontwerpprincipes en methodes (modellering, formules, software, belastingcombinaties, ...)

Ontwerpproces

- Conceptueel ontwerp: keuze van max 2 turbines – 2 funderingen/turbine
- Basisontwerp: aanbesteding, 1 combinatie turbine – fundering
- Detailontwerp: tekeningen en rapporten voor opmaak werkhuistekeningen en voorbereiding van offshore-werken



Ontwerpproces



Types funderingen

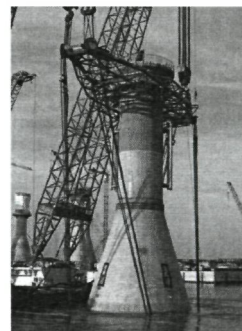
- Gewichtsfundering (GBF)
- Monopaal (MP) en overgangsstuk (TP)
- Jacket
- Andere: Tripode, Tripaal, Onderdrukvat, Drijvende structuur



Types funderingen

Gewichtsfundering (GBF)

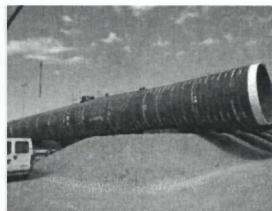
- Zware ronde/veelhoekige voetplaat
- Conisch deel en cilindrisch deel
- Waterdieptes < 20-25 m
- Niet heien
- Geschikt voor zout milieu
- Niet-cohesieve / harde ondergrond
- Zeebodem effen
- Erosiebescherming



Types funderingen

Monopaal (MP) / Overgangsstuk (TP)

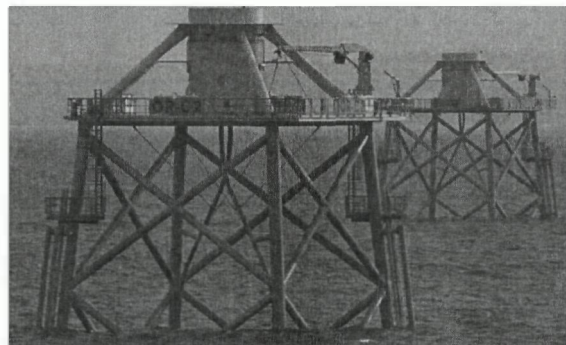
- Monopaal: stalen buis, lassen van platen van versch. diktes, buisvormig of deels conisch; diam tot 6-7-8 m
- Overgangsstuk met secundair staal
- Grout- of boutverbinding
- Waterdieptes 10 - 35 m
- Eenvoudig te modeleren
- Grote hydrodyn. belasting
- Hei-analyse
- Corrosiebescherming
- Erosiebescherming



Types funderingen

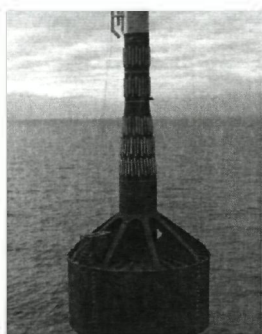
Jacket

- 3 of 4 hoofdbuizen (diam tot 1,5m)
- Vakwerkstructuur
- Met palen in de zeebodem verankerd
- Lage hydrodyn. belasting
- Efficiënte krachtsoverdracht
- Waterdieptes 20 - 60 m
- Geschikt voor zware turbines

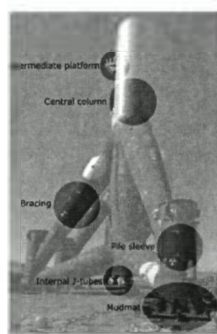


Types funderingen

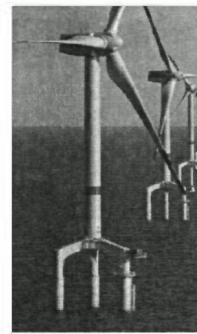
Onderdrukvat



Tripode

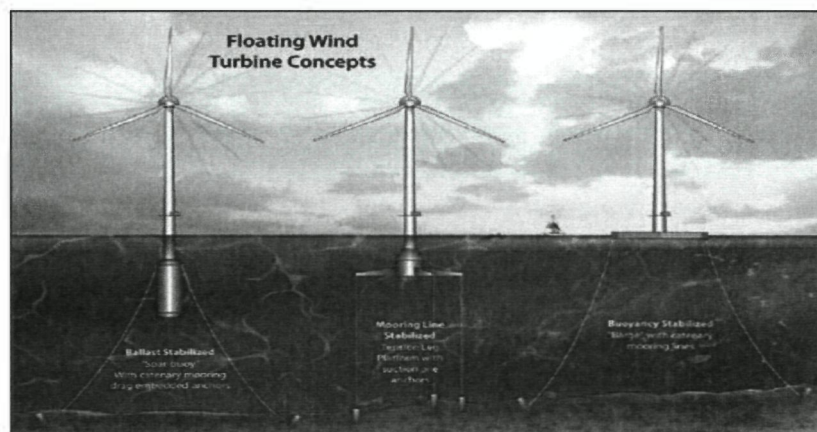


Tripaal



Types funderingen

Drijvende structuur



TECHNUM
SMART & SUSTAINABLE INFRASTRUCTURE



Dank voor uw aandacht

272001

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

BIBLIOTHEEK

Uitvoering windmolenparken en andere toekomstige groene stroom opwekkers

Bart De Poorter (GeoSea)



ZEE- EN WATERBOUW IN EN ROND VLAANDEREN

4 JUNI 2015

UITVOERING WINDMOLENPARKEN
& ANDERE TOEKOMSTIGE
GROENE STROOM OPWEKKERS



Bart De Poorter – General Manager GeoSea

All rights reserved - © D.E.M.E. NV



TABLE OF CONTENTS

1. Introduction DEME / GeoSea
2. Groene Stroom
 - Offshore Wind
 - Wave Energy
 - Tidal Energy
 - (Hydro-electric Storage)
3. Conclusions



All rights reserved - © D.E.M.E. NV



DEME

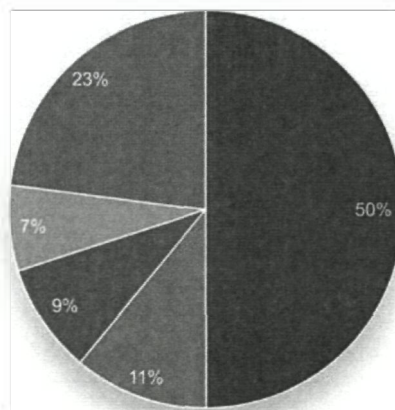


All rights reserved - © D.E.M.E. NV



DEME

- Global player + 150 years offshore history
- Annual turnover +2,5 bn €
- 4500 employees
- Multi disciplinary approach



- Capital Dredging
- Maintenance Dredging
- Oil & Gas
- Environmental
- Marine works

- Strong focus on 'green energy'



GEOSEA



GEOSEA

- Member of DEME group
- Activities

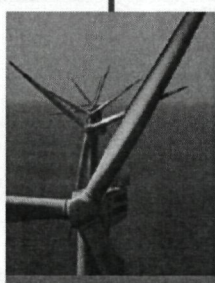


GeoSea

Geotechnical & Offshore Solutions



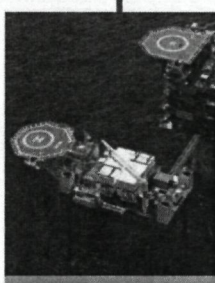
SITE INVESTIGATION



RENEWABLES

OFFSHORE WIND

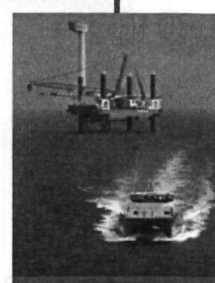
WAVE & TIDAL



OIL & GAS



CIVILS



MAINTENANCE



GROENE STROOM – WHAT?

- Offshore wind
- Wave energy
- Tidal energy
- (Hydro-electric storage)

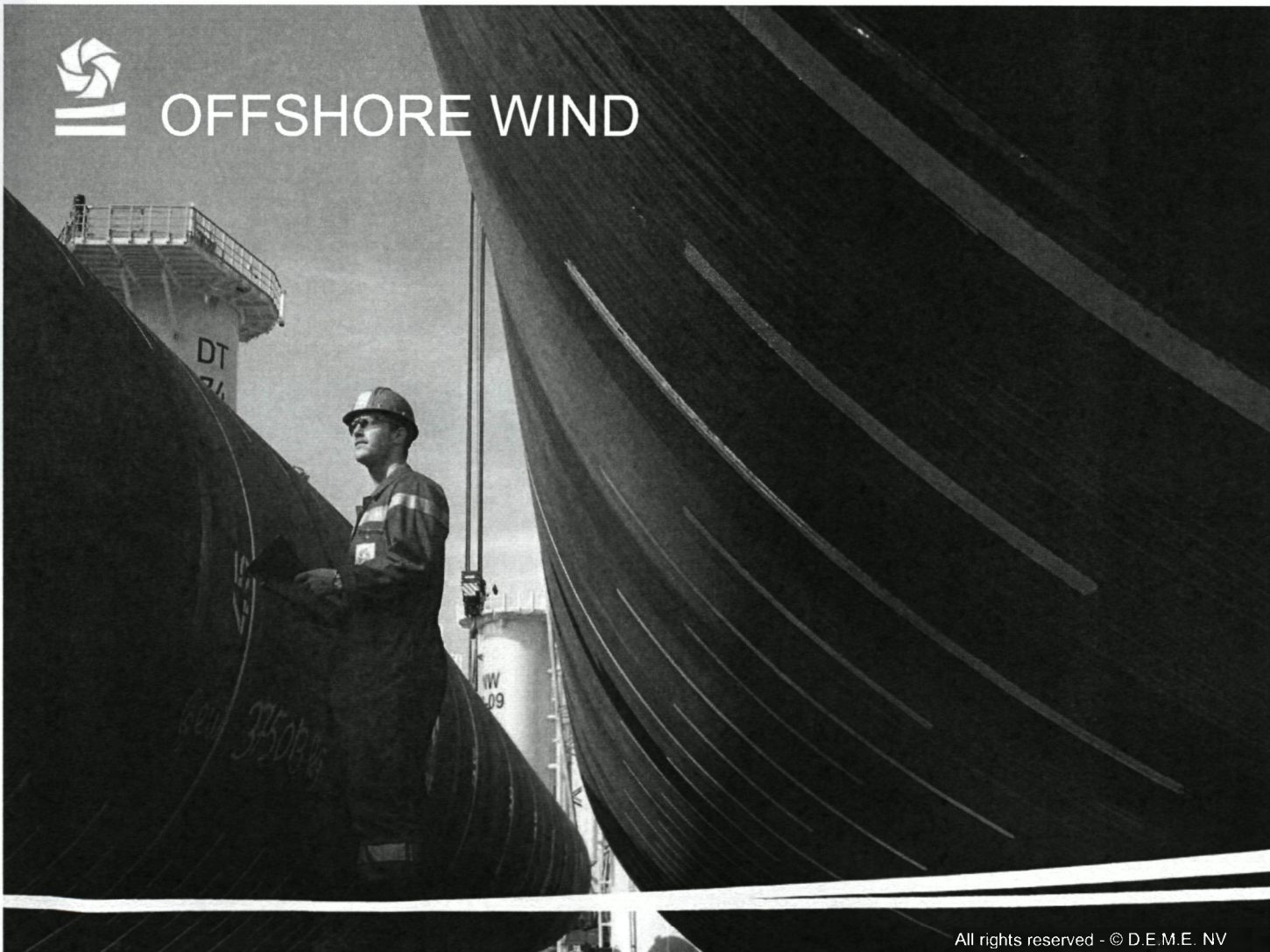


DEME: creating land for the future

All rights reserved - © D.E.M.E. NV



OFFSHORE WIND



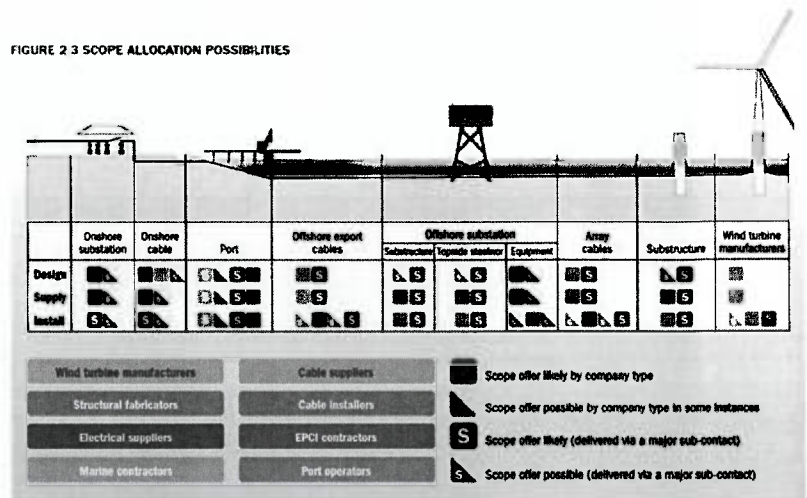
All rights reserved - © D.E.M.E. NV



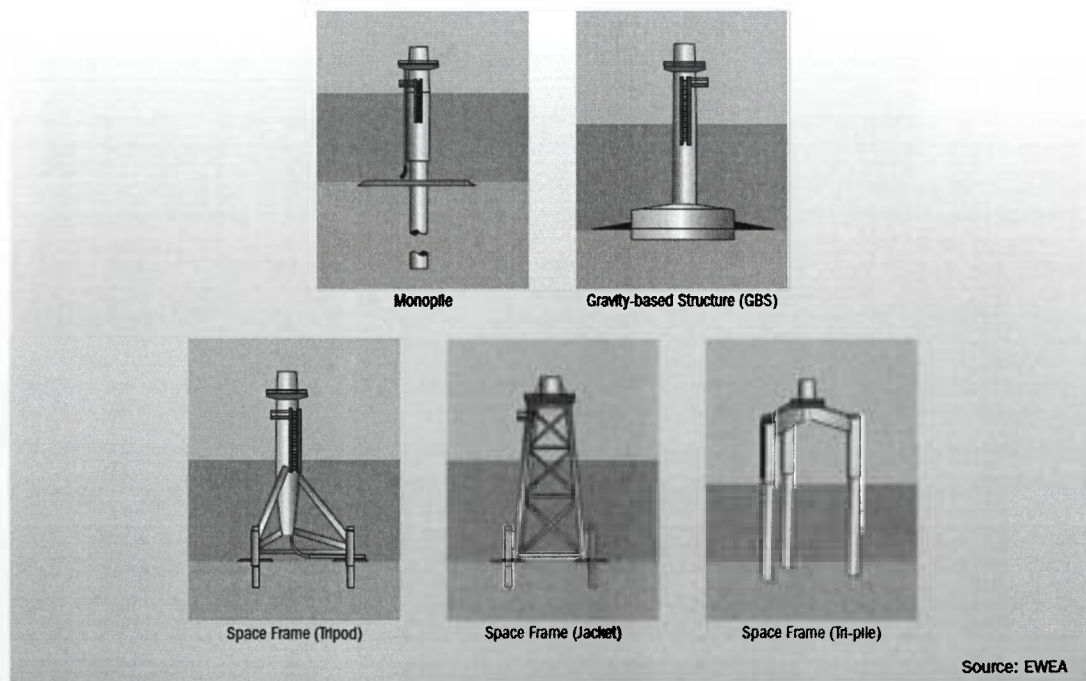
OFFSHORE WIND

- Site Investigation
- Foundations incl. Scour Protection
- Infield Cables – Export Cable
- Wind Turbines Supply & Installation
- Electrical Infrastructure (OHVS)
- Maintenance

FIGURE 2.3 SCOPE ALLOCATION POSSIBILITIES



FOUNDATIONS

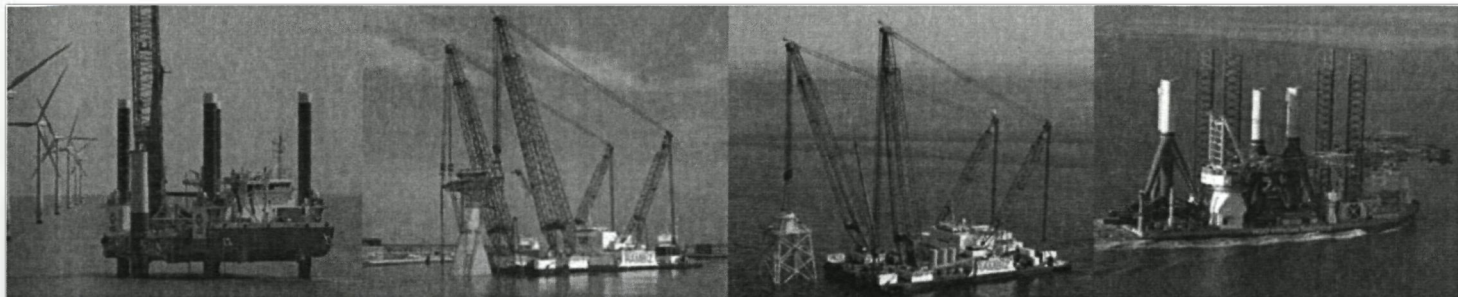


Typical fixed offshore foundations



FOUNDATIONS

- Monopile Foundations
- Gravity Based Foundations
- Jacket Foundations
- Tripod Foundations
- Floating Foundations

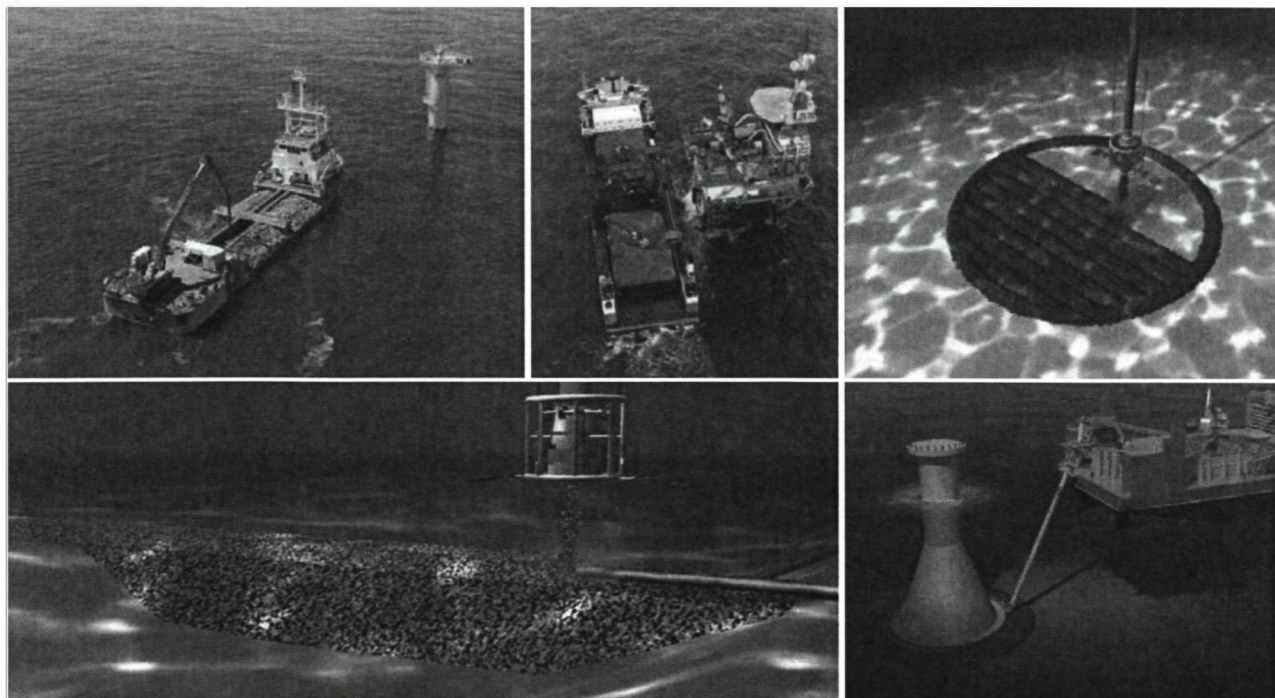


DEME: creating land for the future

All rights reserved - © D.E.M.E. NV



SEABED PREPARATION & EROSION PROTECTION



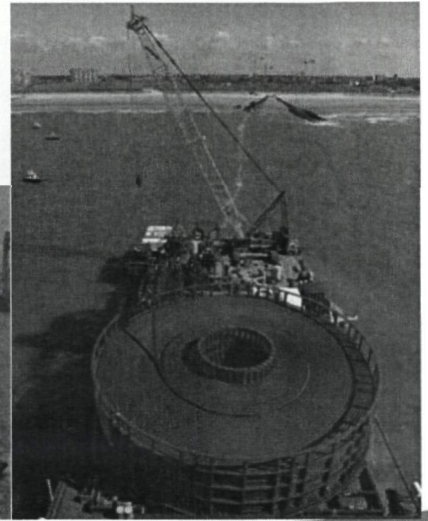
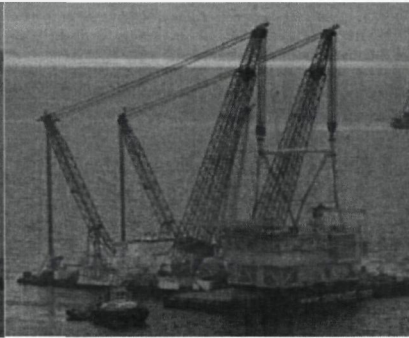
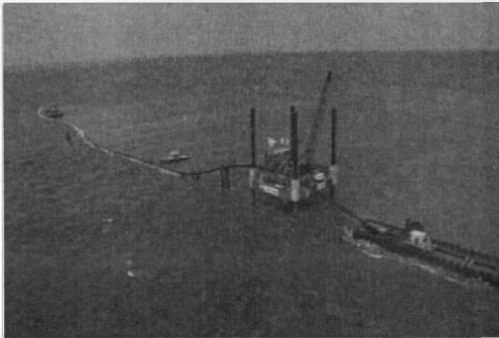
DEME: creating land for the future

All rights reserved - © D.E.M.E. NV



ELECTRICAL INFRASTRUCTURE

- Power cable laying
- Power cable protection
- OHVS (Offshore High Voltage Station) design, construct and installation
- Trench dredging
- Landfall construction
- Crossing of submarine cables and pipelines

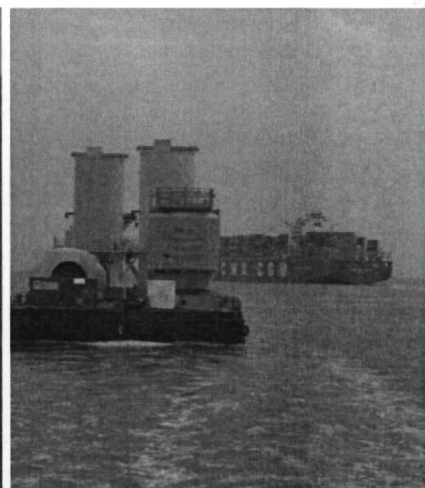
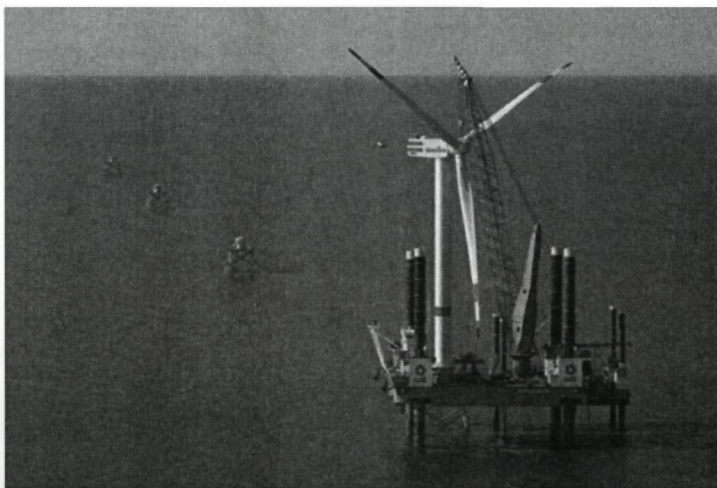


DEME: creating land for the future

All rights reserved - © D.E.M.E. NV



WTG INSTALLATION, LOGISTICS & REPAIRS



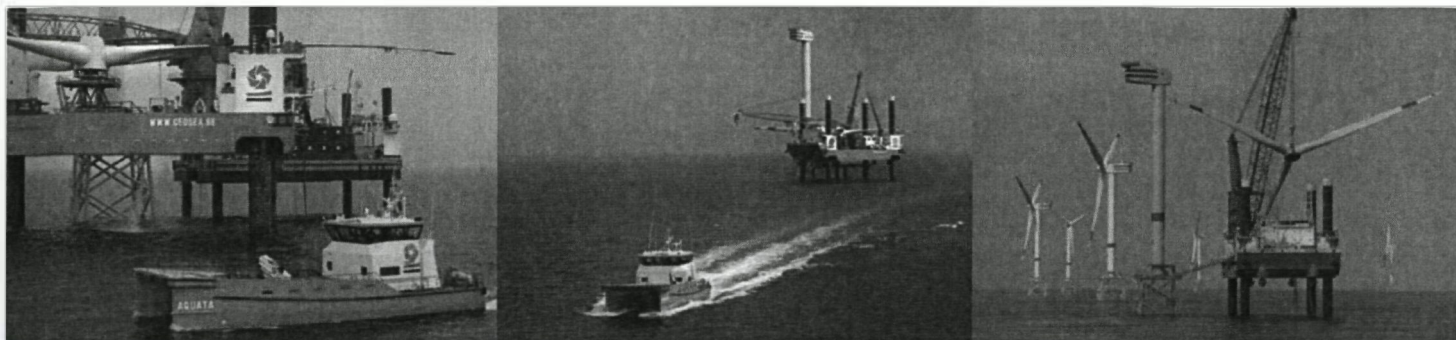
DEME: creating land for the future

All rights reserved - © D.E.M.E. NV



OFFSHORE WIND FARM ASSISTANCE

- Foundation monitoring
- Periodic seabed inspection
- Electrical installation repair
- Navigation aids maintenance
- Wind turbine maintenance

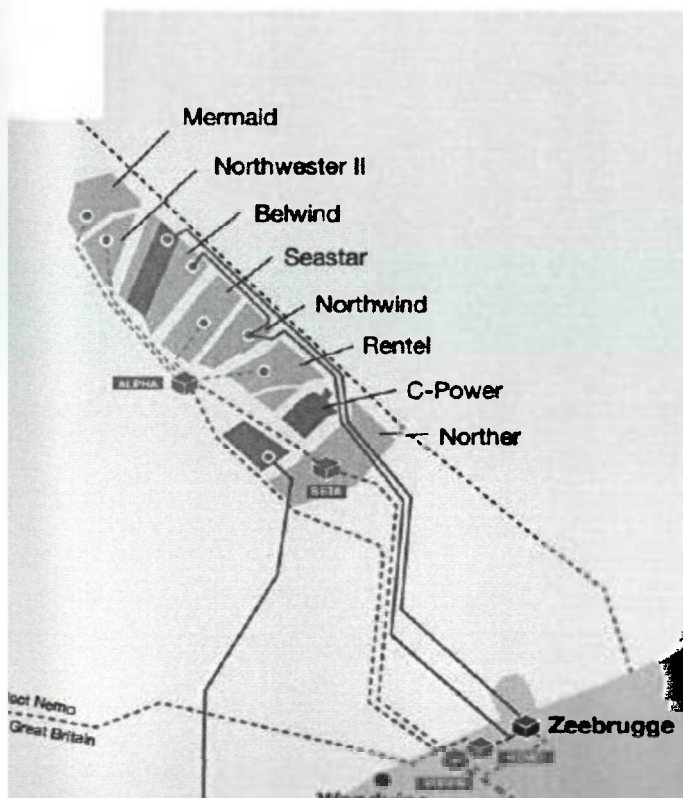


DEME: creating land for the future

All rights reserved - © D.E.M.E. NV

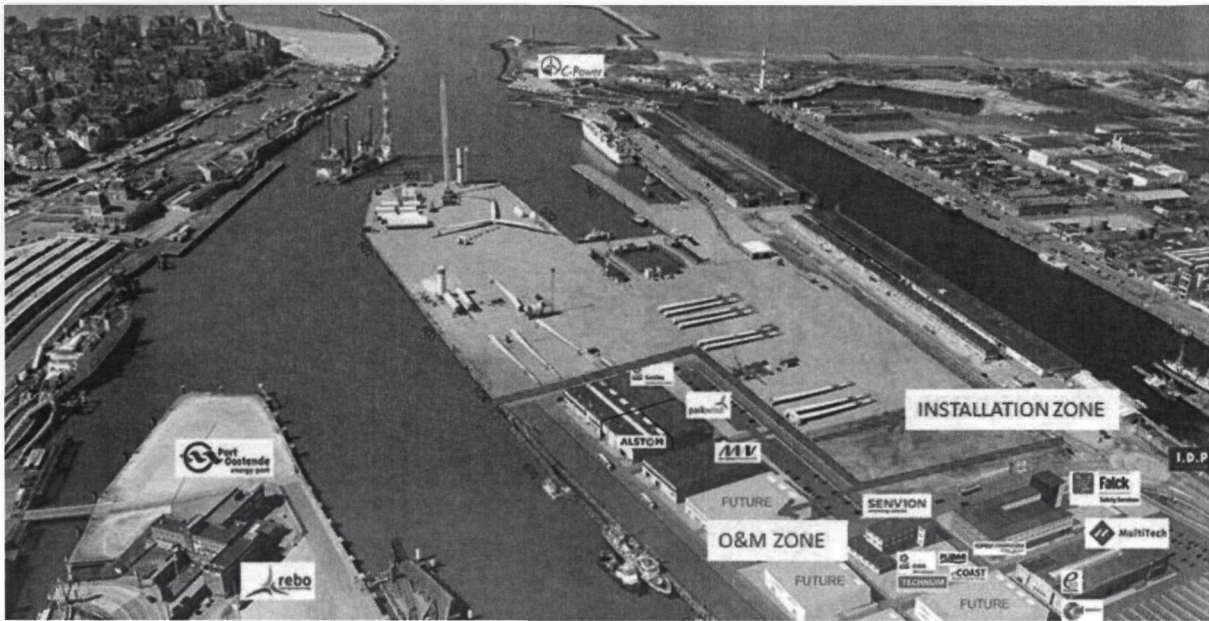


OFFSHORE WIND BELGIUM



DEME: creating land for the future

All rights reserved - © D.E.M.E. NV

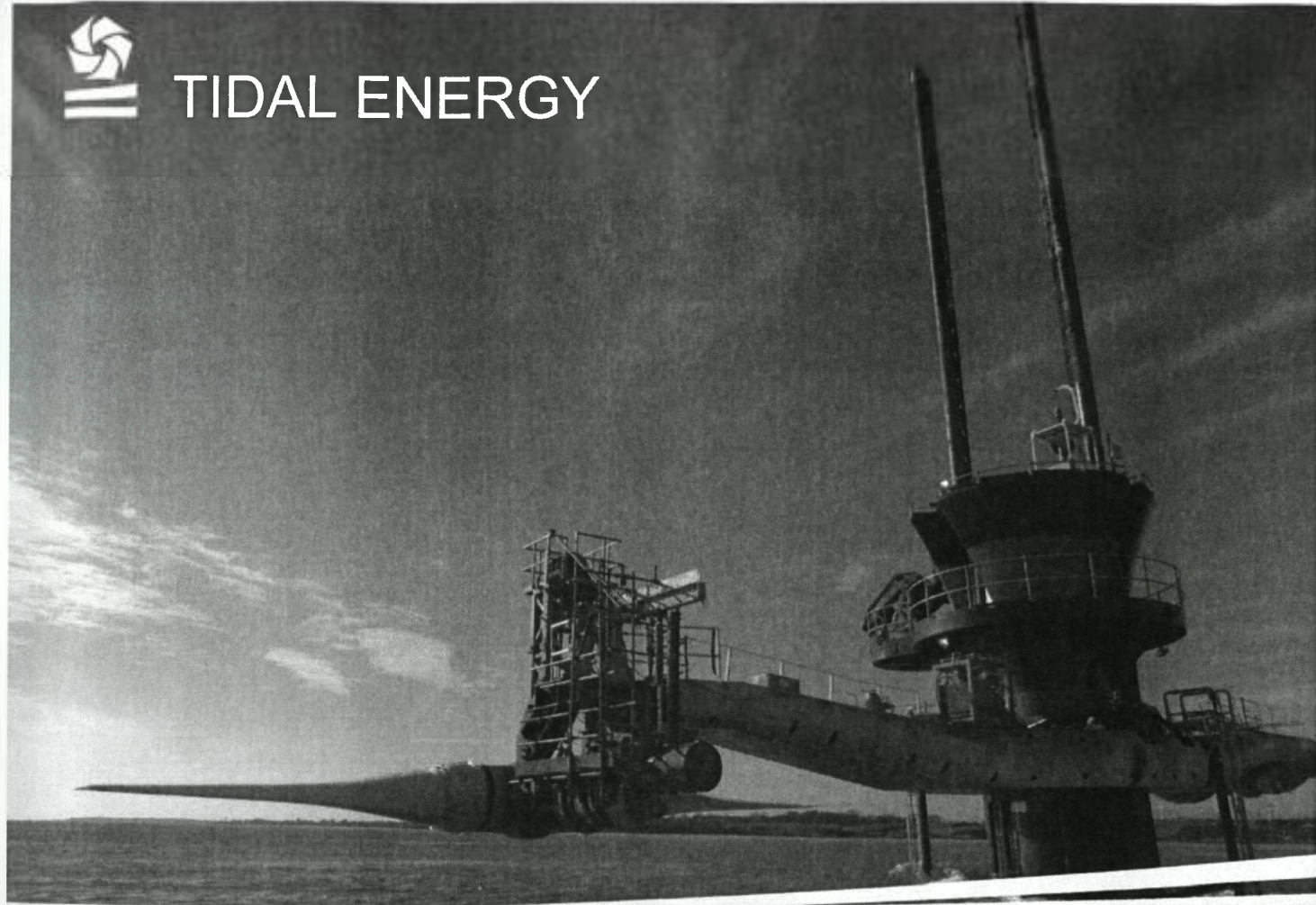



OFFSHORE WIND – BELGIAN INDUSTRY?

- Wind turbine manufacturers**
- ✓ **Foundations Supply Chain**
- ✓ **Electrical Suppliers**
- ✓ **Marine Contractors**
- Cable Supply**
- ✓ **Cable Installation**
- ✓ **EPCI Contractors**
- ✓ **Design**
- ✓ **Port & Port Operators**



TIDAL ENERGY

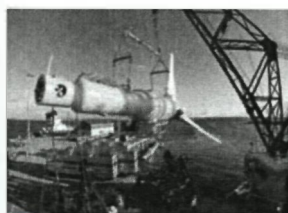


All rights reserved - © D.E.M.E. NV



TECHNOLOGIES

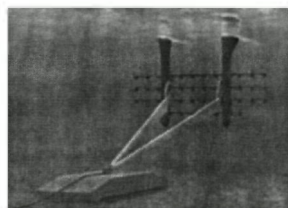
Alstom



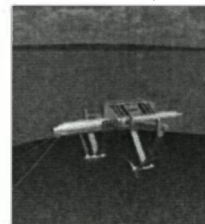
Voith



Schottel



BlueWater



Andritz Hydro/Hammerfest



Tocardo



ARC



MCT





TIDAL ENERGY – BELGIAN INDUSTRY?

- Tidal turbine manufacturers
- ✓ Foundations Supply Chain
- ✓ Electrical Suppliers
- ✓ Marine Contractors
- Cable Supply
- ✓ Cable Installation
- ✓ EPCI Contractors
- ✓ Design
- Port & Port Operators

DEME: creating land for the future

All rights reserved - © D.E.M.E. NV



WAVE ENERGY



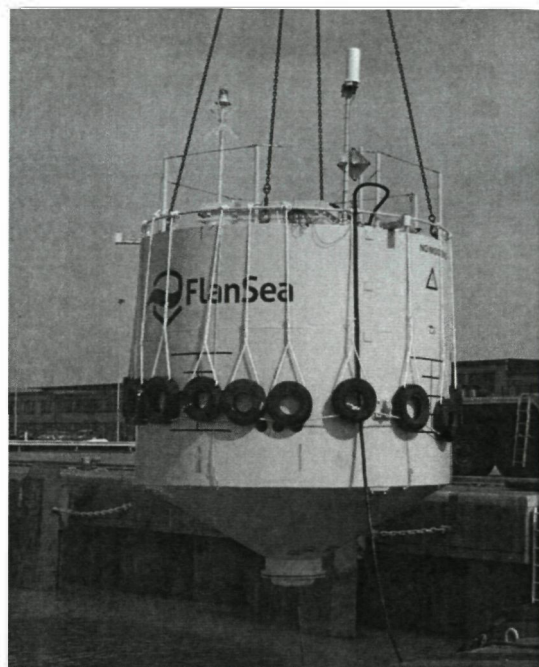
All rights reserved - © D.E.M.E. NV



WAVE ENERGY – A DEVELOPING INDUSTRY

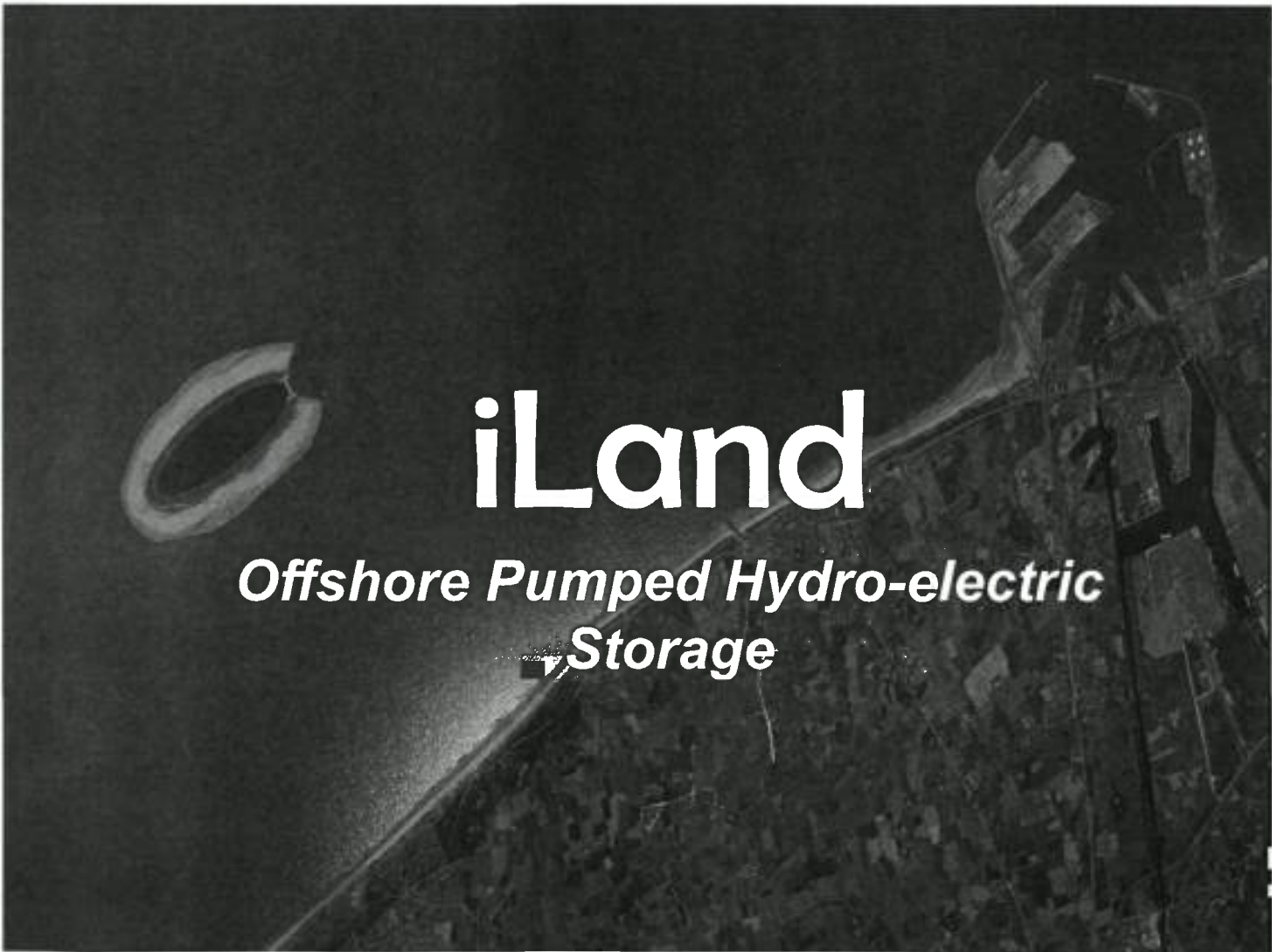
- FlanSea: Research project for the development of a wave energy convertor in a moderate wave climate

- 2002: Stage 1 – Concept
- 2003: Stage 2 – Flume Testing
- 2011: Stage 3 – Flume Testing (scale 1:8)
- 2012: Stage 3 – QnD (scale 1:5)
- 2013: Stage 4 – Wave Pioneer (scale 1:2)



DEME: creating land for the future

All rights reserved - © D.E.M.E. NV



iLand

*Offshore Pumped Hydro-electric
Storage*



ILAND – RENEWABLE ENERGY

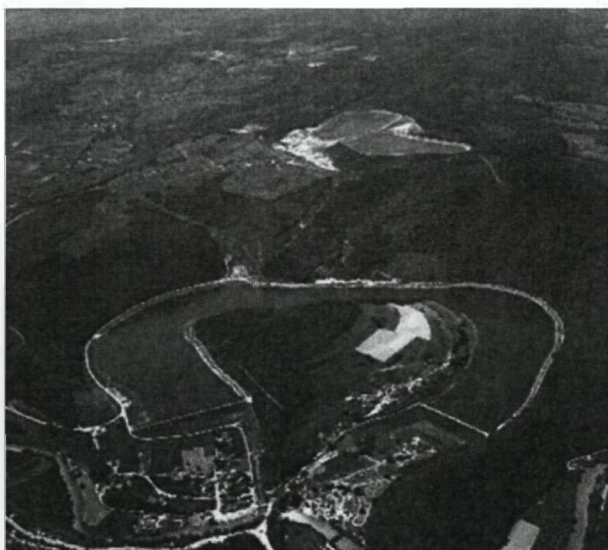
**WIND and SOLAR
are INTERMITTENT.**

C-POWER, Oostende

STORE ENERGY at times of
excess generation, **RELEASE
ENERGY** at times of shortages.



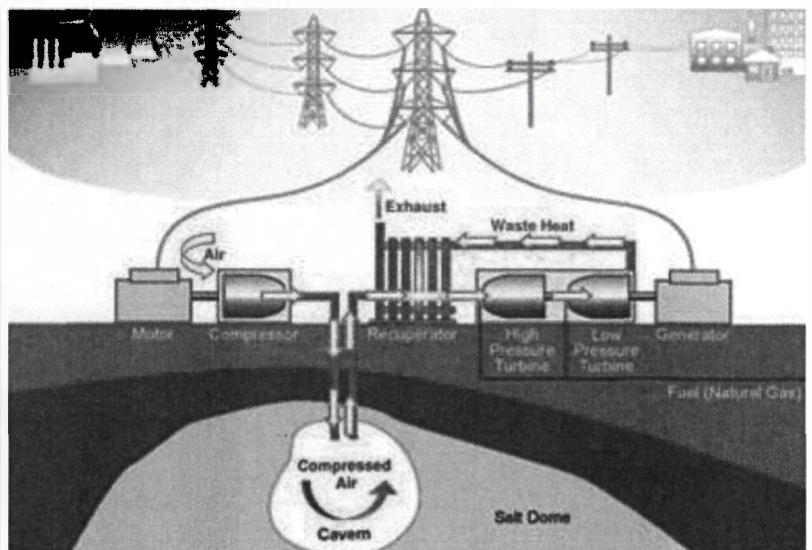
ILAND – LARGE SCALE ENERGY STORAGE



PUMPED HYDRO STORAGE:

98% of all large scale energy storage
worldwide.

*In Belgium: important on-shore spatial
constraints.*

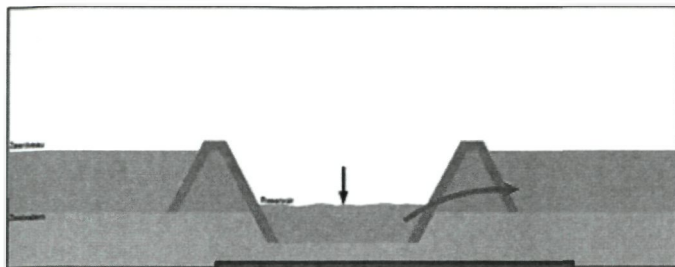


COMPRESSED AIR ENERGY STORAGE:

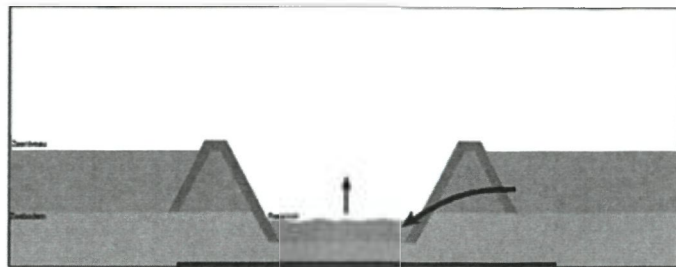
2 stations (1 in USA, 1 in Germany) built since 1978.
In Belgium: unfavourable subsoil conditions.



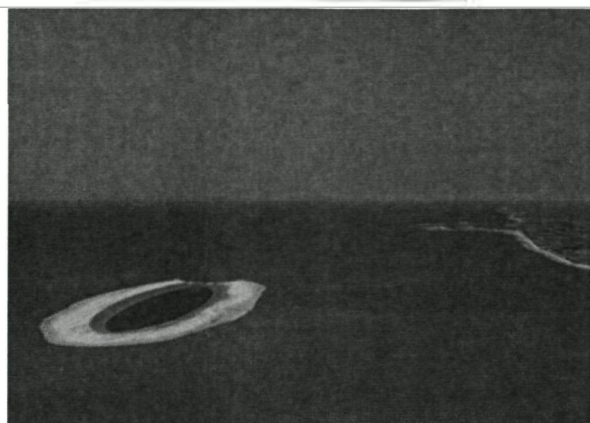
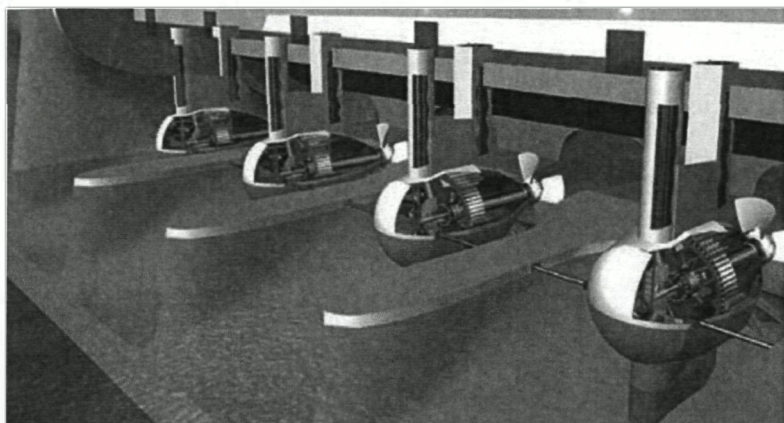
ILAND = ENERGY STORAGE AT SEA



STORE ENERGY

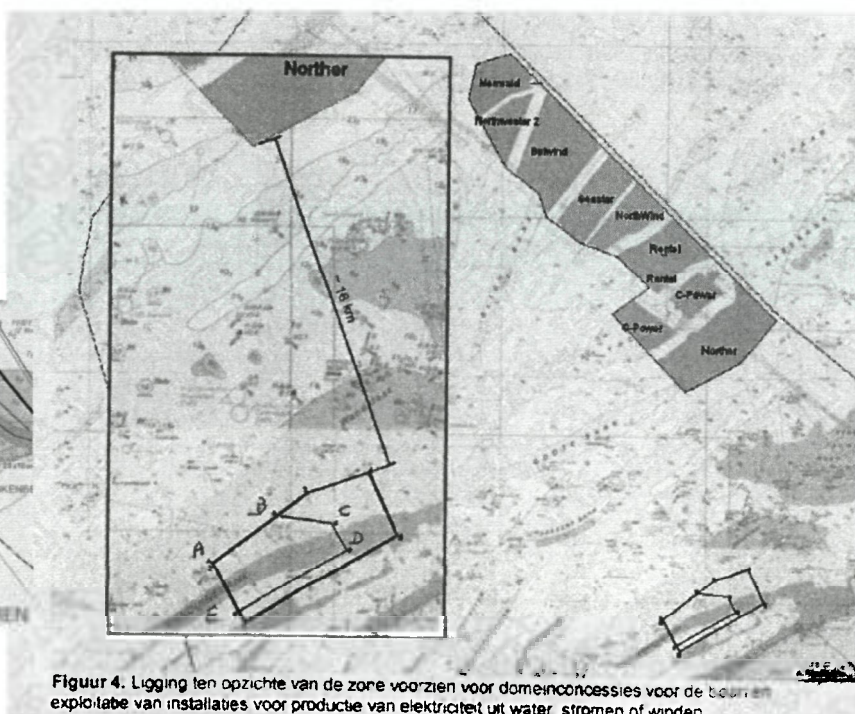
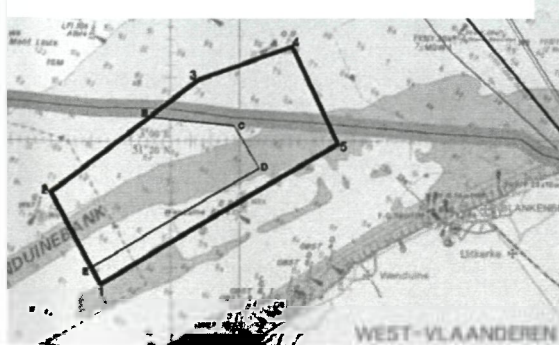


RELEASE ENERGY



ILAND – BASE CASE: LOCATION

Requested domain concession ABCDE within zone 1 (Wenduinebank) of the Marine Spatial Plan.



Figuur 4. Ligging ten opzichte van de zone voorzien voor domeinconcessies voor de bouw en exploitatie van installaties voor productie van elektriciteit uit water, stromen of winden

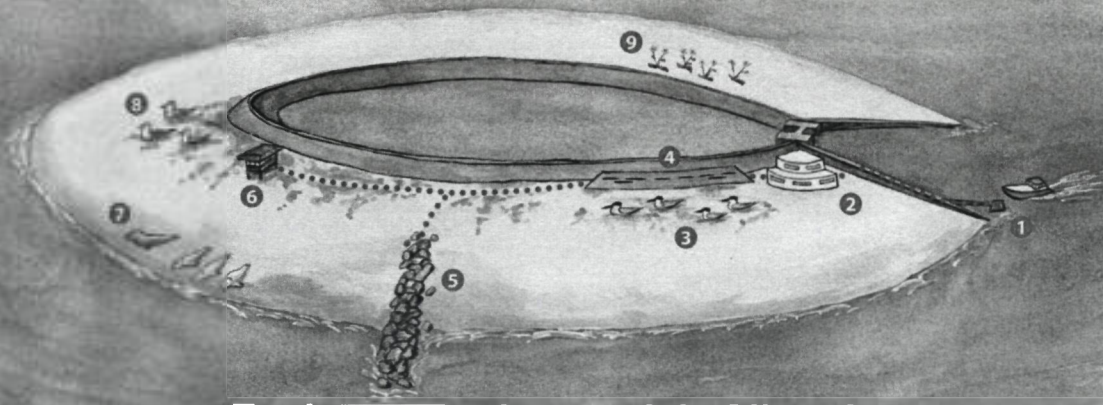


ILAND – BASE CASE

iLand

Artist impression (niet op schaal)

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| ① pier | ⑥ kijkhut |
| ② bezoekerscentrum | ⑦ zeehondenrustplaats |
| ③ sterrenkolonie | ⑧ meeuwenkolonie |
| ④ uitkijkpunt | ⑨ vloedmerkplanten |
| ⑤ strandhoofd | |
| route geleide wandeling | |



**Environmental potential of iLand:
developping, exploring and experiencing coastal nature.**
(Report by marine research company eCoast)

DEME: creating land for the future

All rights reserved - © D.E.M.E. NV



MORE INFO?

Bart De Poorter
General Manager – GeoSea NV
Tel: +32 3 250 53 12
E-mail: info.geosea@deme-group.com

All rights reserved - © D.E.M.E. NV



DISCLAIMER

Disclaimer

This presentation is not and does not constitute an offer or invitation to enter into a ~~contract from GeoSea NV~~ or any of its affiliated or associated companies ("GeoSea"), nor does it form the basis of any contract or commitment.

GeoSea makes no representation or warranty, express or implied, as to the accuracy, reliability or completeness of the material in this presentation. GeoSea, its directors, employees, agents and consultants, shall have no liability for negligence or negligent misstatements, arising out of, contained in or derived from any statements, opinions, information or matters, express or implied herein or for any omissions in this presentation. Statements contained in this presentation, particularly those regarding possible or assumed future performance, costs, production levels or rates, prices, resources, reserves or potential prospects of GeoSea are, or may be, forward looking statements or contain certain assumptions and do not constitute a warranty or commitment from GeoSea.

This presentation and the information provided herewith are and remain the property of GeoSea, are presented to the recipient on a private and confidential basis and for the exclusive use of the recipients to whom it is addressed. In addition to the terms of any confidentiality undertaking that a recipient may have entered into with GeoSea, by its acceptance of the presentation, each recipient agrees that it will not, and it will procure that each of its agents, representatives, advisors, directors or employees (collectively, representatives), will not, and will not permit any third party to, copy, reproduce or distribute to others this presentation, in whole or in part, at any time without the prior written consent of GeoSea, and that it will keep confidential all information contained herein not already in the public domain and will use this presentation for the sole purpose of the development of the project addressed in the presentation for the recipient.

272003

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

BIBLIOTHEEK

**Lessons Learned op sluizen gebouwd in België en Nederland
(Deurganckdoksluis, Yvôz-Ramet & Lanaye)**

Eric Beyts (Jan De Nul) en Christophe Bauduin (Besix)

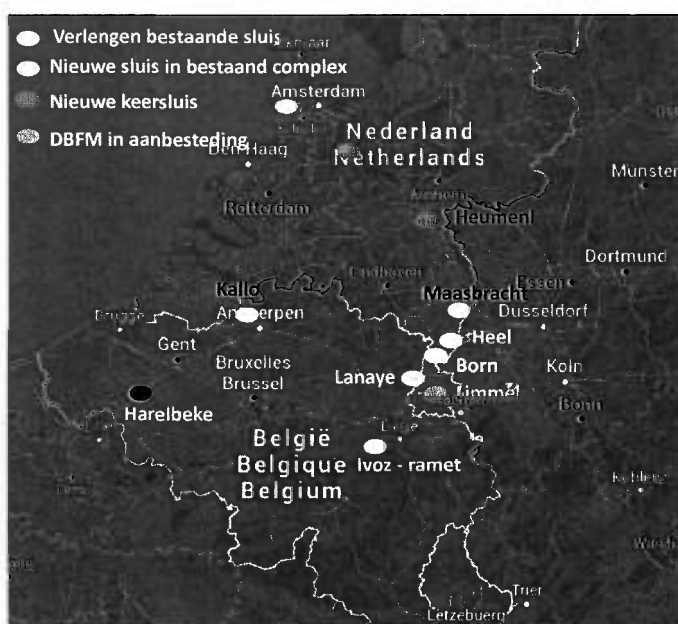
Studiedag Zee- en Waterbouw in en rond Vlaanderen

Christophe Bauduin
BESIX
KULeuven

Eric Beyts
Jan De Nul

4 juni 2015

1



4 juni 2015

2

SLUISPROJECTEN IN BELGIE, NEDERLAND

VERSCHILLENDE CONTRACTTYPES

- Ontwerp en controle door de Overheid, uitvoering door Opdrachtnemer
- Ontwerp, uitvoering, controle (en onderhoud) door Opdrachtnemer

VERSCHILLENDE OPLOSSINGEN

- Zeesluizen, grote en kleine schuthoogtes leiden tot verschillende ontwerpen
- Projectgebonden omstandigheden en eisen

STEEDS TECHNISCHE UITDAGINGEN

- Grootschalige en complexe werken
- Grond en water, funderingstechnieken
- Hoog technisch risico

4 juni 2015

3

GEOTECHNISCHE EN FUNDERINGSTECHNISCHE ASPECTEN

- Werken langs de Maas
 - Groot verval: diepe insnijdingen
 - Zeer sterk watervoerende grintlagen
 - Zeer weinig samendrukbaar
- Werken in de lage landen
 - Waterremmende, samendrukbare, zwellende lagen

4 juni 2015

4

WERKEN LANGS DE MAAS

- Lanaye
- Maasbracht, Born, Heel
- Limmel

GEOTECHNISCHE KENMERKEN

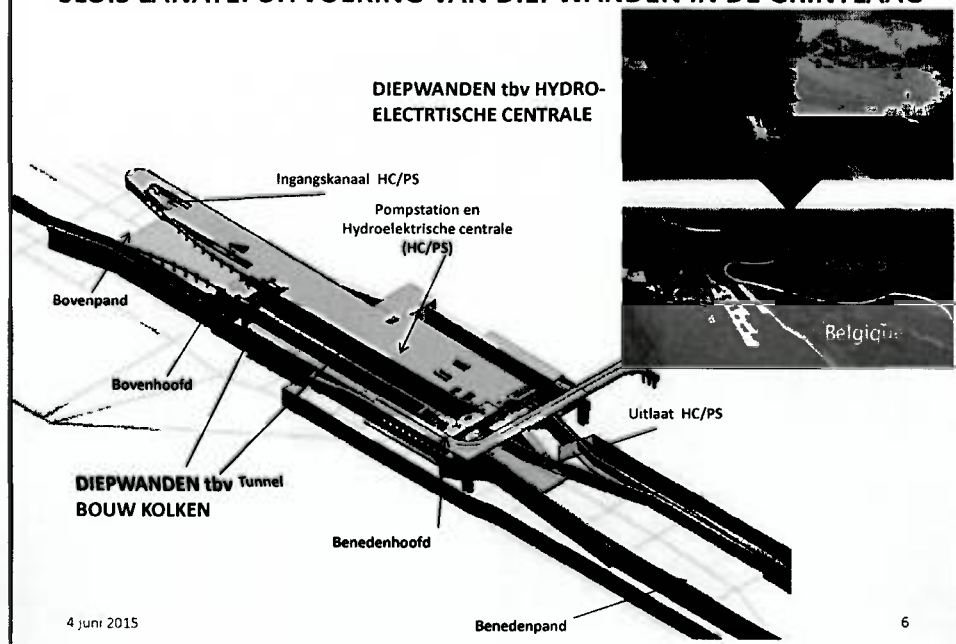
- Oppervlakte-laag leem, zand
- Sterk watervoerende grintlaag, variable porienvulling dus sterk doorlatend materiaal, met watervoerende aders
- Rots sokkel: krijt, kalk, verwerking

GEOTECHNISCHE UITDAGINGEN EN RISICO'S

- Bemalen niet, zeer beperkt mogelijk, doch beheersing van het water is nodig: welke technieken toepassen?
- Welke technieken voor het maken van wanden?

4 juni 2015

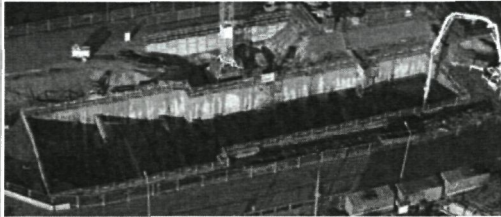
SLUIS LANAYE: UITVOERING VAN DIEPWANDEN IN DE GRINTLAAG



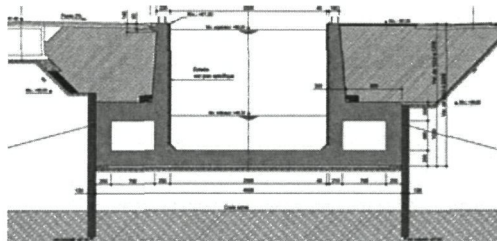
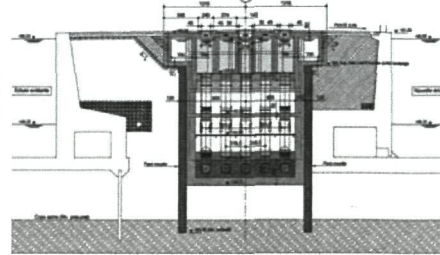
4 juni 2015

6

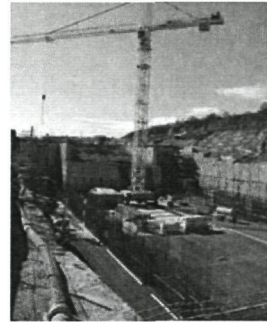
SLUIS LANAYE: UITVOERING VAN DIEPWANDEN IN DE GRINTLAAG



DIEPWANDEN tbv HYDRO-ELEKTRISCHE CENTRALE



DIEPWANDEN tbv BOUW KOLKEN



7

SLUIS LANAYE: UITVOERING VAN DIEPWANDEN IN DE GRINTLAAG

ONTWERPPRINCIPES

- Diepwand doorheen de grintlaag
- Tot in de niet verweerde krijtlaag

Levert waterdichte bouwput: klassieke oplossing in niet klassieke grondgesteldheid

RISICO'S

- Bentonietverlies en oververbruik, geschat op basis van vergelijkbare ervaring
- Graven in de verweerde krijt

SLUIS LANAYE: UITVOERING VAN DIEPWANDEN IN DE GRINTLAAG



SLUIS LANAYE: UITVOERING VAN DIEPWANDEN IN DE GRINTLAAG



SLUIS LANAYE: UITVOERING VAN DIEPWANDEN IN DE GRINTLAAG



11

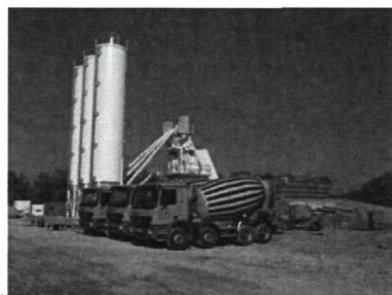
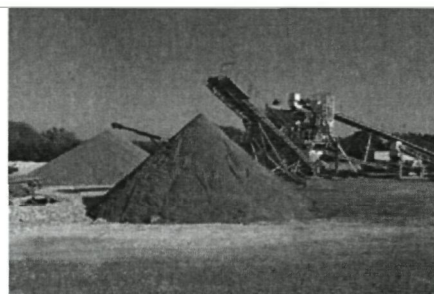
SLUIS LANAYE: UITVOERING VAN DIEPWANDEN IN DE GRINTLAAG

Betoncentrale op de werf

Grint en zand van de uitgraving
gebroken, gezeefd

Toeslagstoffen

Gevanceerd mengsel



4 juni 2015

12

SLUIS LANAYE: DIEPWANDEN

FASTSTELLING BIJ DE EERSTE PANELEN

- Zeer slecht verwerkbaar niettegenstaande vereiste slump
- Verstoppert stortpijp > discontinu stortproces
- Grintnesten, porositeit

ORZAAK GEZOCHT

- Zeer hoekig zand
- Additieven tbv vloeibaarheid

KORRECTIE

- Import van rondkorrelig zand
- Vloeibaarheid door fijnen, minder additieven

4 juni 2015

13

SLUIS LANAYE: GRONDWATERBEHEERSING

WATERDICHTTE AFSLUITING NIET VERWEERDE ROTS

- Beperkt instroomdebiet
- Vereist dat de diepwand voldoende goed aansluit met de niet verweerde laag

UITVOERING

- Geen "onverweerde rots" tegengekomen tijdens de graafwerken
- Toch beperkt instroomdebiet
- Water dmv een grindlaag 30 cm en pompsysteem opgevangen
- Eenmalig een waterader die het jonge beton uitgeloogd heeft
- Belangrijke monitoring
- Opdrijfvermogen van gestorte moten controleren omdat er minder afstroming is

4 juni 2015

14

SLUIS LANAYE: DIEPWANDEN en GRONDWATERBEHEERSING

LESSONS LEARNED

- 1) Graven in de grint en verweerde rots is geen probleem
- 2) Oververbruik bentoniet beheerst door aangepaste bentonietsamenstelling
- 3) Betonsamenstelling funderingswerken niet gelijklopend met normale betonwerken
 - dit is een recent erkend probleem, Europees en wereldwijd
 - onderzoekswerk DFI en EFFC
 - nieuwe eisen voor beton tbv funderingswerken?

4 juni 2015

15

UITBREIDING SLUIZEN BORN, MAASBRACHT EN HEEL: DAMWANDEN DOOR GRINTLAGEN en GRONDWATERBEHEERSING

ONTWERPPRINCIPES

- Damwand doorheen de grintlaag
- Gewapend Onderwaterbeton en GEWI trekpalen

Levert waterdichte bouwput: klassieke oplossing in niet klassieke grondgesteldheid

RISICO'S

- Heiweerstand, uit het slot lopen
- Weinig ervaring met gewapend onderwaterbeton

4 juni 2015

16

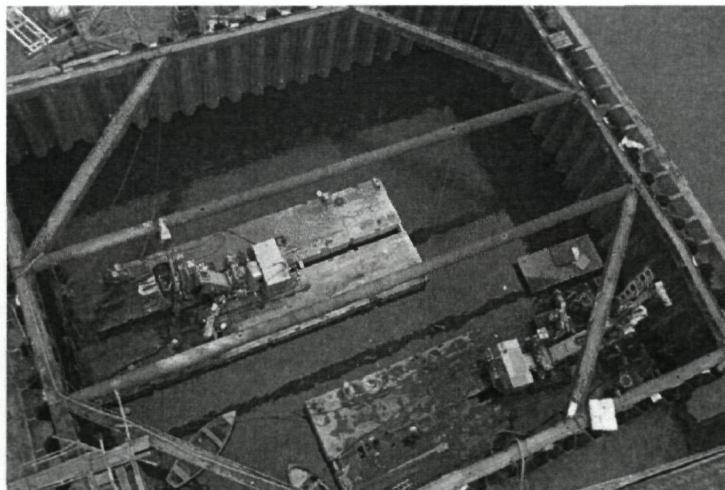
**UITBREIDING SLUIZEN BORN, MAASBRACHT EN HEEL:
DAMWANDEN DOOR GRINTLAGEN en GRONDWATERBEHEERSING
UITVOERING**

- Damwanden en combiwanden: predictieve hei-analyse op basis van de sonderingen
- Heiproef ruimschoots op voorhand tbv selectie profielen en heimaterieel



4 juni 2015

17

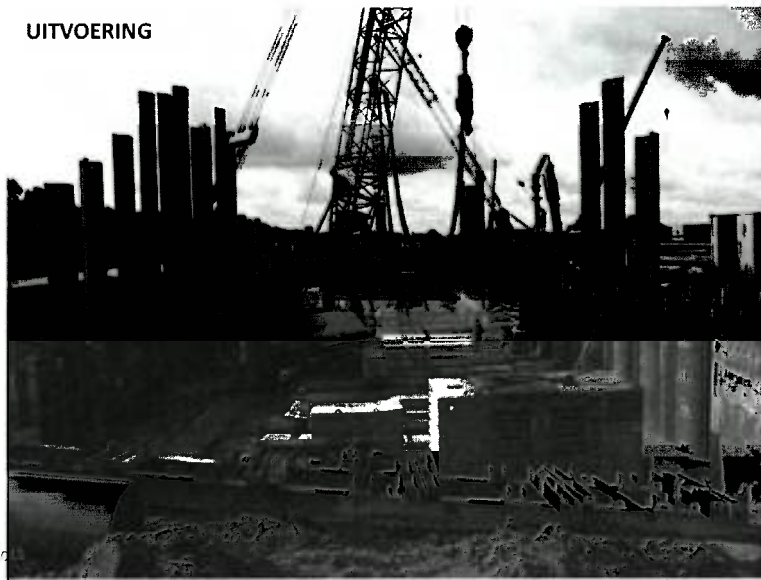


4 juni 2015

18

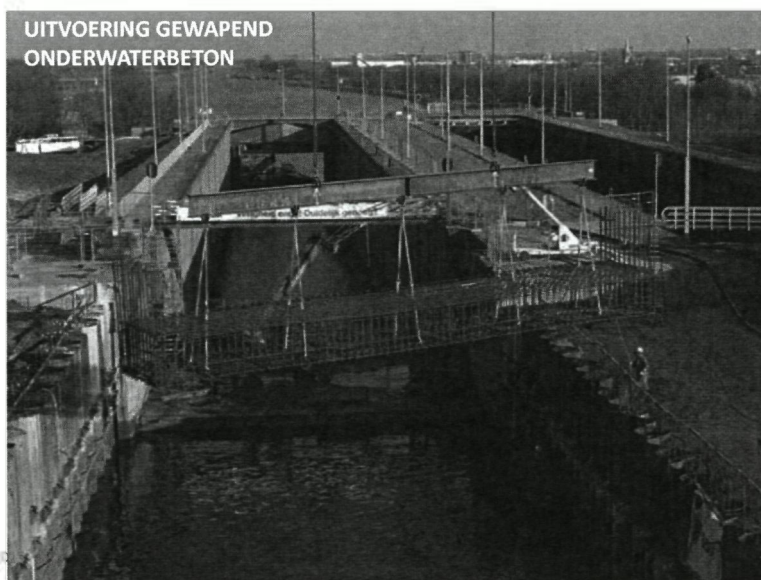
**UITBREIDING SLUIZEN BORN, MAASBRACHT EN HEEL:
DAMWANDEN DOOR GRINTLAGEN en GRONDWATERBEHEERSING**

UITVOERING

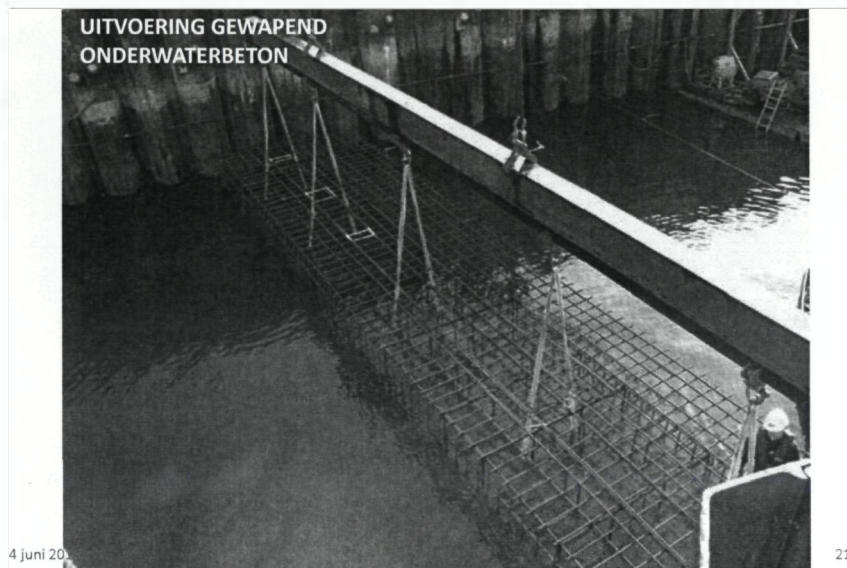


**UITBREIDING SLUIZEN BORN, MAASBRACHT EN HEEL:
DAMWANDEN DOOR GRINTLAGEN en GRONDWATERBEHEERSING**

UITVOERING GEWAPEND
ONDERWATERBETON



**UITBREIDING SLUIZEN BORN, MAASBRACHT EN HEEL:
DAMWANDEN DOOR GRINTLAGEN en GRONDWATERBEHEERSING**



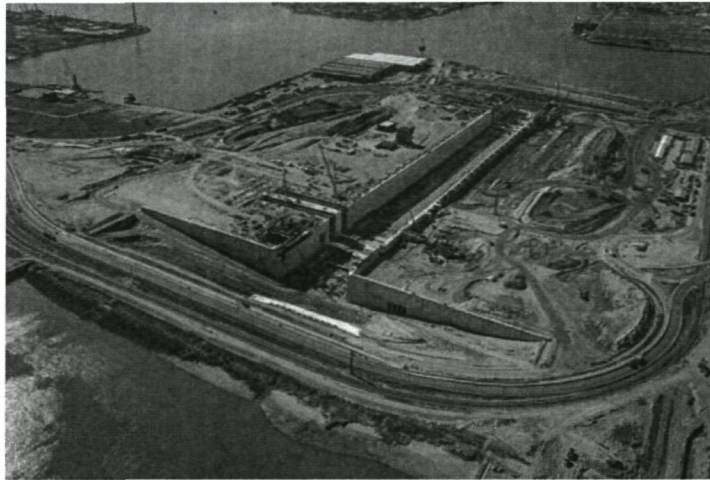
**UITBREIDING SLUIZEN BORN, MAASBRACHT EN HEEL:
DAMWANDEN DOOR GRINTLAGEN en GRONDWATERBEHEERSING**
LESSONS LEARNED

- 1) Heien is mogelijk mits gepaste technieken
 - Proefheien aanbevolen
 - Beperkte herstellingen
- 2) Gewapend onderwaterbeton is een betrouwbare en uitvoerbare oplossing

4 juni 2015

22

BOUW VAN EEN TWEEDE SLUIS IN DE WAASLANDHAVEN: DEURGANCKDOKSLUIS



4 juni 2015

23

DEURGANCKDOKSLUIS

Kort overzicht van de bouw en de diverse bouwaspecten:

1. Uitgebreide uitvoeringsstudie
2. Uitvoeren van cement-bentonietwanden tot in Boomse klei (waterdichtscherm rond de bouwput) – totaal 90.000m²
3. Bemaling (grondwaterverlaging van +/- 25m)
4. Heien van damplanken – totaal 10.000 Ton
5. Uitvoeren van grondwerken in open bouwput – totaal 4.500.000 m³ uitgraving en 3.000.000 m³ aanvulling
6. Uitvoeren van betonwerken – totaal 750.000 m³ beton en 55.000 Ton wapening
7. Productie staalconstructies (deuren en bruggen) – totaal 20.000 Ton
8. Onderwaterzetten en baggerwerken
9. Plaatsen deuren en bruggen
10. Elektromechanische afbouw en operationeel maken sluis

4 juni 2015

24

DEURGANCKDOKSLUIS: bijzondere risico's en uitvoeringsaspecten

- Uitvoering van het waterdichte scherm – controle op de waterdichtheid
- Betonsamenstelling – kritische aspecten
- Productie staalconstructies in China – beheersing van de risico's
- Zwel van de klei – bijzondere aspecten tijdens uitvoering

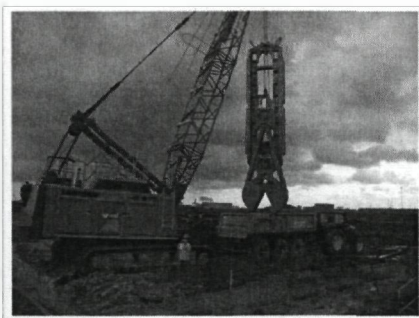
4 juni 2015

25

DEURGANCKDOKSLUIS: waterdicht scherm

1. Uitvoering van het scherm door middel van cement-bentonietwanden:

- Totale lengte 3000 m – diepte tot 33 m (3 meter in Boomse klei)
- Uitvoering met 4 diepwandmachines in twee ploegensysteem gedurende 5 maanden



4 juni 2015

26

DEURGANCKDOKSLUIS: waterdicht scherm

2. Gevolgen van niet waterdicht zijn van het scherm:

- Grondwaterverlaging en zettingen buiten het scherm – schade bij naastliggende bedrijven en bestaande wegverhardingen
- Meer en duurdere bemaling nodig
- Opsporen en dichten van lekken is achteraf zeer moeilijk en arbeidsintensief en bijgevolg zeer duur
- Bemaling uitstellen tot lekken gedicht zijn → grote impact op de planning

4 juni 2015

27

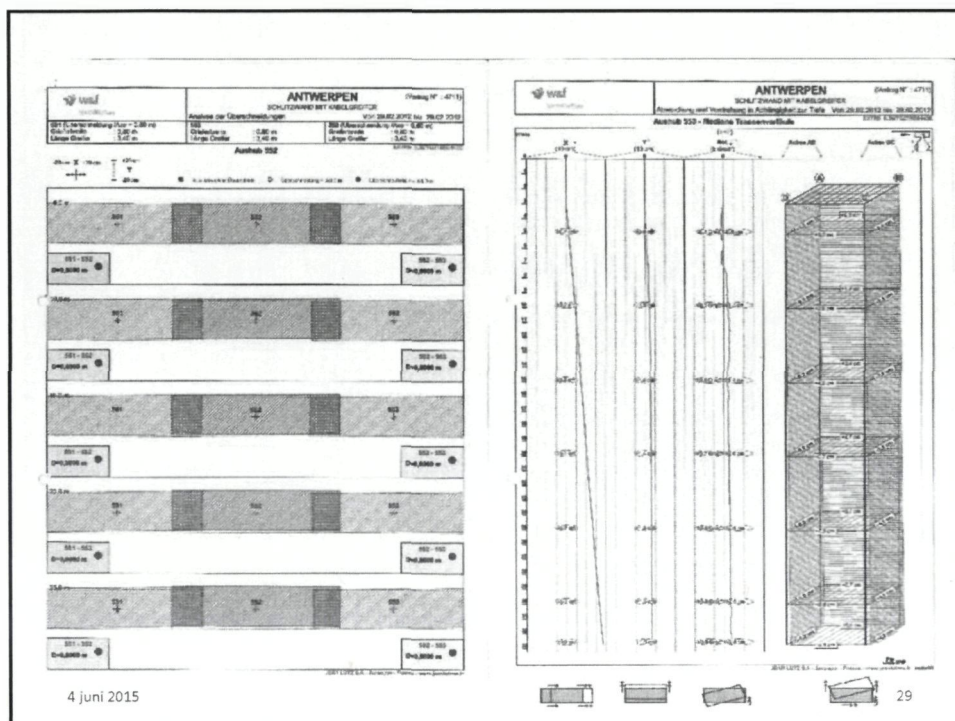
DEURGANCKDOKSLUIS: waterdicht scherm

3. Risicobeperkende maatregelen : monitoring van de graafwerken

- Gedurende de graafwerken wordt de positie van de grijper continu opgemeten. Bij bovenkomen van de grijper wordt deze info doorgestuurd naar een computer in de kabine van de graafmachine
- Via deze info kan de overlap van twee opeenvolgende panelen ingeschat worden
- Per paneel controlefiche - per serie panelen overlap in kaart brengen
- Indien niet de vereiste minimum overlap behaald werd, werd het paneel opnieuw uitgegraven – in geval van twijfel over de kwaliteit van een bepaald paneel werd ook overgegaan tot heruitvoering.
- In totaal werden zo een viertal panelen opnieuw uitgegraven

4 juni 2015

28



4 juni 2015

29

DEURGANCKDOKSLUIS: waterdicht scherm

4. Resultaat :

- Na start van bemaling werden geen zettingen en/of grondwaterverlagingen buiten het scherm vastgesteld
- Na realisatie van de bouwput werd de bemaling afgezet – na drie maanden zonder problemen werd de bemaling zelfs verwijderd = aanzienlijke besparing op de bemaling
- Geen vertragingen op de reeds krappe planning

5. Conclusies:

- Door het gebruik van het monitorsysteem en het zorgvuldig opvolgen van de kwaliteit tijdens de productie is het mogelijk om een waterdichte wand te realiseren

4 juni 2015

30

DEURGANCKDOKSLUIS: betonsamenstelling

1. Randvoorwaarden:

- Afwijking van de norm toegestaan: minimum cementgehalte 300 kg/m³ ipv 340 kg/m³ voor C25/30 EN C30/37
- Lage hydratatiewarmte voor dikwandige structuren (tot 10m dik!)
- Beschikbaarheid van de cement en de granulaten tijdens de ganse duur van het project en dit met behoud van de vooropgestelde kwaliteit - gemiddeld 1500 m³/dag met pieken tot 3000 m³/dag
- Granulaten en cement leverbaar per schip (aantal transporten per vrachtwagen op de werf beperken)
- Totaalprijs

4 juni 2015

31

DEURGANCKDOKSLUIS: betonsamenstelling

2. Uitwerking:

- minimum cementgehalte 300 kg/m³ ipv 340 kg/m³ voor C25/30 EN C30/37: uitgebreid testprogramma nodig om "gelijkwaardigheid" met normsamenstelling op gebied van sterkte en duurzaamheid aan te tonen: lang testprogramma (+/- 4 maanden)
- Lage hydratatiewarmte voor dikwandige structuren (tot 10m dik!): gebruik van een CEM V/A 32.5 LA : portlandcement + hoogovenslakken + vliegassen → garanties voor beschikbaarheid vliegassen nodig!
- Beschikbaarheid van de cement en de granulaten tijdens de ganse duur van het project : gebruik van zeegranulaten (consessie tijdens visbroedseizoen gesloten – genoeg stock voorzien om dit te overbruggen)

4 juni 2015

32

DEURGANCKDOKSLUIS: betonsamenstelling

3. Conclusies:

- Lange doorlooptijd om een mengsel te bepalen en te certifiëren: ongeveer 10 maanden – enkel interessant en rendabel voor grote hoeveelheden
- Door de grote hoeveelheden zijn er diverse logistieke problemen op te lossen
- Het beperken van het cementgehalte is gunstig voor de kostprijs – ongunstig voor neveneffecten zoals “zandlopers”

4 juni 2015

33

DEURGANCKDOKSLUIS: staalconstructies

1. Productie in China van deuren en bruggen: aandachtspunten

- Omwille van productiecapaciteit
- Prijs: lage productieprijs – hoge transportprijs
- Veel vooroordelen bemoeilijken proces zoals: slechte kwaliteit basismaterialen – slechte las kwaliteit – kwaliteit schilderwerk
- Moeilijke communicatie
- Andere cultuur
- Permanente opvolging ter plaatse vereist
- Grote afstand – verplaatsing is minstens voor 1 week

4 juni 2015

34

DEURGANCKDOKSLUIS: staalconstructies

2. Kwaliteitsopvolging:

- Kennis van Europese normen
- Steeds leerproces bij aanvang van een nieuw proces
- Permanente opvolging ter plaatse: team van max. 10 mensen

3. Conclusies:

- Grote capaciteit van middelen: interessant op gebied van planning
- Lange transporttijd (7 weken): incalculeren in planning
- Goede kwaliteit mogelijk, mits goede opvolging ter plaatse
- Opvolgingsbudget is aanzienlijk → mee te nemen in totaalplaatje van het project
- Te beschouwen als aparte werf
- Toekomst: nog interessant?

4 juni 2015

35

DEURGANCKDOKSLUIS: staalconstructies



4 juni 2015

36

DEURGANCKDOKSLUIS: zwel van de klei

1. De sluis staat gefundeerd op, of vlak boven de Boomse Klei. Dit heeft diverse gevolgen:

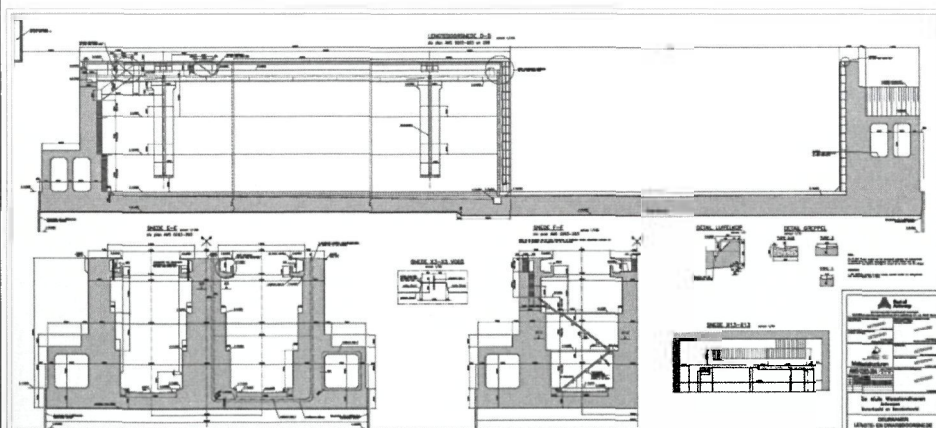
- Rekening houden tijdens ontwerp: krachten en vervormingen ten gevolge van zwel klei – vloer uitvoeren met tegenpeil
- Rekening houden bij uitvoeringsvolgorde
- Constructies zetten tijdens uitvoering: bij betonneren – bij aanvullen – bij vullen sluis - ... : tot 5 cm – lastig voor landmeters
- Bepaalde elementen dienen met hoge tolerantie uitgevoerd te worden (3mm). Onder andere de granieten aanslagstijlen voor de deuren en de rails waarop de deuren rijden bij openen en sluiten.

4 juni 2015

17

DEURGANCKDOKSLUIS: zwel van de klei

Doorsnede deurkamer



4 juni 2015

18

DEURGANCKDOKSLUIS: zwel van de klei

2. Ontwerp:

- Nog weinig gekend van het werkelijke gedrag van de klei
- Korte termijnseffect en lange termijnseffect
- Herberekenen zweldruk van klei op deurlopen – zweldruk opgegeven in bestek gaf aanleiding tot zeer groot wapeningspercentage
- Voorzien van tegenpeil in deurlopen (10cm) en vloertegels (25cm) om toekomstige zwellings te compenseren
- Uitvoeren deurlopen 1 jaar na uitgraven zodat groot deel van de zwel reeds plaatsgehad heeft

4 juni 2015

39

DEURGANCKDOKSLUIS: zwel van de klei

3. Uitvoering

- Plaatsen van meettoestellen onder de deurloop om de zwel van de klei te monitoren en te toetsen aan de aannames
- Zettingen tijdens de bouw maken het noodzakelijk om met lokale assenstelsels te werken en er steeds over te waken dat alle lokale stelsels op mekaar afgestemd blijven.
- Optreden van differentiële zettingen tijdens de uitvoering door asymmetrische aanvullingen → granieten aanslagen dienden "scheef" gezet te worden om in definitieve toestand binnen de toleranties te blijven.

4 juni 2015

40

DEURGANCKDOKSLUIS: zwel van de klei

4. Conclusies

- De zwel van de klei is een complexe materie die onverwachte uitvoeringsproblemen met zich meebrengt.
- Permanente opvolging nodig en bijpassen van maatgeving: niet absoluut werken, maar relatief
- Meer en meer studies voorhanden door opvolging van bestaande projecten (tunnelprojecten in Nederland en deze sluis) zodat toekomstige studies beroep kunnen doen op deze gegevens en minder moeten uitgaan van veronderstellingen.

4 juni 2015

41

EINDE



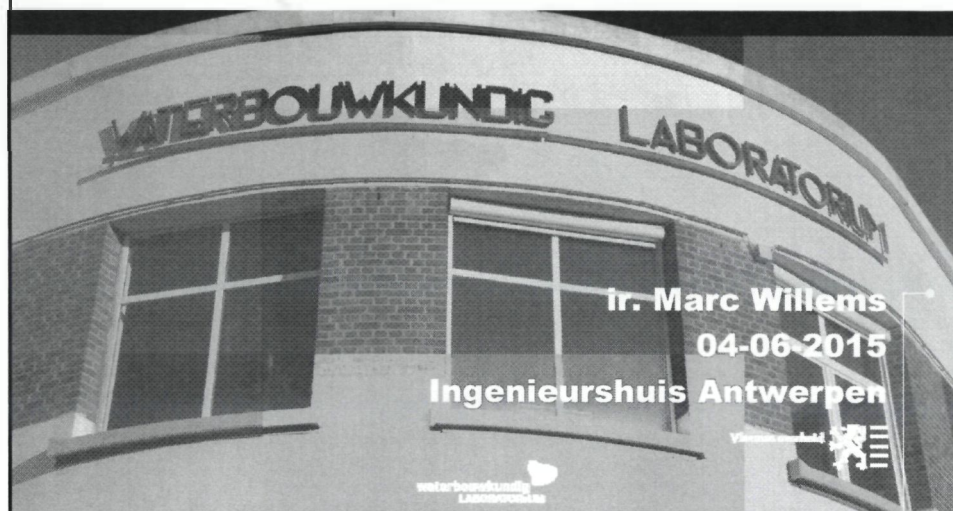
4 juni 2015

42

Een levend model van de haven van Zeebrugge i.k.v. Vlaamse Baaien

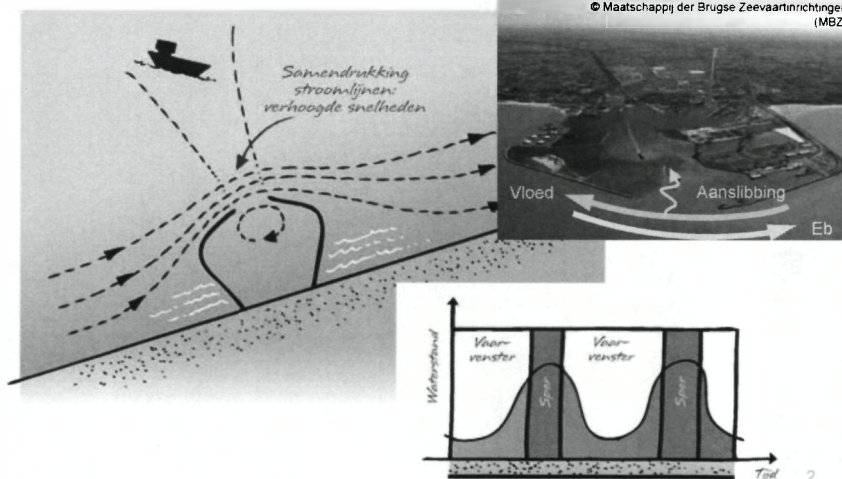


Mobilité en
Openbare Werken



• Invloed getij op Zeebrugge

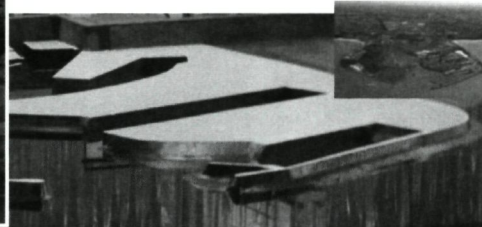
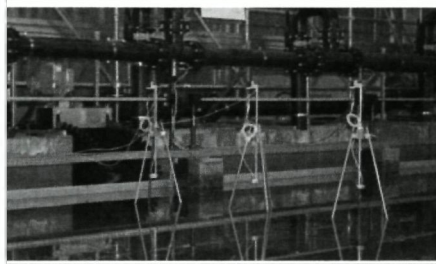
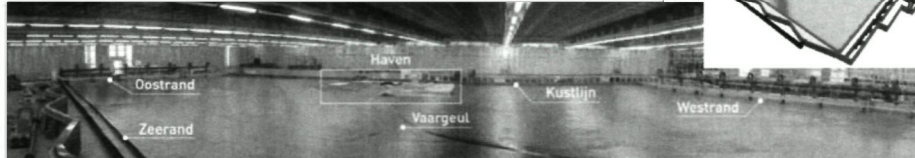
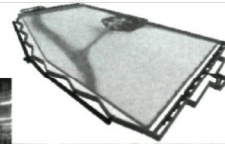
Mobilité en
Openbare Werken



Fysisch model van Zeebrugge

Mobiliteit en
Openbare Werken

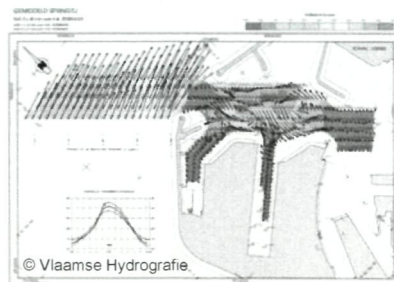
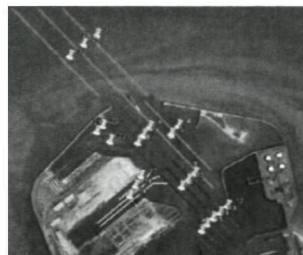
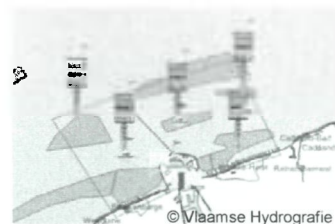
- hor. schaal 1:300 & vert. schaal 1:100
(16 km x 10 km) (20 m waterdiepte)



De echte wereld (→ kalibratie)

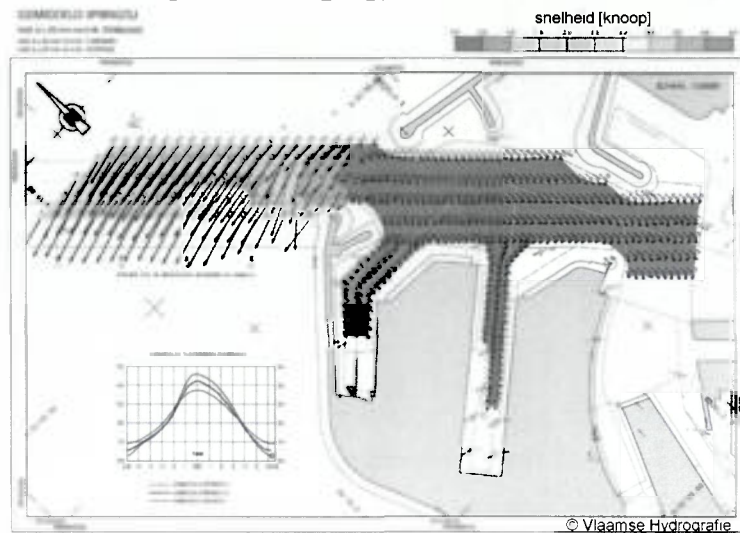
Mobiliteit en
Openbare Werken

- In situ metingen
 - Permanente stations:
 - 6x waterstand
 - 2x stroming
 - ADCP raaien



• Strooming (springtij)

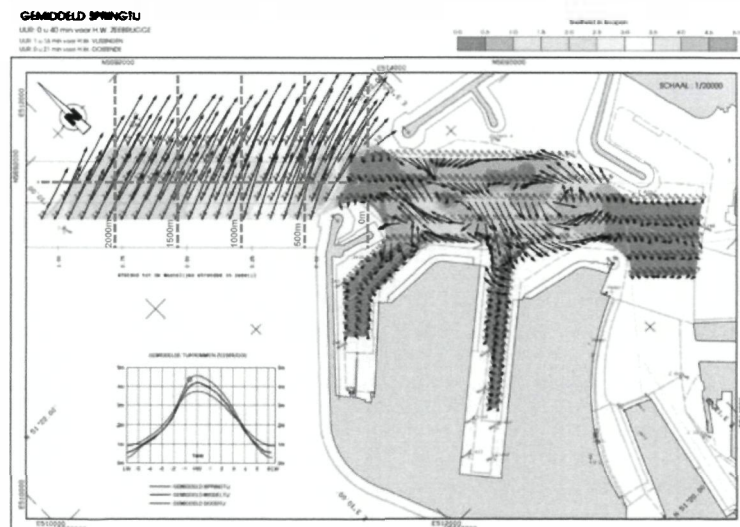
Mobiliteit en
Openbare Werken



© Vlaamse Hydrografie

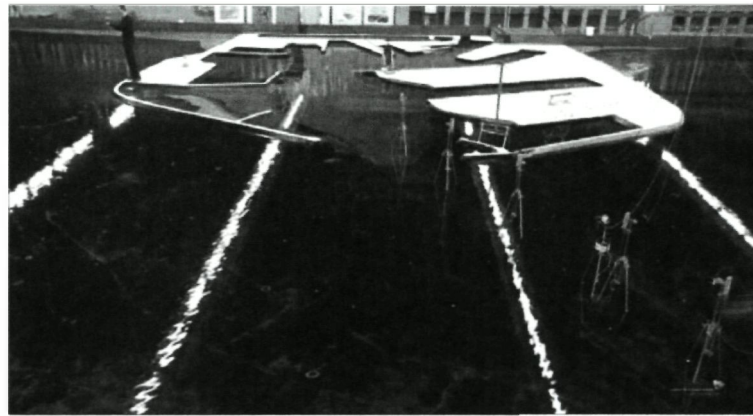
• Maximale vloedstroom

Mobiliteit en
Openbare Werken



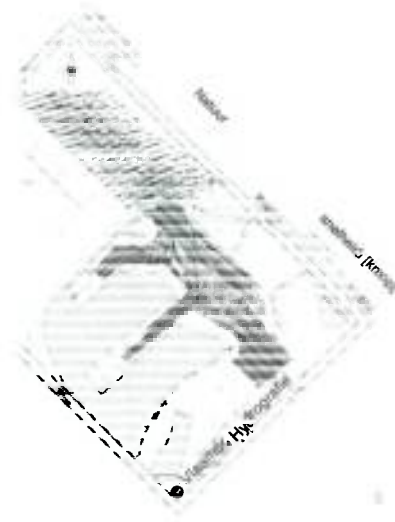
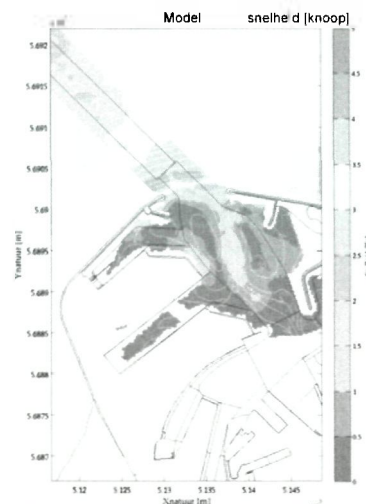
• Een levend model

Mobiliteit en
Openbare Werken



• Gekalibreerd schaalmodel

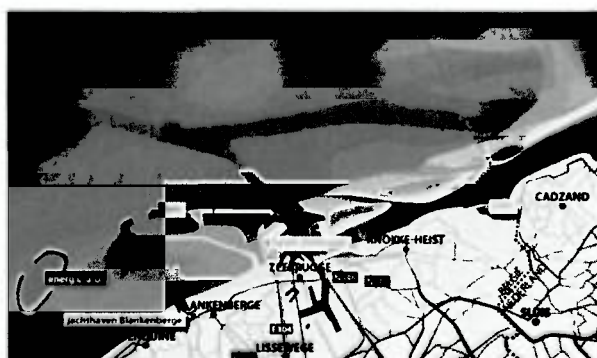
Mobiliteit en
Openbare Werken



• Numerieke modellen



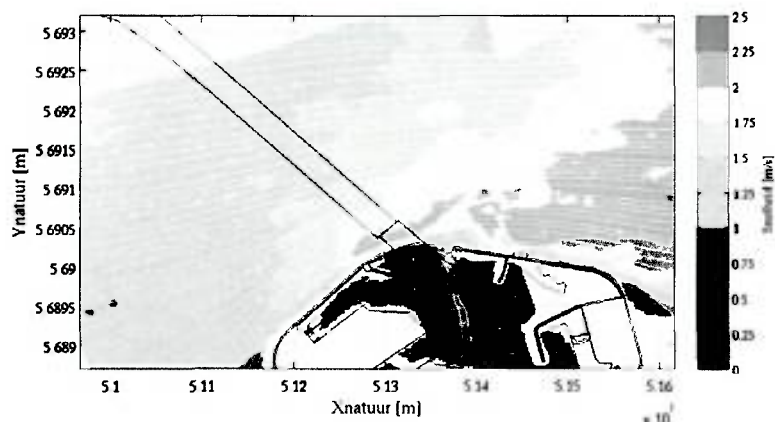
• Bouwstenen Vlaamse Baaien





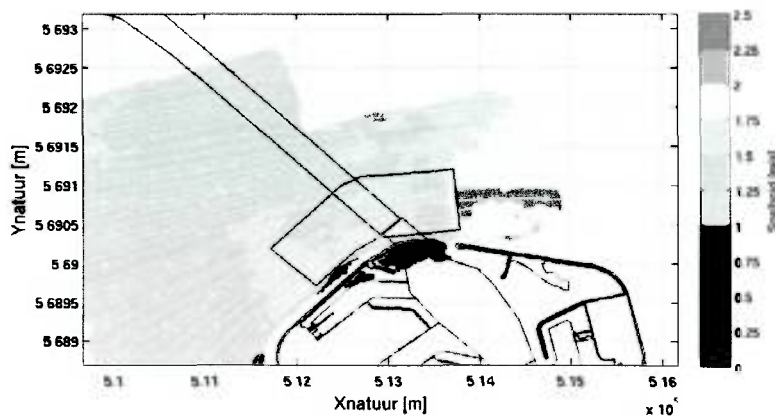
Huidige toestand

Mobiliteit en
Openbare Werken



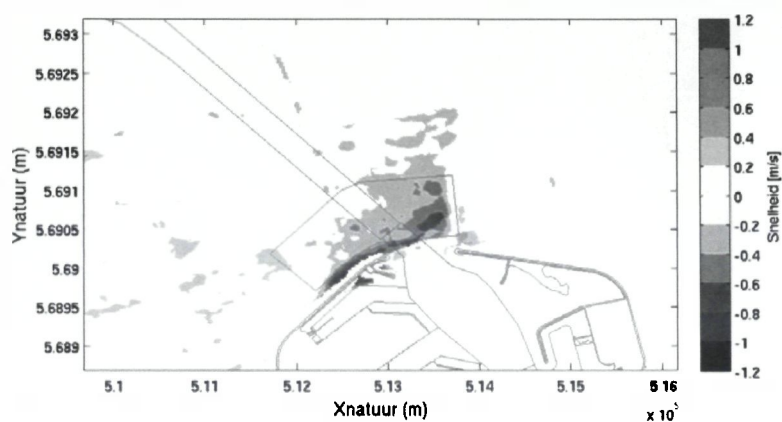
Bodemverlaging

Mobiliteit en
Openbare Werken





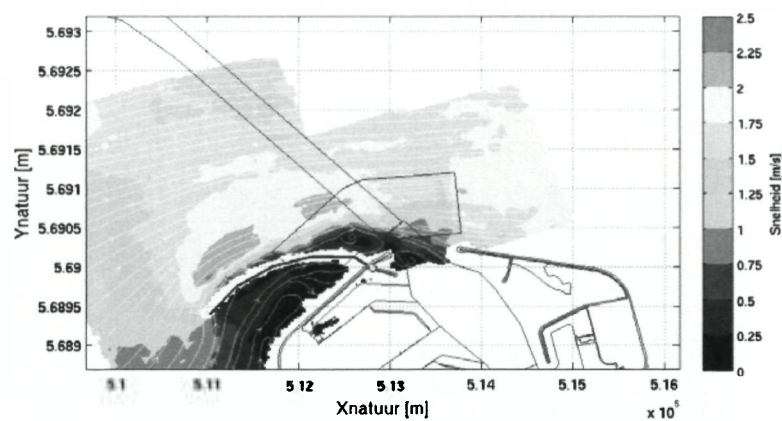
Bodemverlaging



13



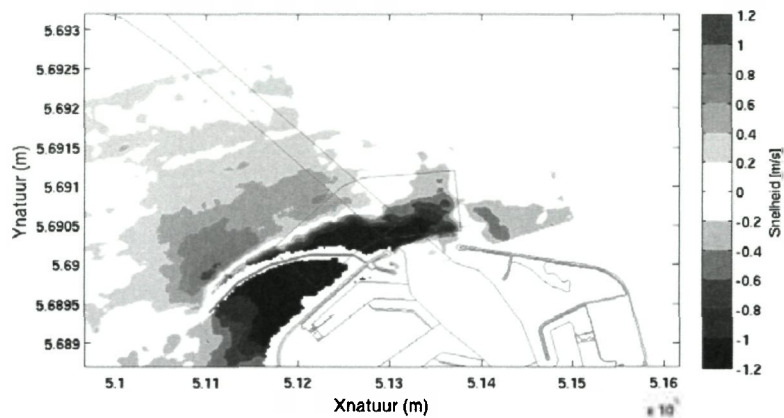
Bodemverlaging + korte westdam



14

Bodemverlaging + korte westdam

Mobiliteit en
Openbare Werken



10

Gedachte
van de dag

Mobiliteit en
Openbare Werken



Consulter onze website



<http://www.ie-net.be>



ie-net vzw
Ingenieurhuis

Desguinlei 214, B-2018 Antwerpen 1, Tel. 03-260 08 40, Fax 03-216 06 89, E-mail info@ie-net.be
Dexia 068-2142216-95 ING 320-0843321-73 BTW BE435567909
<http://www.ie-net.be>