

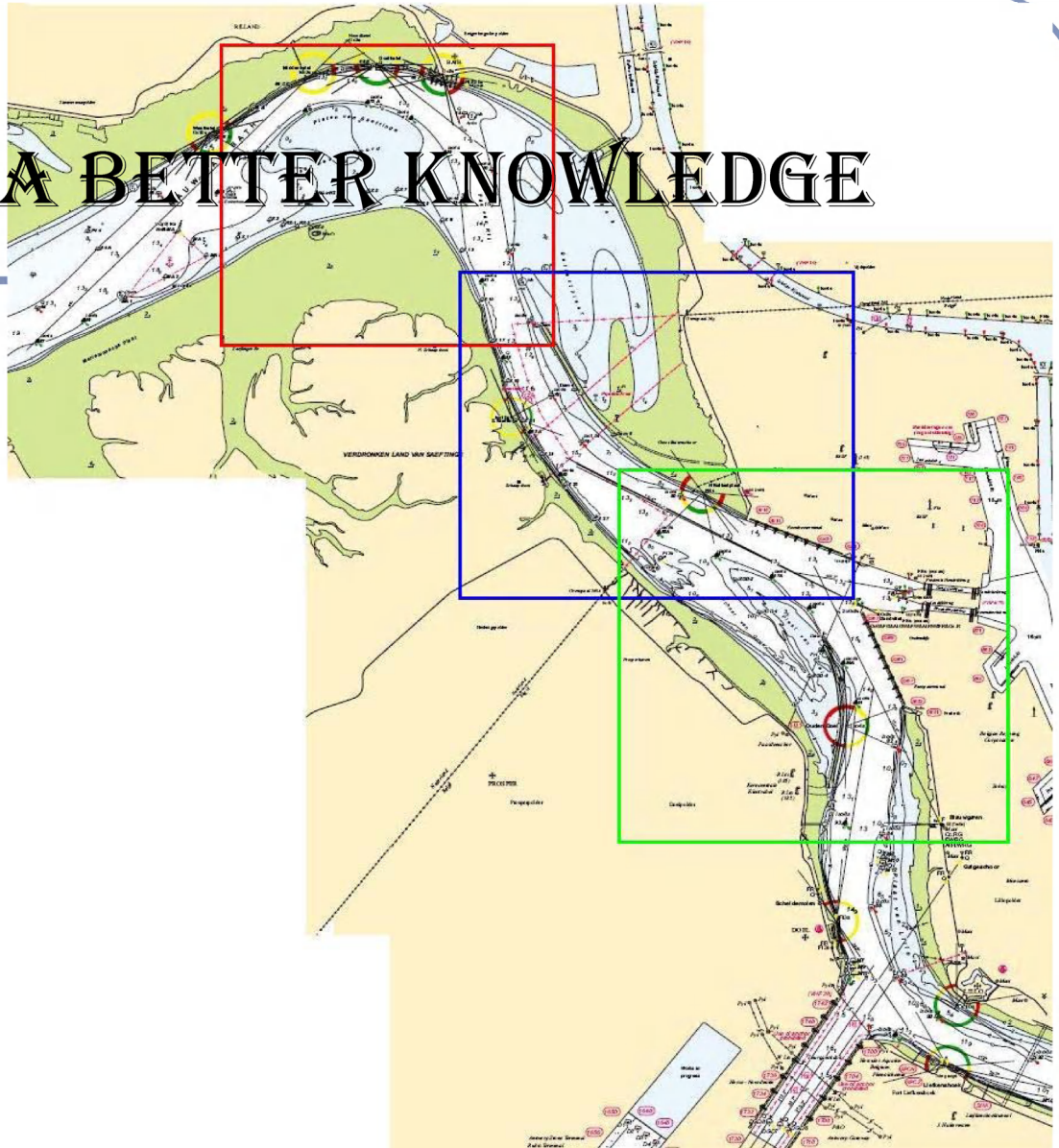
LOOKING FOR A BETTER KNOWLEDGE

8400 TEU
352 METER LOA

11400 TEU
365 METER LOA

13230 TEU
381 METER LOA

14000 TEU
397 METER LOA



***Op- en Afvaart van 8000 en meer TEU
containerschepen
van en naar de
Haven van ANTWERPEN***

OPDRACHTGEVER

Afdeling Scheepvaartbegeleiding

UITVOERDERS

Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout
Universiteit Gent – Afdeling Maritieme Techniek

Agenda

- Inleiding
- Scope van het onderzoek
- Simulaties
 - Input
 - Locaties
 - Evaluatie
- Vervolg

Agenda

- Inleiding
- Scope/onderzoek
- Simulaties
 - Input
 - Locaties
 - Evaluatie
- Vervolg

Huidige Op en Afvaart

- Kennisgeving 02-2005: Op- en afvaartregeling naar/van Antwerpen
- Voor containerschepen met lengte over alles tussen 340m en 360m en een maximale breedte gelijk aan 50m.
- Maximum toegestane diepgang:
 - Opvaart: 140dm
 - Afvaart: 130dm

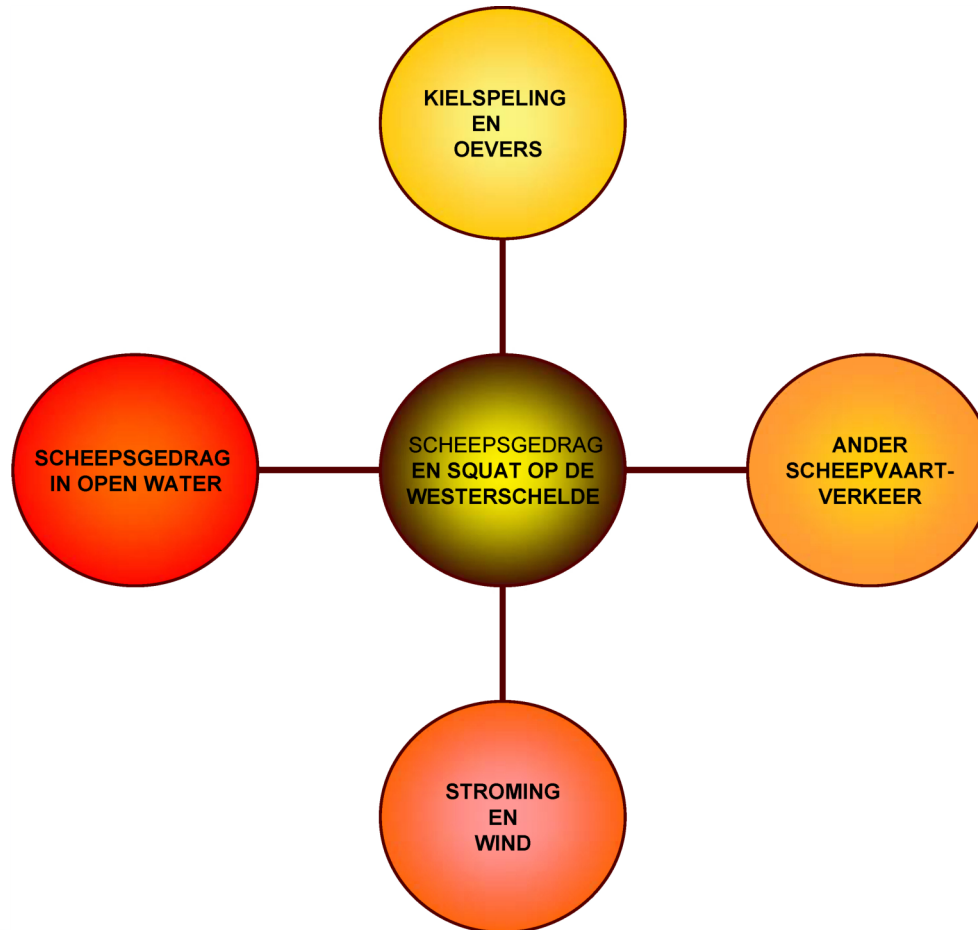
Huidige Op en Afvaart

- Momenteel aanpassingen van de op- en afvaartregeling op basis van “uitzonderingsmaatregelen”:
 - Vb. Rederij Cosco 350m: op 140 dm, af 135 dm
=> weinig consistent !
- Nood aan een wetenschappelijk onderbouwde op- en afvaartregeling voor containervaart.

Nieuwe Op en Afvaart

- Wetenschappelijke onderbouwing voor containervaart op basis van:
 - scheepslengte
 - diepgang
 - locatie op de rivier
 - tijvenster
 - waterstand
 - stromingssnelheid
 - stromingsrichting

Nieuwe Op en Afvaart



Op en Afvaart

- Beter inzicht door verschillende actoren aanwezig in de begeleidingscommissie
- Leden:
 - afdeling Scheepvaartbegeleiding (opdrachtgever)
 - DAB Loodswezen: dienstleiding en varende loodsen
 - afdeling Haven en Waterbeleid Departement MOW
 - Universiteit Gent – Afdeling Maritieme Techniek
 - Waterbouwkundig laboratorium Borgerhout

Agenda

- Inleiding
- Scope/onderzoek
- Simulaties
 - Input
 - Locaties
 - Evaluatie
- Vervolg

Scope van de studie

- Manoeuvrer- en stuurbedrag van containerschepen met verschillende hoofdafmetingen in beperkt water toegepast op de Westerschelde
- Invloed van beperkte waterdiepte op manoeuvreereigenschappen:
 - kleine waterdiepte/kielspeling
 - nabijheid van de oever
 - relatief kleine tussenafstanden bij scheepsontmoetingen
 - manoeuvreergedrag in bochten inclusief interactie tussen schepen en oeverzuiging
- De kleine kielspeling vereist bovendien een accurate squatvoorspelling met interactie van andere schepen en invloed van de oevers

Scope van de studie

- Studie bevat deelopdrachten:
 - Onderzoek
 - DO1: Squat
 - DO2: Manoeuvreergedrag in ondiep water
 - DO3: Oevereffecten
 - DO4: Interactiekrachten tussen schepen
 - Evaluatie
 - DO5a: Deskstudie (x2)
 - DO5b: Real-time simulaties (x2)

Scope van de studie

- Onderzochte containerschip
 - Oorspronkelijk enkel 8400 TEU schip
 - Noodzakelijke doorstart naar grotere scheepsafmetingen door opschaling in functie van klantenbehoeften

	MODEL U	MAERSK	CMA-CGM	MSC	MAERSK
Schaal	1	80.8	85.1	88.3	91.6
TEU	-	8400	11400	13230	14000
L _{OA} (m)	4.36	352.0	365.5	381.0	397.6
L _{PP} (m)	4.106	331.8	349.5	362.4	376.0
B (m)	0.53	42.8	48.4 (45.1)	51 (46.8)	56.4 (48.5)
T ₁ (m)	0.181	14.61	15.41	15.98	16.57
T ₂ (m)	0.168	13.61	14.30	14.83	15.38
T ₃ (m)	0.15	12.16	12.77	13.24	13.74

Onderzochte diepgangen:

T = 13.1m (toekomstige tijonafhankelijk)

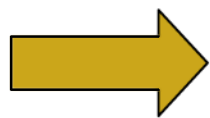
T = 14.5m

DO1: Squat

- Squat is de inzinking en vertrimming van het schip onder invloed van de verstoring die het door zijn vaarsnelheid teweegbrengt in het omringende water
- Door de beperkte kielspeling is een accurate squatberekening van belang om de reserve t.o.v. bodemraking te begroten
- Gemodelleerd in functie van
 - Voorwaartse snelheid
 - Schroefwerking
 - Dwarse snelheid
 - Giersnelheid
 - Ander scheepvaartverkeer
 - Oevers

DO1: Squat

- Invloedsfactoren:
 - Scheepstype: containerschepen varen doorgaans aan relatief hoge scheepsnelheden
 - Scheepsgedrag (drifthoek, gierhoek)
 - Omgeving (oevers, waterdiepte, ander scheepvaartverkeer)



Uitgebreid onderzoek gebaseerd op meer dan **20.000 proeven !**

DO2: Manoeuvreergedrag

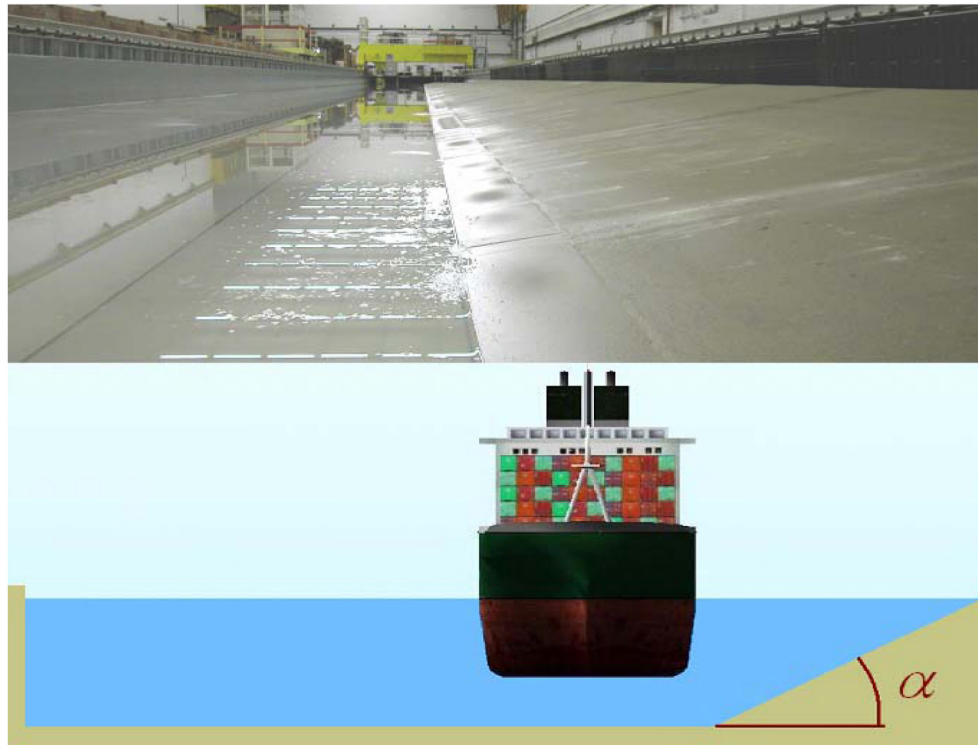
- Manoeuvreergedrag van schepen in open water:
 - Bij willekeurige diepgang binnen het onderzochte bereik ($T \in [12.0\text{m}, 14.5\text{m}]$)
 - Bij een kielspeling variërend van 10% tot 100% van de scheepsdiepgang
- Schaalvergroting tot 14000 TEU

DO3: Oevereffecten

- Belangrijkste krachten uitgeoefend door de oever:
 - Dwarskracht
 - $ukc > 15\%$: oever zuigt schip aan
 - $ukc < 15\%$: oever stoot schip af op voorwaarde dat het schroeftoerental nul is
 - Giermoment
 - Boegafstotend
- Resultaten uit parallel onderzoek Mod 778:
“Oeverzuigingeffecten op schepen veroorzaakt door taluds, randen van platen en hellende bodem”

$$ukc = \frac{h - T}{T}$$

DO3: Oevereffecten



Surface piercing oeverconfiguratie

DO3: Oevereffecten



Verdronken land oeverconfiguratie

D04: Scheepsinteractie

- Krachten op het eigen schip opgewekt onder invloed van de aanwezigheid van een ander schip
- 3 mogelijke manoeuvres:
 - boeg-boeg ontmoeting tussen eigen schip en andere schip
 - eigen schip loopt het andere schip op
 - eigen schip wordt opgelopen door het andere schip

DO5a: Evaluatie door deskstudie

- Vergelijking tussen het **beschikbare roervermogen** en het **vereiste roervermogen** bij het uitvoeren van bochtmanoeuvres
- Begroten van de relatieve invloed van:
 - scheepsnelheid bij ingaan van de bocht
 - maximaal te hanteren schroeftoerental
 - diepgang
 - scheepsafmetingen
 - oeverafstand
 - waterdiepte (tijstand en oeverafstand)
 - bochtstraal
 - stromingsnelheid

DO5a: Evaluatie door deskstudie

- Vergelijking van bochtmanoeuvres op verschillende locaties:
 - Walsoorden: Boei 48a & Boei 48b
 - Valkenisse: Boei 64
 - Bocht van Bath: Boei 75
 - Ballastplaat: Boei 78
 - Europaterminal: Boei 91

DO5b: Evaluatie door simulaties

- real-time simulaties:
 - Uitgevoerd op de scheepsmanoeuvresimulatoren van het Waterbouwkundig Labo te Borgerhout
 - De door de begeleidingscommissie bestempeld als **moeilijkste scenario's** werden nagebootst
 - Nadruk op ontmoetingen op **ongunstige locaties**
 - **Eerste evaluatie:** simulatorschip ontmoet vreemd schip dat bestuurd wordt aan de hand van een aardvast traject (één simulator)
 - **Tweede evaluatie:** Er werd gelijktijdig gevaren van op twee simulatoren met twee schepen in dezelfde omgeving. Hierdoor was het gedrag van zowel opvarend als afvarend schip realistisch. (koppeling van de simulatoren: zie verder)

DO5b: Evaluatie door simulaties

- Eerste real-time evaluatie:
 - November 2006
 - Schip: $L_{OA}=352\text{m}$, $B=42.8\text{m}$
 - Onderzochte scenario's:
 - Ontmoetingen ter hoogte van de bocht van Bath
 - Oploopmanoeuvre ter hoogte van Saeftinge
 - Ontmoetingen ter hoogte van de Ballastplaat (boei 78)
 - Ontmoetingen ter hoogte van de Europaterminal (boei 91)
 - Ontmoetingen ter hoogte van Hansweert bij relatief complexe verkeerssituatie

DO5: Evaluatie door simulaties

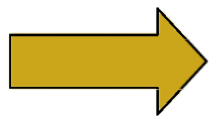
- Tweede real-time evaluatie:
 - Oktober 2007
 - Schepen:
 - $L_{OA}=366\text{m}$, $B=48.4\text{m}$
 - $L_{OA}=381\text{m}$, $B=51.6\text{m}$
 - $L_{OA}=397\text{m}$, $B=56.4\text{m}$
 - Onderzochte locaties:
 - Ontmoetingen ter hoogte van de bocht van Bath
 - Ontmoetingen ter hoogte van de Ballastplaat (boei 78)
 - Ontmoetingen ter hoogte van de Europaterminal

Agenda

- Inleiding
- Scope/onderzoek
- Simulaties
 - Input
 - Locaties
 - Evaluatie
- Vervolg

Real-time simulatie

- Reeks van 10 dagen simulatievaarten:
 - Uitgevoerd met **grotere containerschepen**
 - **Gekoppelde simulatoren !!!!:**
 - Op beide simulatoren werd er met een containerschip met grote afmetingen gevaren.
 - Eén simulatorschip (2 loodsen) in afvaart en het andere simulatorschip (2 loodsen) in opvaart
 - **Oeverzuigingsmodule** op basis van definitieve resultaten uit onderzoek 778
 - **Squat berekeningen**



Nadruk op resultaten uit de tweede reeks simulatievaarten (2007)

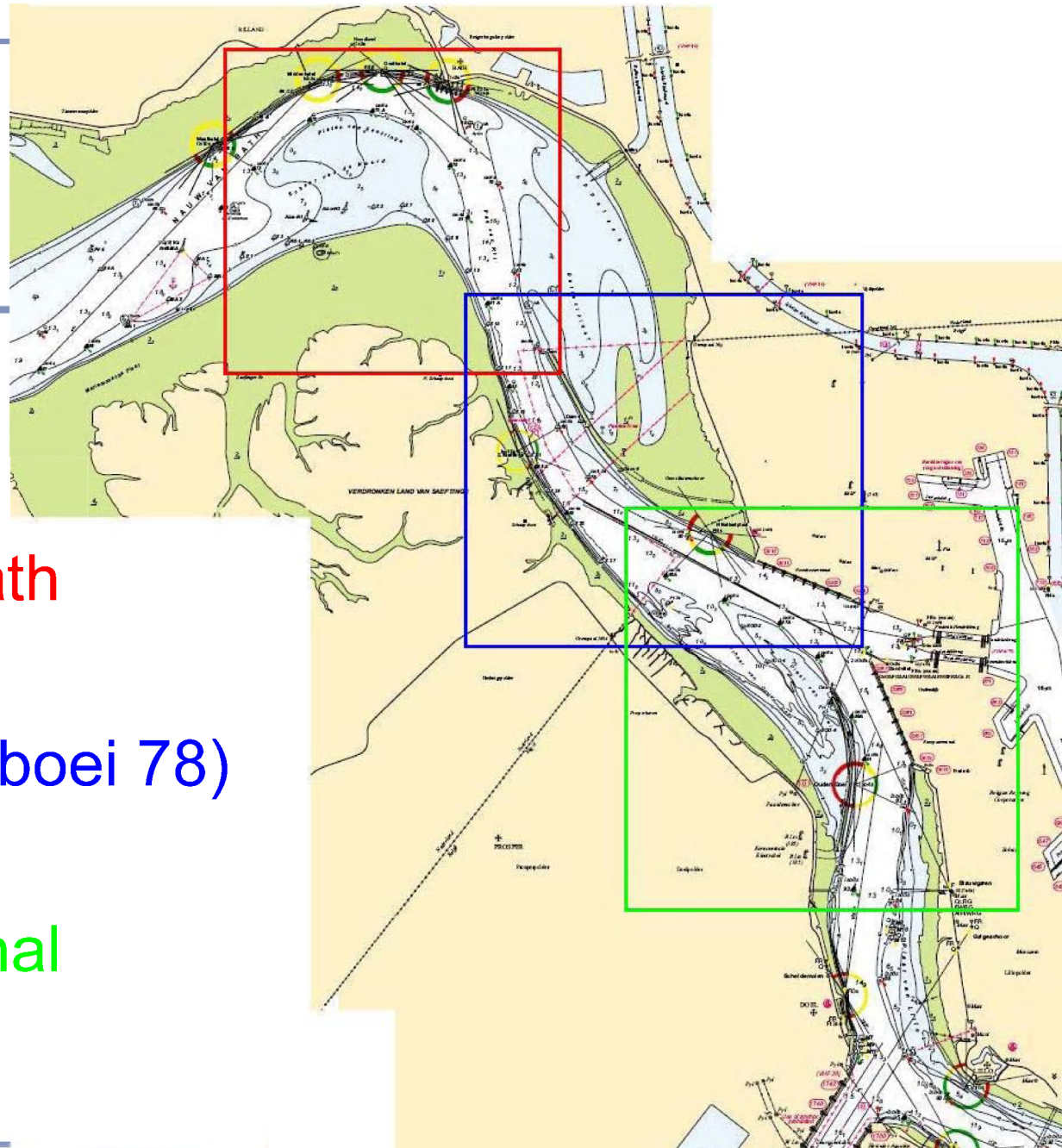
Simulatievaarten 2007

Onderzochte locaties

- Uit de eerste reeks simulatievaarten (2006) bleek:
 - Ontmoetingen ter hoogte van **Hansweert** konden **steeds zonder problemen** uitgevoerd worden. Vooral een **verkeerstechnisch probleem** (moeilijk te simuleren op simulator waarbij de loods op voorhand ingelicht werd over de gesimuleerde vaart.)
 - Oploopmanoeuvres ter hoogte van **Saeftinge** gebeuren **zonder moeilijkheden**
- Tweede reeks scenariovaarten (2007)
 - Bocht van Bath
 - Ballastplaat (boei 78)
 - Europaterminal

Locaties

- Bocht van Bath
- Ballastplaat (boei 78)
- Europaterminal



Simulatievaarten 2007

Schepen

- Twee soorten scenario's:
 - Enkel de twee simulatorschepen waren aanwezig op de rivier:
 - Startposities ongunstig gekozen en op relatief korte afstand van elkaar
 - De loodsen konden de snelheid aanpassen zodat de ongunstige ontmoetingslocatie vermeden werd
 - Ook extra vier kleinere vreemde schepen
 - Steeds één voor en één achter het simulatorschip
 - Startposities van de simulatorschepen schepen aanwezig
 - Twee afvarende en twee opvarende lagen verder van elkaar
 - In totaal vijf ontmoetingen

Simulatievaarten 2007

Onderzochte scheepconfiguraties

	MODEL U	MAERSK	CMA-CGM	MSC	MAERSK
Schaal	1	80.8	85.1	88.3	91.6
TEU	-	8400	11400	13230	14000
L_{OA} (m)	4.36	352.0	365.5	381.0	397.6
L_{PP} (m)	4.106	331.8	349.5	362.4	376.0
B (m)	0.53	42.8	48.4 (45.1)	51 (48.8)	56.4 (48.5)
T_1 (m)	0.181	14.61	15.41	15.98	16.57
T_2 (m)	0.168	13.61	14.30	14.83	15.38
T_3 (m)	0.15	12.16	12.77	13.24	13.74

- Eerste simulatievaarten 2006
- Tweede simulatievaarten 2007

Simulatievaarten 2007

Bodemprofiel

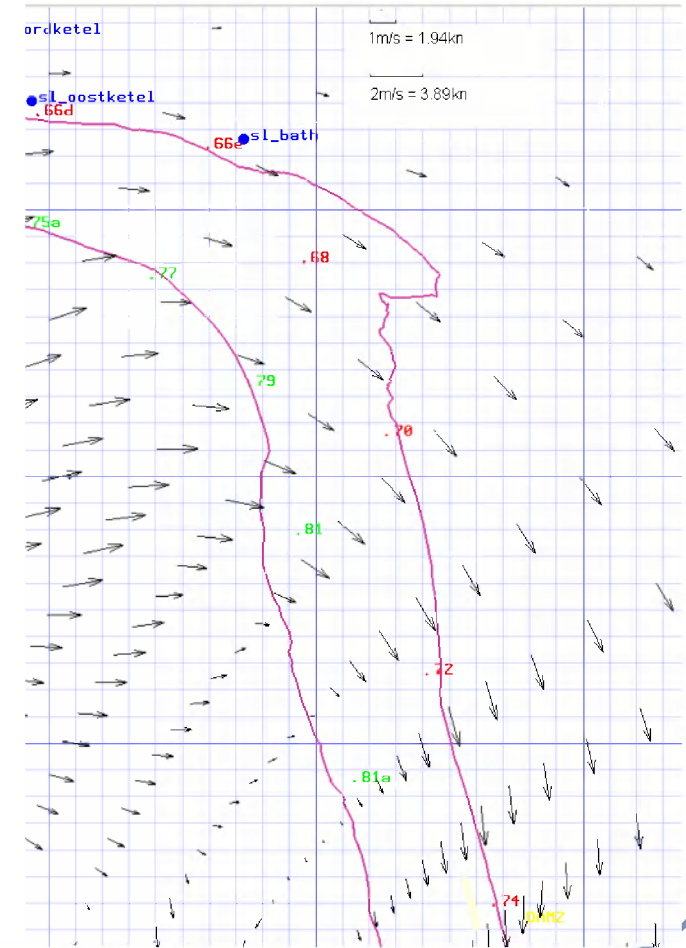
- Bodemprofiel op basis van de meest recente bodemgegevens voorhanden in januari 2007
- Het bodemprofiel werd **niet** aangepast aan de geplande **derde verdieping** van de Westerschelde



Simulatievaarten 2007

Stroming & Wind

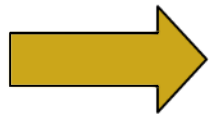
- Op elke onderzochte locatie werden er twee (extreemste) stromingscondities onderzocht:
 - Volle vloed: één uur voor hoog water
 - Volle eb: twee uur voor laag water
- De windrichting was steeds WZW
- De gemiddelde windsterkte bedroeg 5 Beaufort
- Pieken tot 7 Beaufort



Simulatievaarten 2007

Evaluatie

- 112 ontmoetingen werden uitgevoerd:
 - Twee simulatorschepen per vaart dienden onderzocht te worden (opvaart & afvaart)
 - 224 scheepstrajecten werden onderzocht

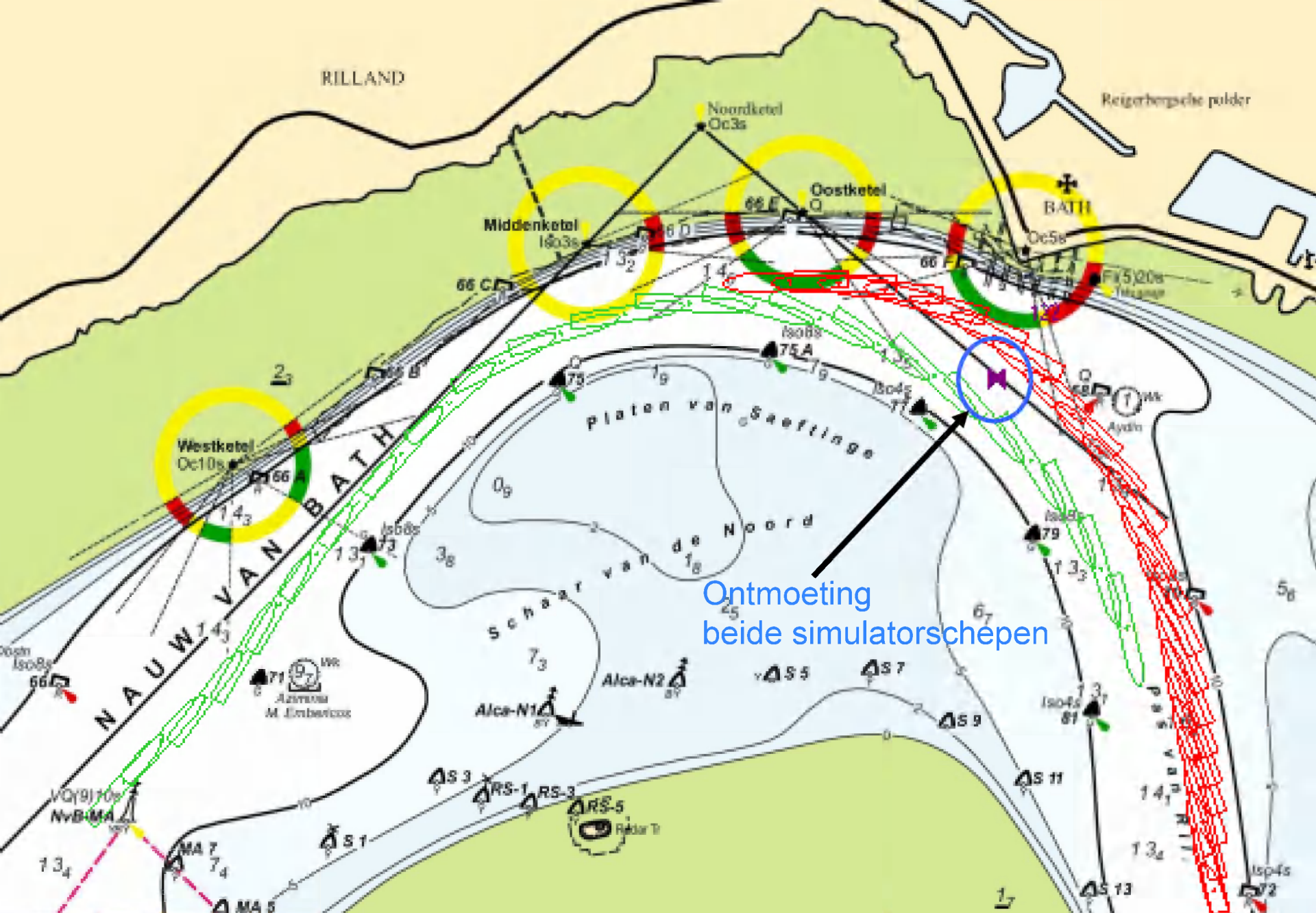


Een overzichtelijke evaluatie drong zich op !

Simulatievaarten 2007

Evaluatie

- De trajecten van beide vaarten worden gevisualiseerd
- De positie waar de **beide simulatorschepen** elkaar ontmoeten, wordt aangeduid met een **zandloper-symbool**
- Ontmoetingen tussen een **simulatorschip** en een **vreemd schip** worden aangeduid met een **ster-symbool**



Ontmoeting
beide simulatorschepen

Simulatievaarten 2007

Evaluatie

- Elke ontmoeting beoordeeld op basis van 2 of 3 elementen:
 - Tussenafstand
 - Minimale afstand tot boeien die in verband gebracht kan worden met de ontmoeting
 - Gegenerateerde golf ter hoogte van de Europaterminal, berekend op basis van de gerespecteerde afstand tot de kaaimuur en de plaatselijke snelheid door het water

Simulatievaarten 2007

Evaluatie

- Tussenaafstand: kleinste afstand tussen de scheepsrompen

BEOORDELING VOOR TUSSENAFSTANDEN	
tussenaafstand $\geq 70\text{m}$	1
tussenaafstand $\in [50\text{m}, 70\text{m}[$	2
tussenaafstand $\in [30\text{m}, 50\text{m}[$	3
tussenaafstand $< 30\text{m}$	4

Simulatievaarten 2007

Evaluatie

- Boeiafstanden: **kleinste boeiafstand** die in verband kan gebracht worden met de ontmoeting

BEOORDELING VOOR BOEIAFSTANDEN	
boeiafstand $\geq 40\text{m}$	1
boeiafstand $\in [25\text{m}, 40\text{m}[$	2
boeiafstand $\in [12\text{m}, 25\text{m}[$	3
boeiafstand $< 12\text{m}$	4

Simulatievaarten 2007

Evaluatie

- Gegeneerde golfhoogte ter hoogte van de Europaterminal (afvarende schepen)

BEOORDELING VOOR GOLFHOOGTE	
golfhoogte < 0.3m	1
golfhoogte $\in [0.3\text{m}, 0.45\text{m}[$	2
golfhoogte $\in [0.45, 0.6\text{m}[$	3
golfhoogte > 0.6m	4

Simulatievevaarten 2007

Evaluatie

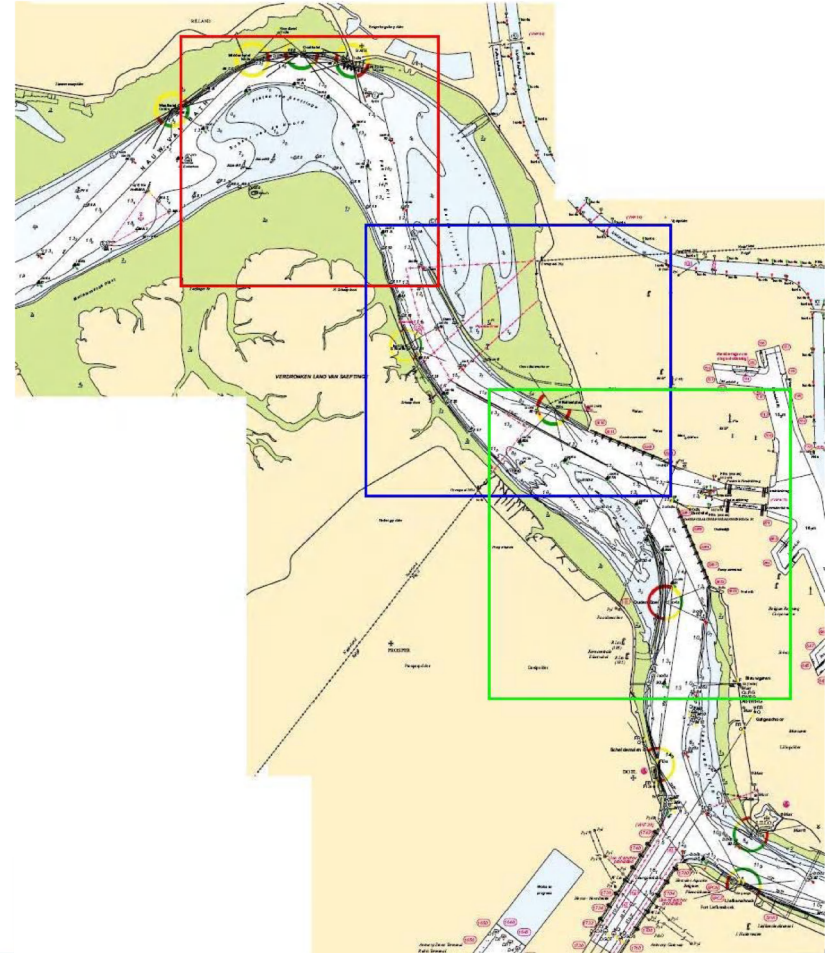
- Aan de hand van de drie beoordelingscijfers kan een **gecombineerd beoordelingscijfer** per ontmoeting berekend worden
- zie volgende slide

	BEOORDELING VOOR TUSSENAFSTANDEN	tussenaafstand $\geq 70\text{m}$	tussenaafstand $\in [50\text{m}, 70\text{m}[$	tussenaafstand $\in [30\text{m}, 50\text{m}[$	tussenaafstand $< 30\text{m}$
BEOORDELING VOOR BOEIAFSTAND & GOLFHOOGTE		1	2	3	4
boeiafstand $\geq 40\text{m}$ of golfdal $< 0.3\text{m}$	1	1.0	1.5	2.0	2.5
boeiafstand $\in [25\text{m}, 40\text{m}[$ of golfdal $\in [0.3\text{m}, 0.45\text{m}[$	2	1.5	2.0	2.5	3.0
boeiafstand $\in [12\text{m}, 25\text{m}[$ of golfdal $\in [0.45, 0.6\text{m}[$	3	2.0	2.5	3.0	3.5
boeiafstand $< 12\text{m}$ of golfdal $> 0.6\text{m}$	4	2.5	3.0	3.5	4.0

Simulatievaarten 2007

Evaluatie per locatie

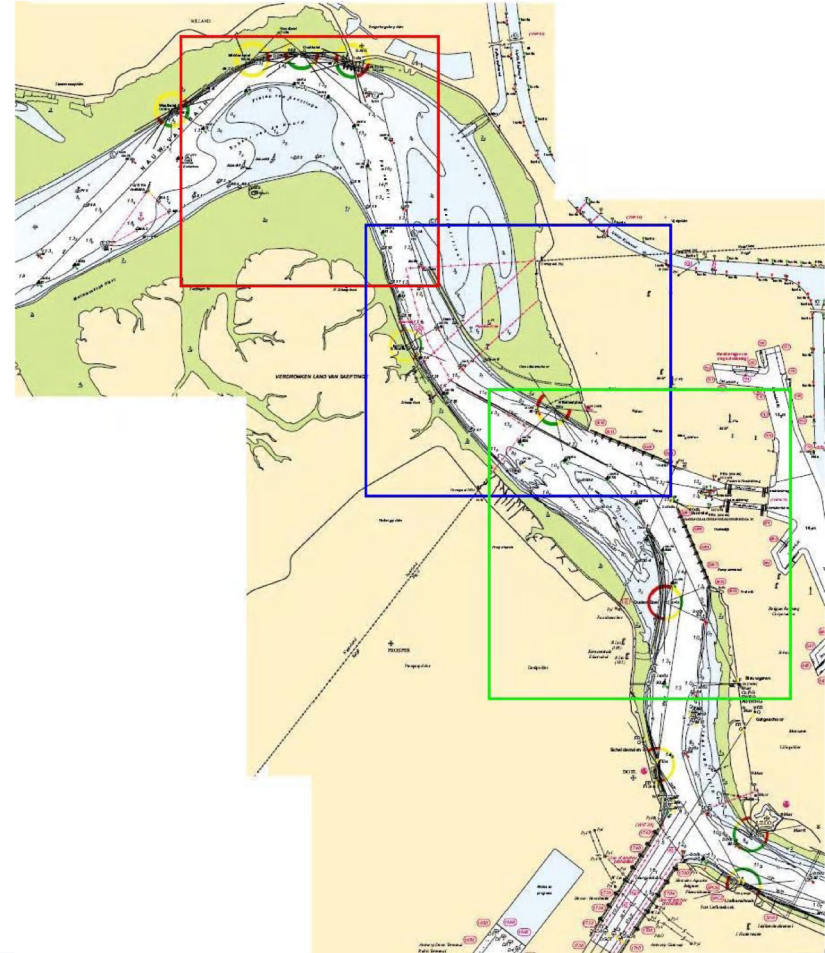
- Bocht van Bath
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Ballastplaat
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Europaterminal
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming



Simulatievaarten 2007

Evaluatie per locatie

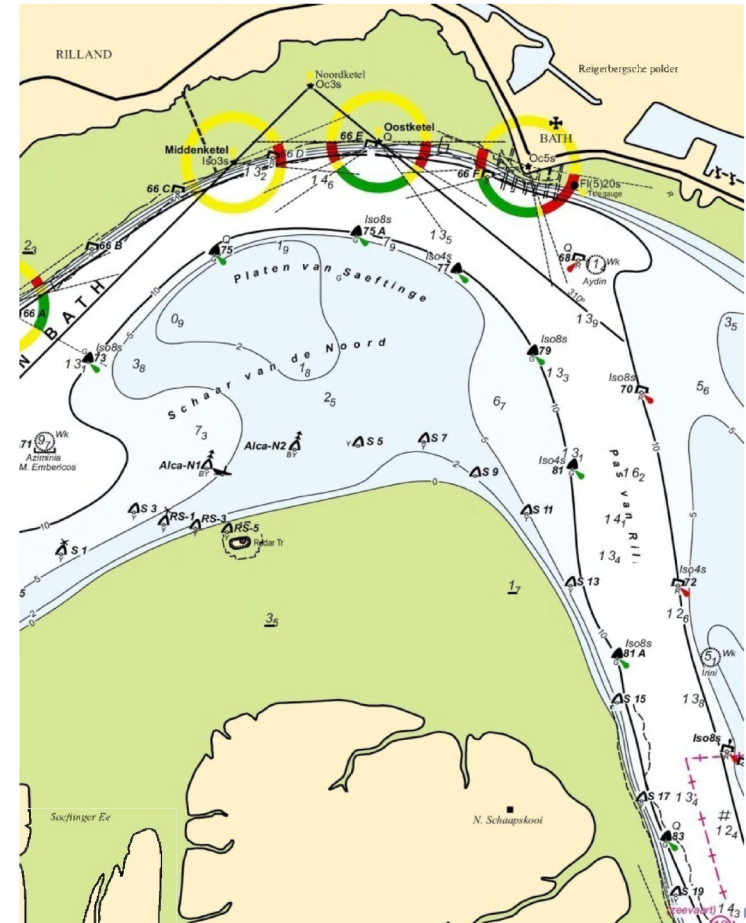
- Bocht van Bath
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Ballastplaat
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Europaterminal
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming



Simulatievaarten 2007

Bocht van Bath: volle eb

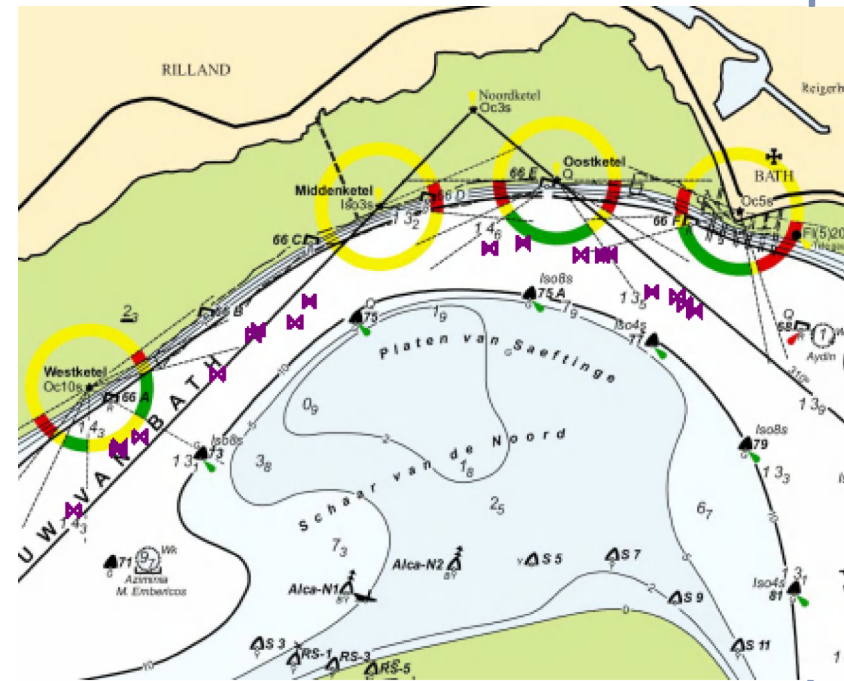
- **Situatieschets:**
 - Kleine bochtstraal : 1500m
 - Steile oevers dichtbij de boeienlijn aan de noordelijke oever.
 - Smalle vaarweg: 350m
 - Moeilijkste situatie voor het afvarende schip



Simulatievaarten 2007

Bocht van Bath: volle eb

- Resultaten:
 - 18 vaarten uitgevoerd met diepg. 131 dm
 - 8 ontmoetingen tussen eigenschepen vormden geen probleem
 - Voor 10 ontmoetingen was minstens één van de beoordelingscijfers groter dan 1

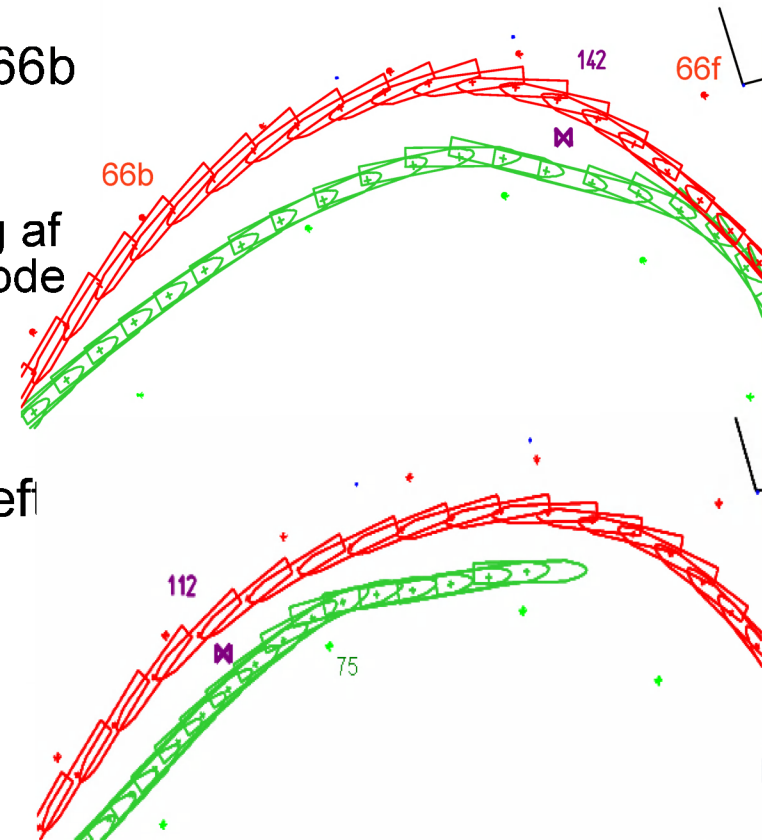


Simulatievaarten 2007

Bocht van Bath: volle eb

● Conclusie:

- Oeverzuiging tussen boei 66f en boei 66b
- Afvarend schip komt op korte afstand van rode boeienlijn
- Oever zuigt het schip aan en stoot de boeg af waardoor het schip met het hek langs de rode boeienlijn blijft scheren
- Kleine breedte van de vaarweg ter hoogte van boei 75
- Ontmoeting ter hoogte van boei 75 geeft meestal aanleiding tot een onaanvaardbare boeiafstand voor opvarend of afvarend schip



Simulatievaarten 2007

Bocht van Bath: volle eb

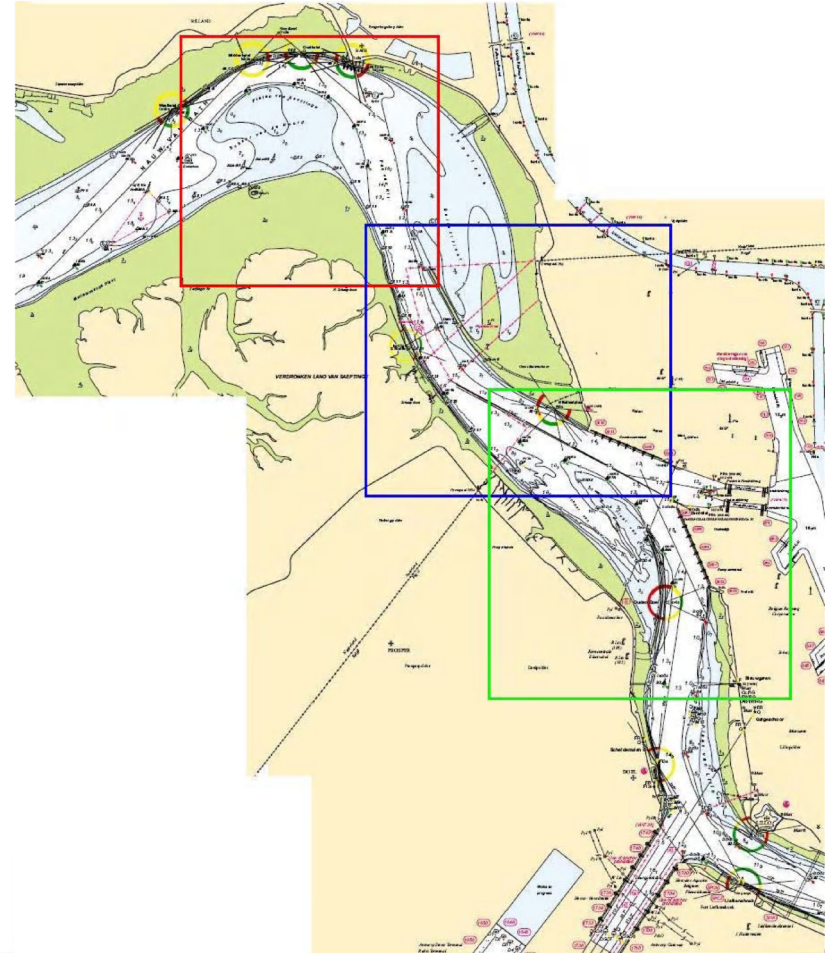
- In een groot aantal vaarten werden de vaarten wel tot een goed einde gebracht.
- Zo ook in ontmoeting nr 87 waarbij twee schepen met lengte van 397.5m elkaar ontmoetten
- Zie volgende slide



Simulatievaarten 2007

Evaluatie per locatie

- Bocht van Bath
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Ballastplaat
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Europaterminal
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming

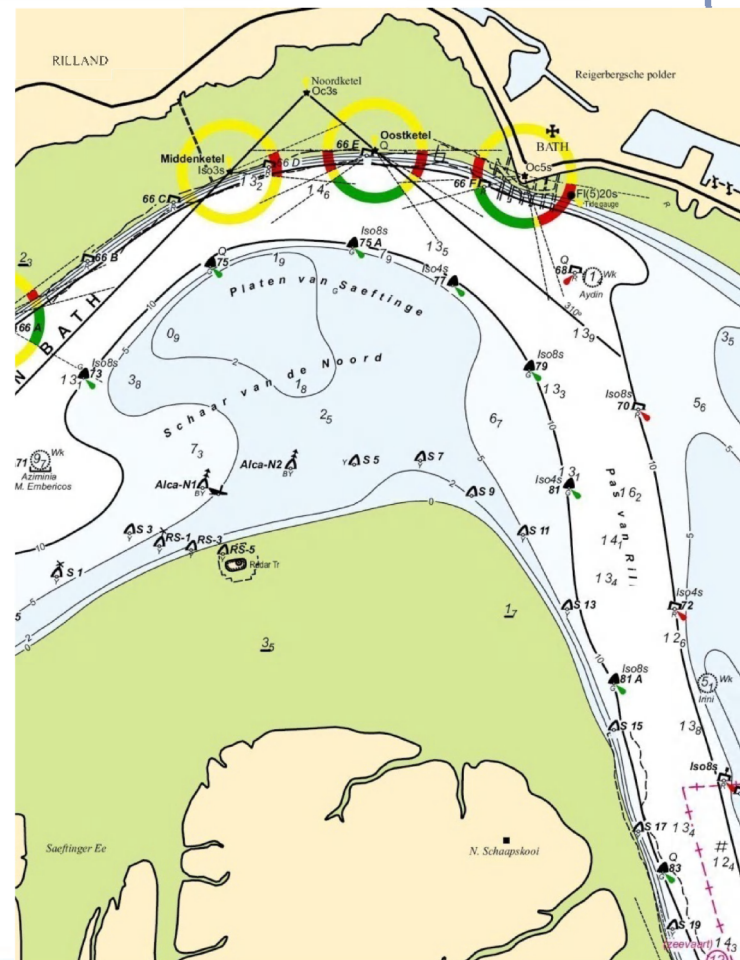


Simulatievaarten 2007

Bocht van Bath: volle vloed

● Situatieschets

- Kleine bochtstraal : 1500m
- Steile oevers dichtbij de boeienlijn aan de noordelijke oever.
- Smalle vaarweg: 350m
- Moeilijkste situatie onder invloed van de vloedstroming.

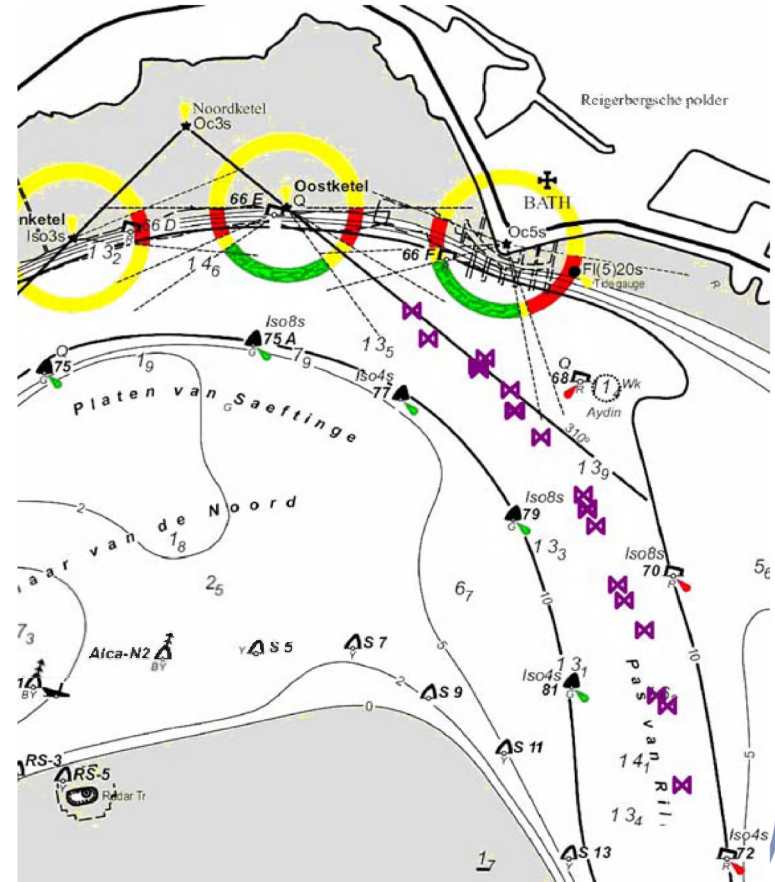


Simulatievaarten 2007

Bocht van Bath: volle vloed

- Resultaten

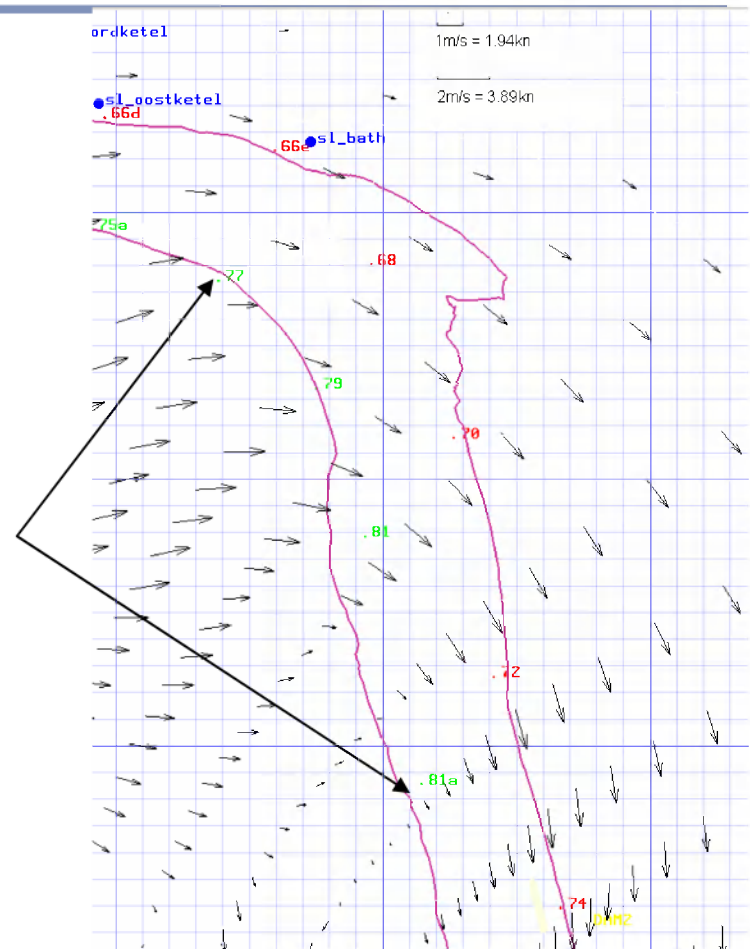
- 20 vaarten uitgevoerd
zowel 131dm als 145 dm
- 7 ontmoetingen tussen
eigenschepen vormden
geen probleem
- Voor 13 ontmoetingen was
minstens één van de
beoordelingscijfers groter
dan 1



Simulatievaarten 2007

Bocht van Bath: volle vloed

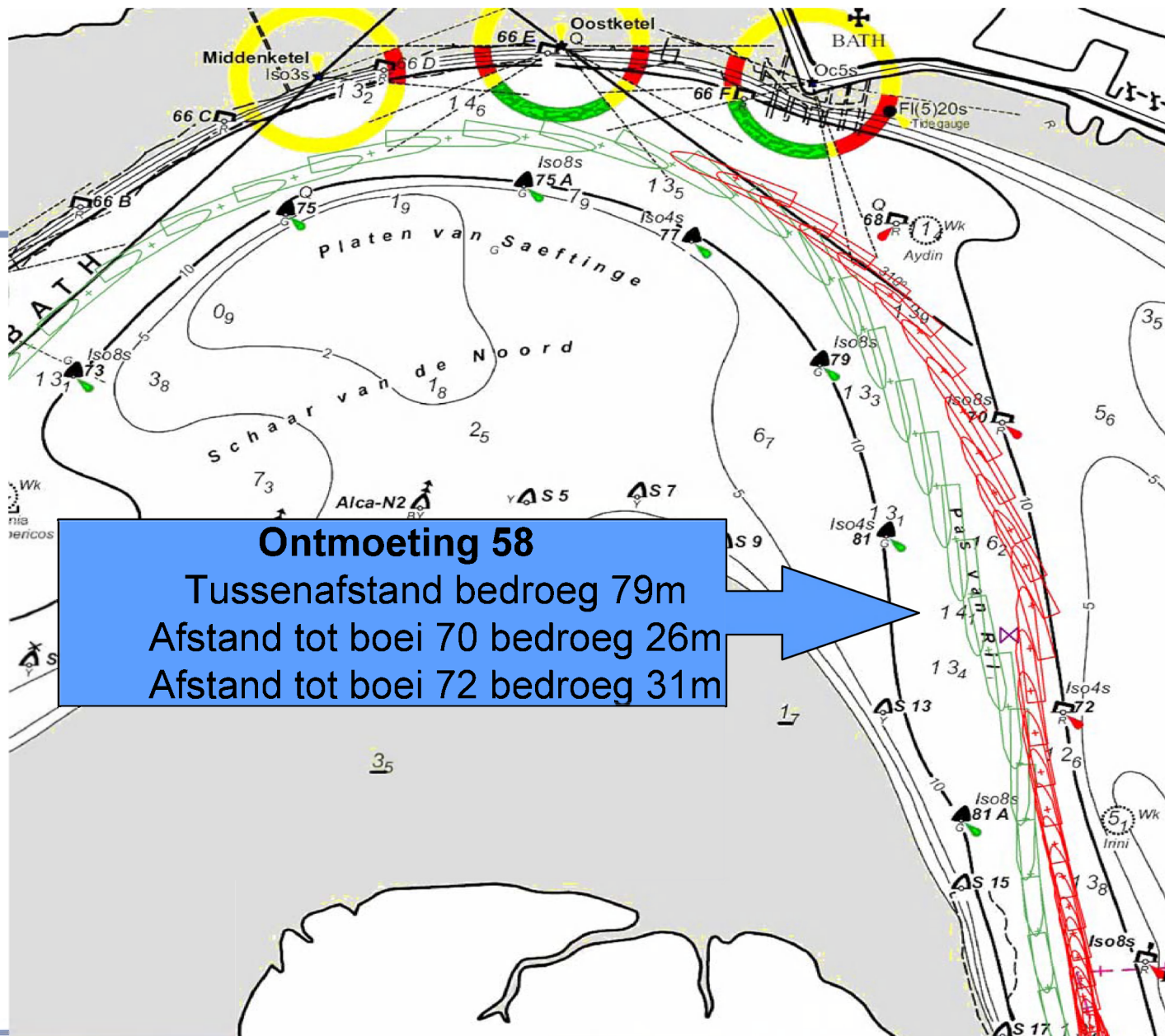
- Knelpunt
 - Vloedstroming
 - Door de hoge waterstand stroomt er water over de platen van Saeftinge
 - Belangrijke dwarsstroming tot 1.86 kn tussen boei 77 en boei 81a



Simulatievaarten 2007

Bocht van Bath: volle vloed

- Ontmoeting in de zone tussen boei 70 en boei 72 is moeilijk maar **niet onoverkomelijk**
- Voorbeeld van een geslaagde ontmoeting ten noorden van boei 72.
- Zeer veel parameters beïnvloeden de ontmoetingsplaats. **Training** kan ontmoetingen bij deze conditie ondersteunen.



Simulatievaarten 2007

Bocht van Bath: volle vloed

- Enkele cijfers:

20 vaarten

- Contact schip – boei: 7 vaarten contact tussen afvarend simulatorschip en een rode boei (68, 70 of 72)
- Tussenafstand simulatorschepen:
 - 16 vaarten tussenafstand $> 69\text{m}$
 - 4 vaarten tussenafstand simulatorschepen 56m tot 69m
 - geen vaarten tussenafstand simulatorschepen kleiner dan 56m

Simulatievaarten 2007

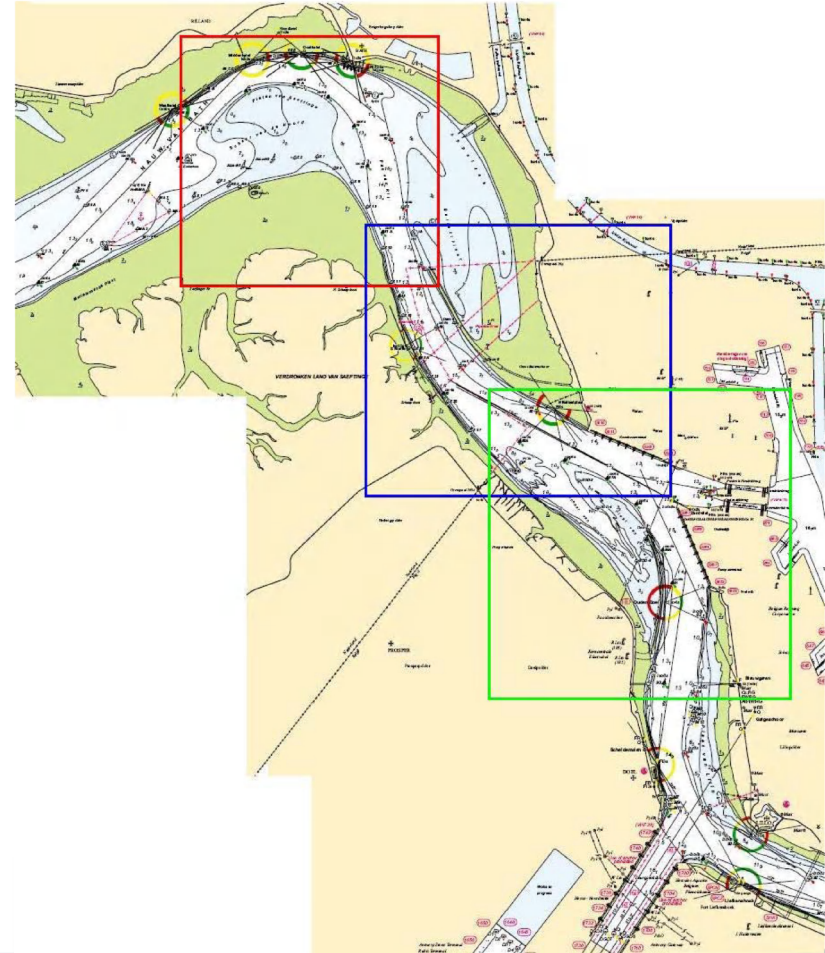
Bocht van Bath: volle vloed

- Conclusies:
 - De enige **oorzaak** van het niet slagen van een aantal vaarten was de **vloedstroming** (stroomsnelheid: 3kn - 1.8 dwars)
 - Indien een dergelijke vloedstroming optreedt lijken **ontmoetingen** in de zone tussen **boei 70 en 72 te vermijden**
 - De resultaten van deze vaarten kunnen door **training** verbeterd worden (motivatie: enkele geslaagde vaarten ondanks ongunstige ontmoetingspositie).

Simulatievaarten 2007

Evaluatie per locatie

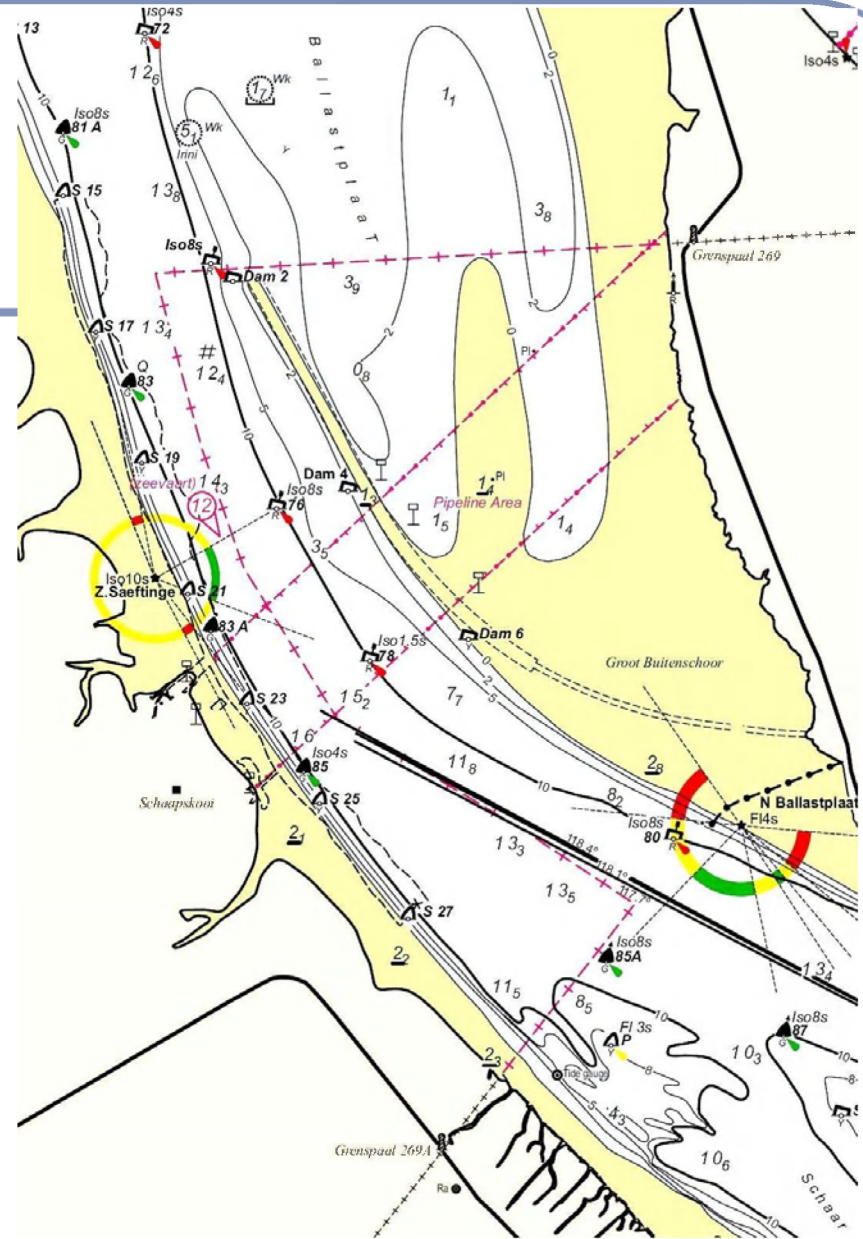
- Bocht van Bath
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Ballastplaat
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Europaterminal
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming



Simulatievaarten

Ballastplaat: volle eb

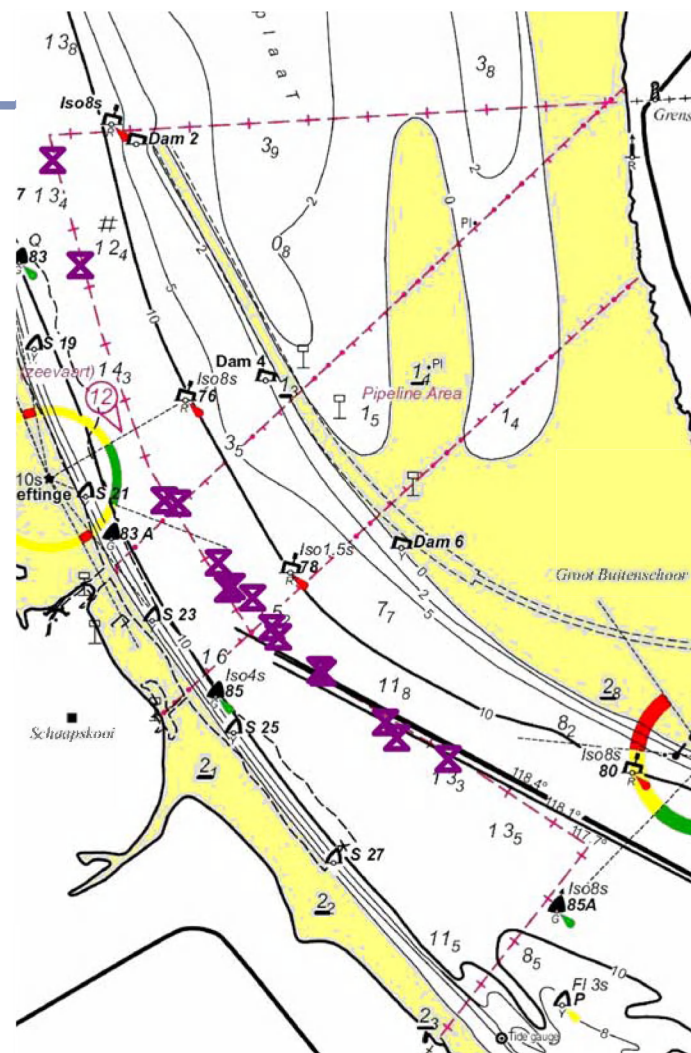
- Situatieschets
 - Oevereffecten tussen boei 78 en boei 80 bemoeilijken bochten naar stuurboord in afvaart
 - Kleine waterdiepte in dezelfde zone
 - Wordt door de loodsen als relatief eenvoudig bestempeld



Simulatievaarten 2007

Ballastplaat: volle eb

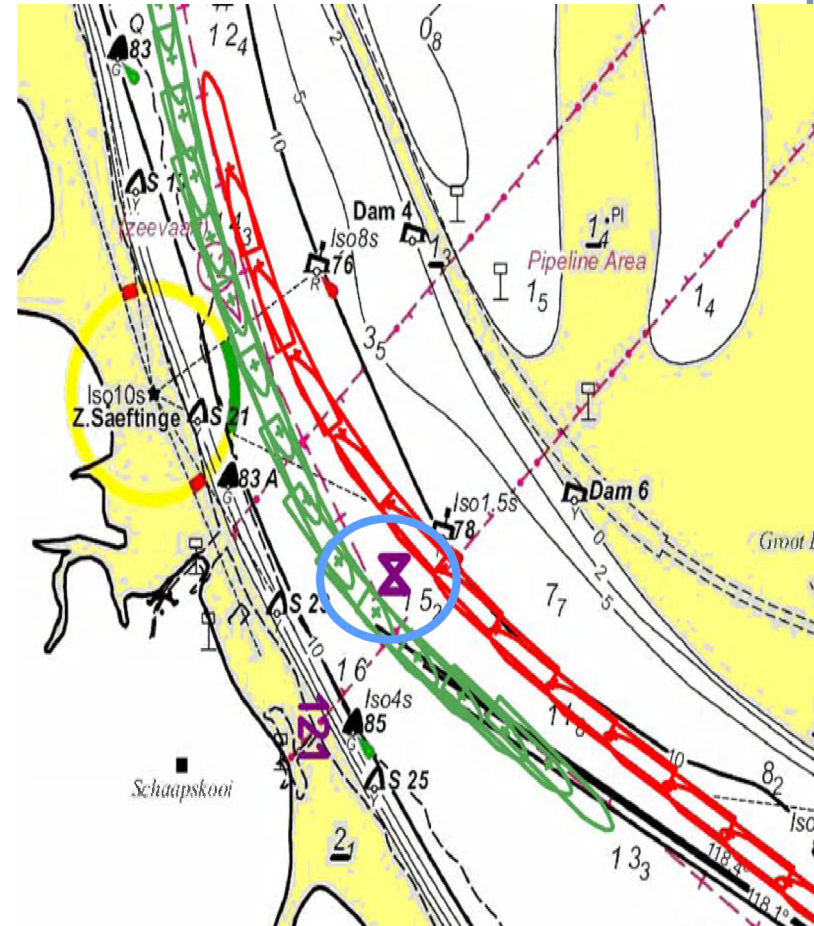
- Resultaten
 - 15 vaarten uitgevoerd met 131 dm
 - 11 ontmoetingen tussen eigenschepen vormden geen probleem
 - Voor 4 ontmoetingen was minstens één van de beoordelingscijfers groter dan 1



Simulatievaarten 2007

Ballastplaat: volle eb

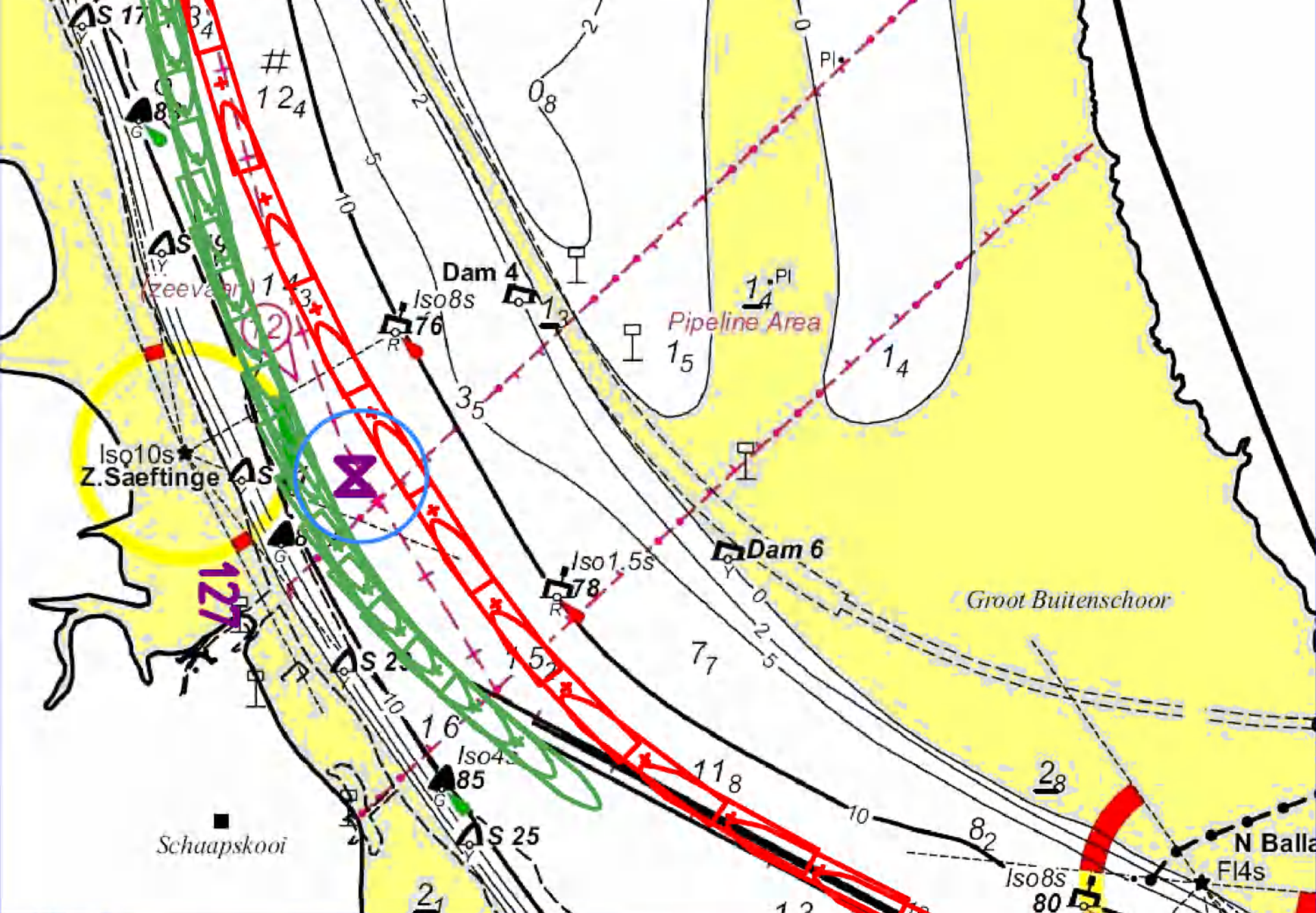
- Oevereffecten
 - Belangrijke oevereffecten afvarend schip indien volgende voorwaarden terzelfder tijd vervuld zijn:
 - grote snelheid door het water ($>12\text{kn}$)
 - kleine afstand tot boei 78 ($<50\text{m}$)
 - De oevereffecten zorgen ervoor dat het afvarende schip minder snel kan bochten
 - In geen van de vaarten werd de afstand tussen simulatorschepen onaanvaardbaar (minstens 83m)



Simulatievaarten 2007

Ballastplaat: volle eb

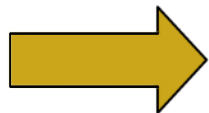
- Een ontmoeting tussen twee schepen met lengte van 397.5m werd tot een goed einde gebracht ondanks de minder gunstige ontmoetingslocatie
- Zie volgende figuur



Simulatievaarten 2007

Ballastplaat: volle eb

- Enkele cijfers:
 - 15 vaarten
 - Afwijkend beoordelingscijfer steeds te wijten aan kleine boeiafstand in de buurt van de ontmoeting
 - In 1 vaart werd er gebotst met boei 78
 - Minimale afstand tussen simulatorschepen: 83m

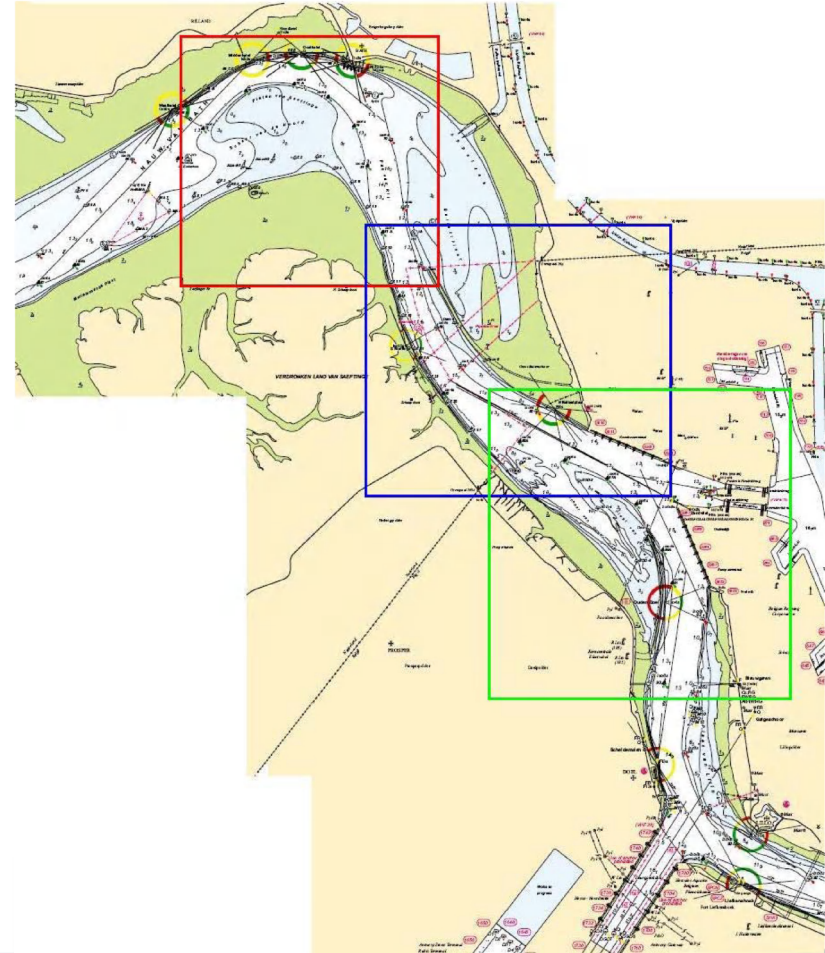


Simulaties ter hoogte van boei 78 bij ebstroming gaan gepaard met **weinig moeilijkheden**

Simulatievaarten 2007

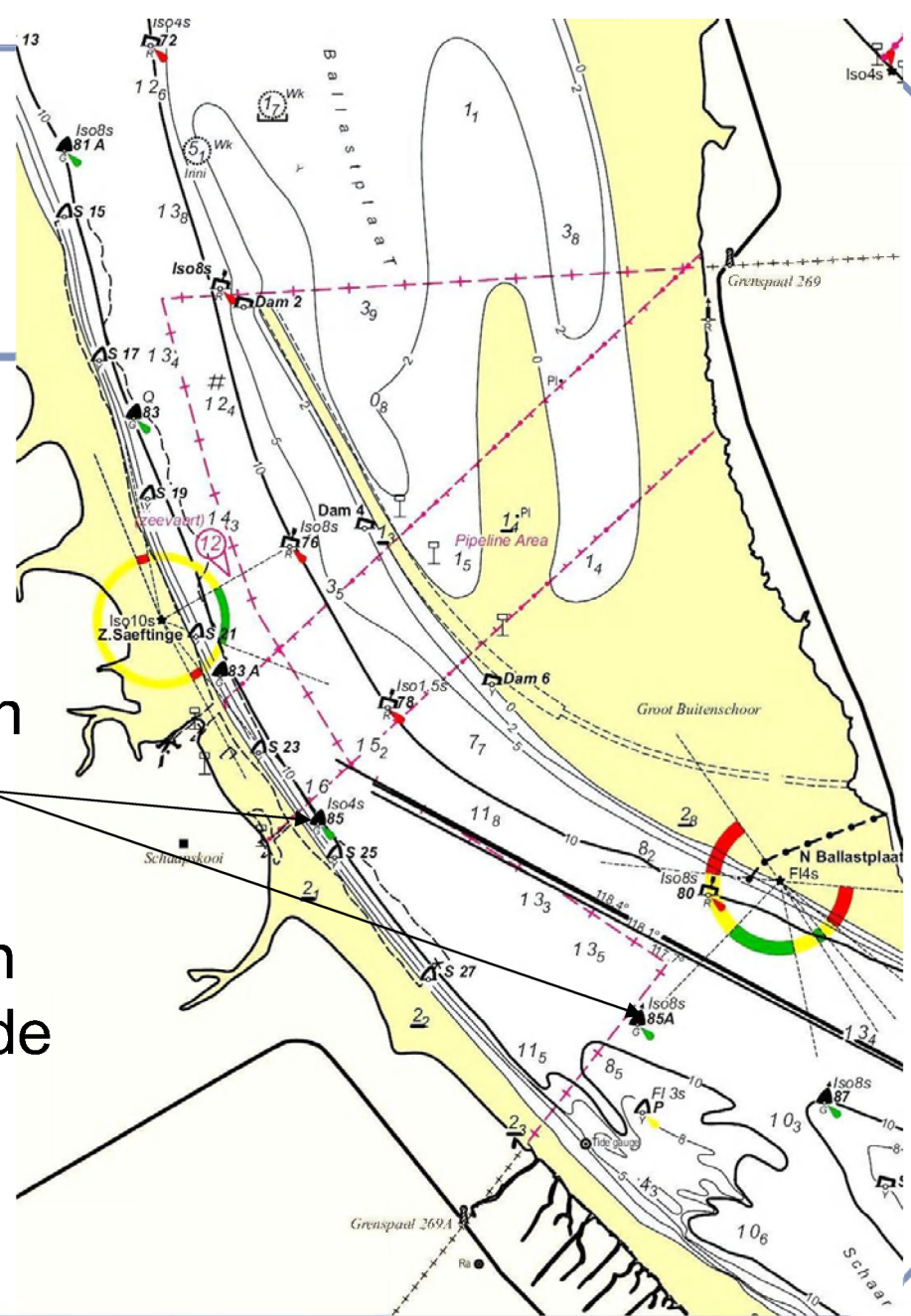
Evaluatie per locatie

- Bocht van Bath
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Ballastplaat
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Europaterminal
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming



Ballastplaat: volle vloed

- Situatieschets
 - Vloedstroming genereert dwarsstroming tussen boei 85 en boei 85a
 - Grotere afstand gerespecteerd tussen afvarend schip en rode boeienlijn

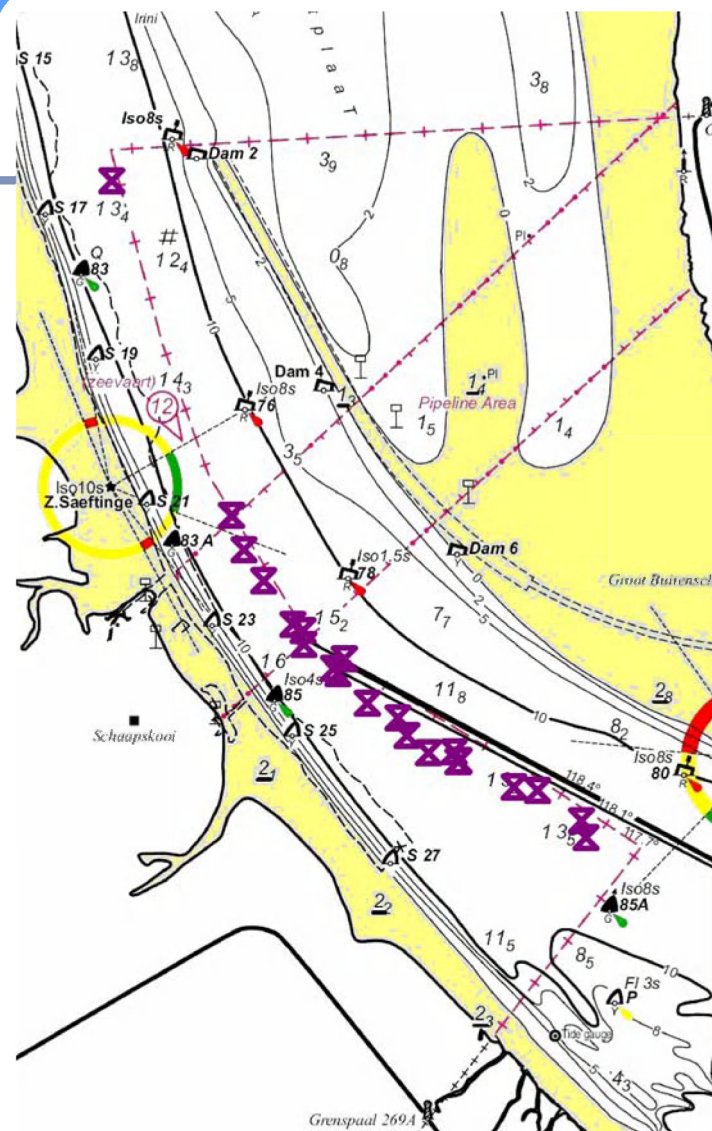


Simulatievaarten 2007

Ballastplaat: volle vloed

- Resultaten

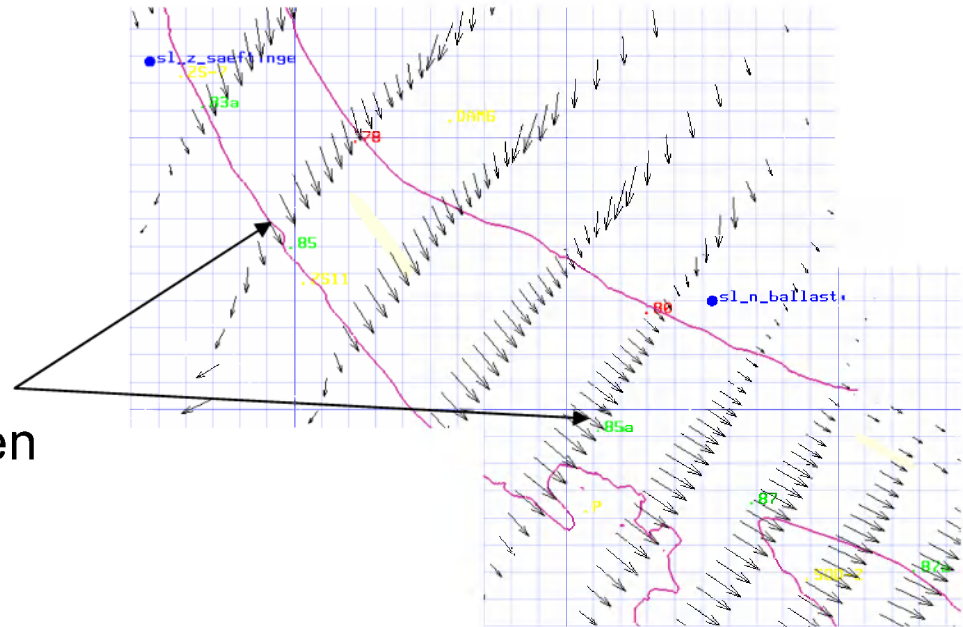
- 21 vaarten uitgevoerd met 131 dm en 145 dm
- 15 ontmoetingen tussen eigenschepen vormden geen probleem
- Voor 6 ontmoetingen was het beoordelingscijfer op basis van boeiafstanden groter dan 1

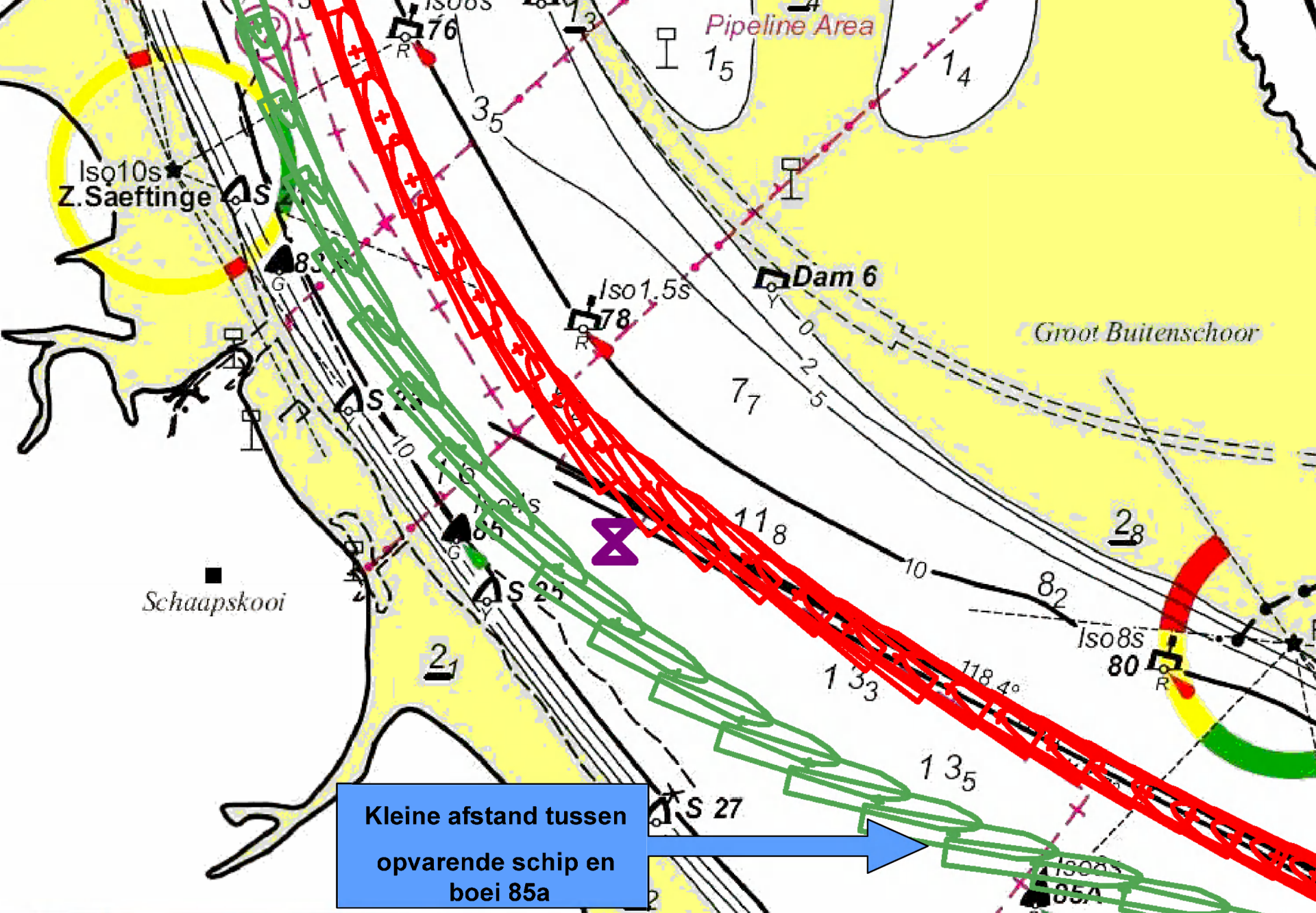


Simulatievaarten 2007

Ballastplaat: volle vloed

- Knelpunt
 - Vloedstroming
 - Belangrijke dwarsstroming tussen boei 85 en boei 85a
 - Resulteert soms in botsing met boei 85a



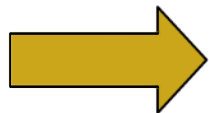


Kleine afstand tussen
opvarende schip en
boei 85a

Simulatiewaarten 2007

Ballastplaat: volle vloed

- Enkele cijfers:
 - 21 vaarten
 - Afwijkend beoordelingscijfer steeds te wijten aan kleine boeiafstand in de buurt van de ontmoeting
 - In 1 vaart werd er gebotst met boei 85a
 - In 1 vaart werd er gebotst met boei 81a
 - Minimale afstand tussen simulatorschepen: 76m



weinig moeilijkheden

Weinig problemen - hoge reserve roergebruik

Moeilijkheden tijdens ontmoetingen steeds te wijten aan een onaanvaardbare afstand tussen opvarend schip en de groene boeienlijn

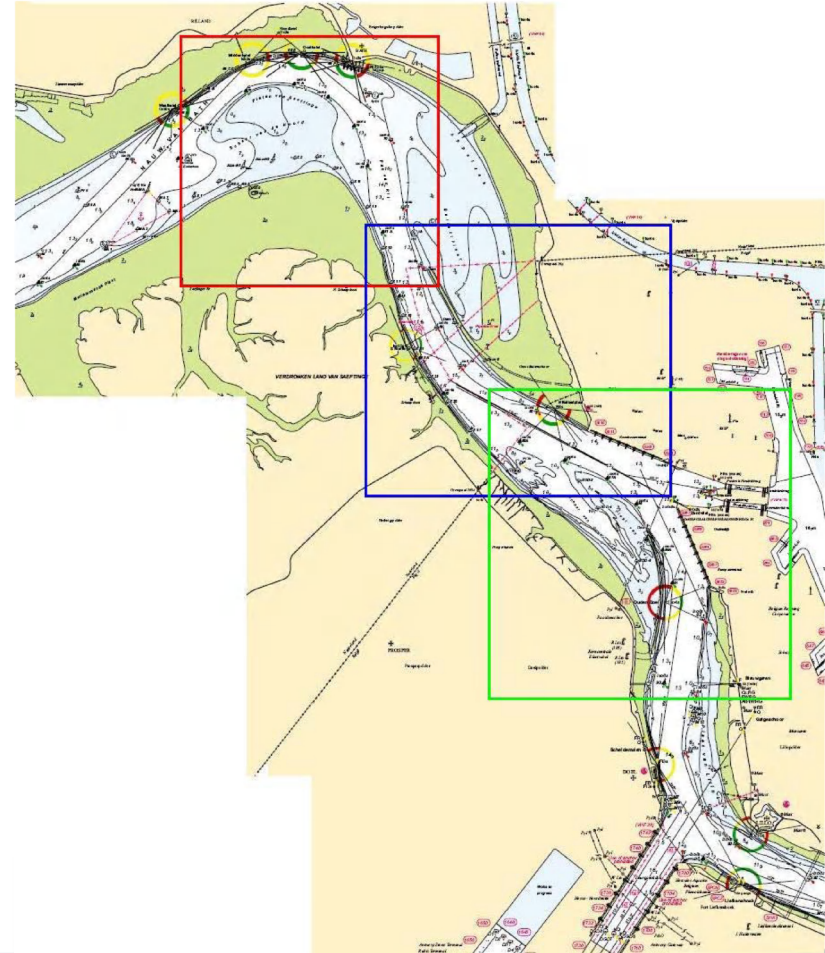
Minimum onderlinge afstand schepen: 76m

Dwarsstroom tussen 85 en 85A niet onderschatten

Simulatievaarten 2007

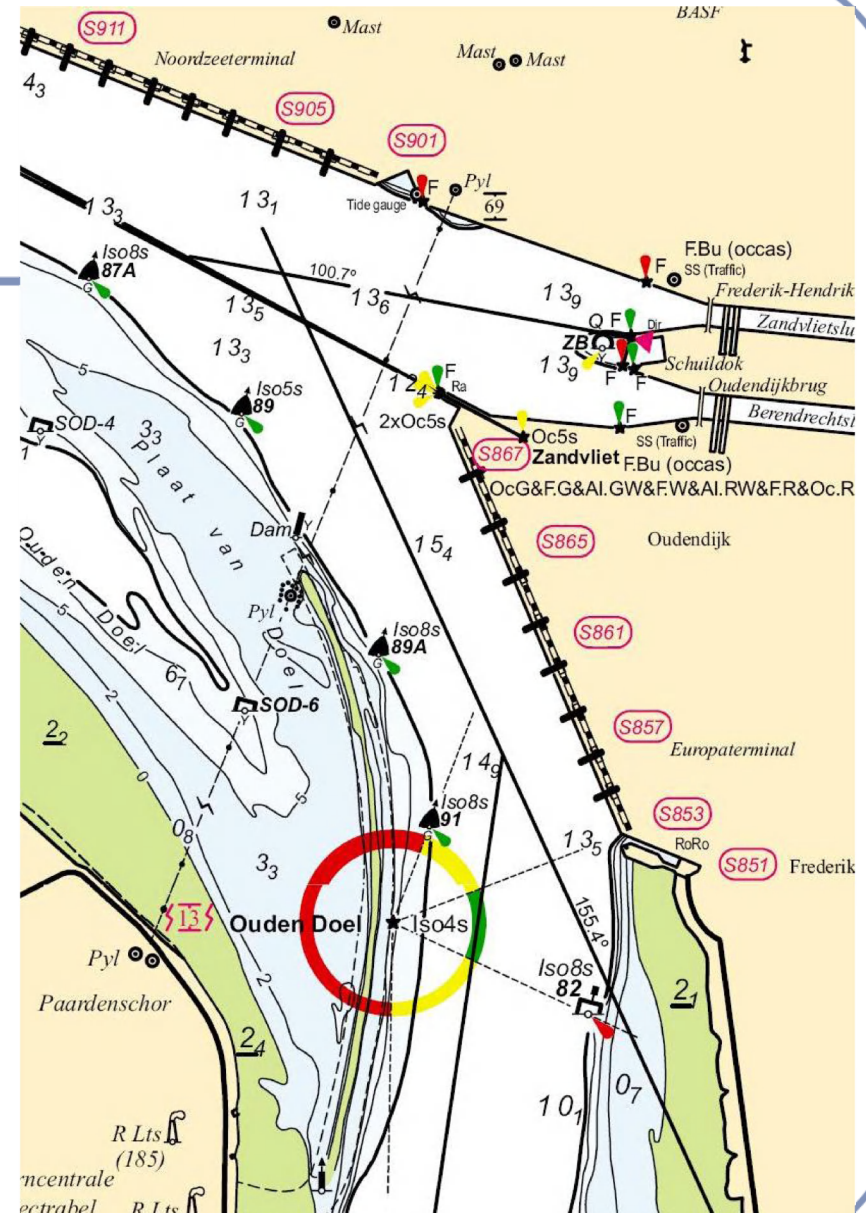
Evaluatie per locatie

- Bocht van Bath
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Ballastplaat
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Europaterminal
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming



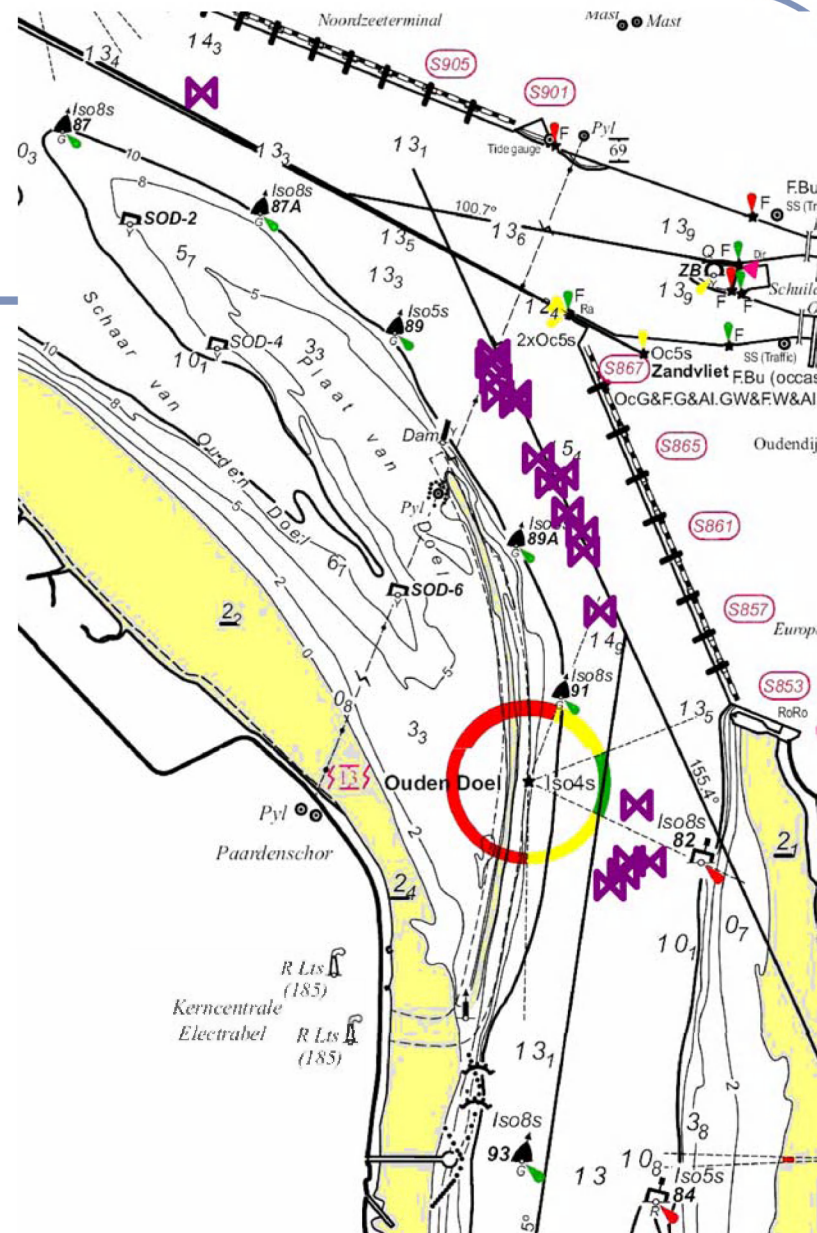
Europaterminal: volle eb

- Situatieschets
 - Steile oever (strekdam) ter hoogte van groene boeienlijn
 - Breedte vaarweg beperkt door aanwezigheid afgemeerde schepen
 - Beperking golfhoogte gegenereerd door afvarend schip.



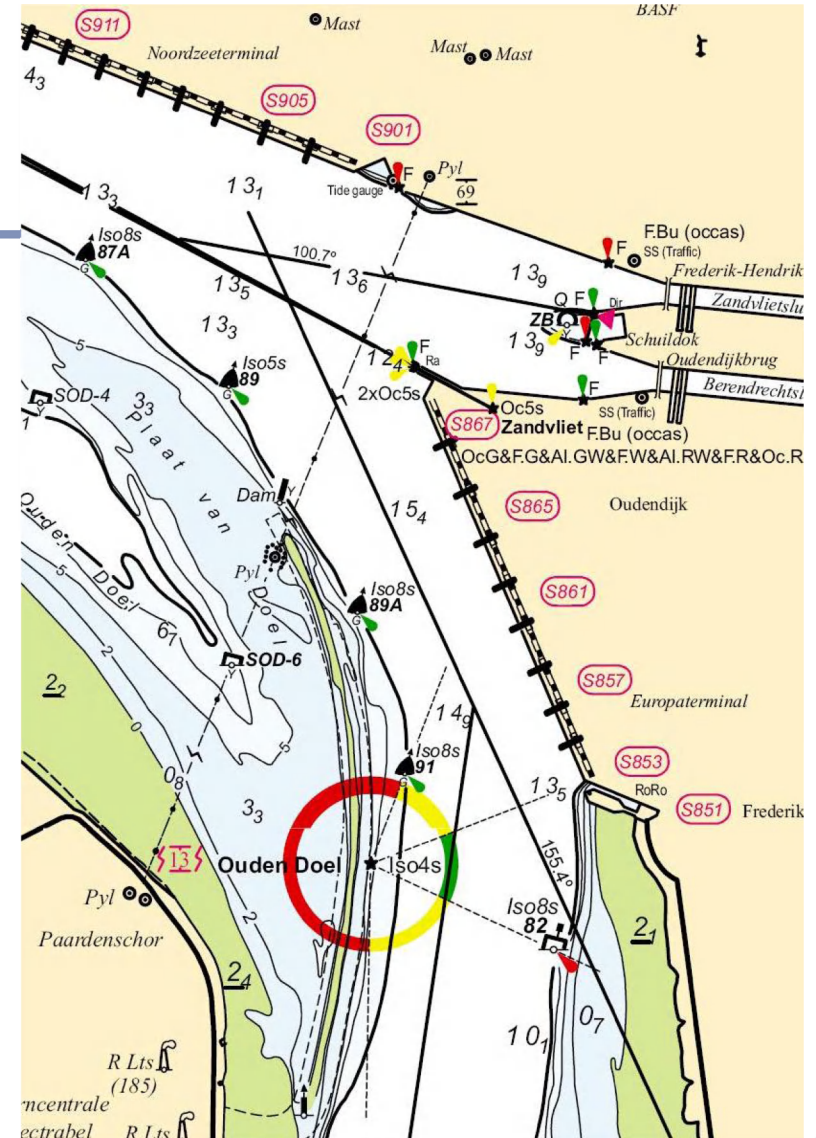
Europaterminal: volle eb

- Resultaten
 - 19 vaarten uitgevoerd met 131 dm & 145 dm
 - 10 ontmoetingen tussen eigen schepen vormden geen probleem
 - Voor 9 ontmoetingen was minstens één van de beoordelingscijfers groter dan 1



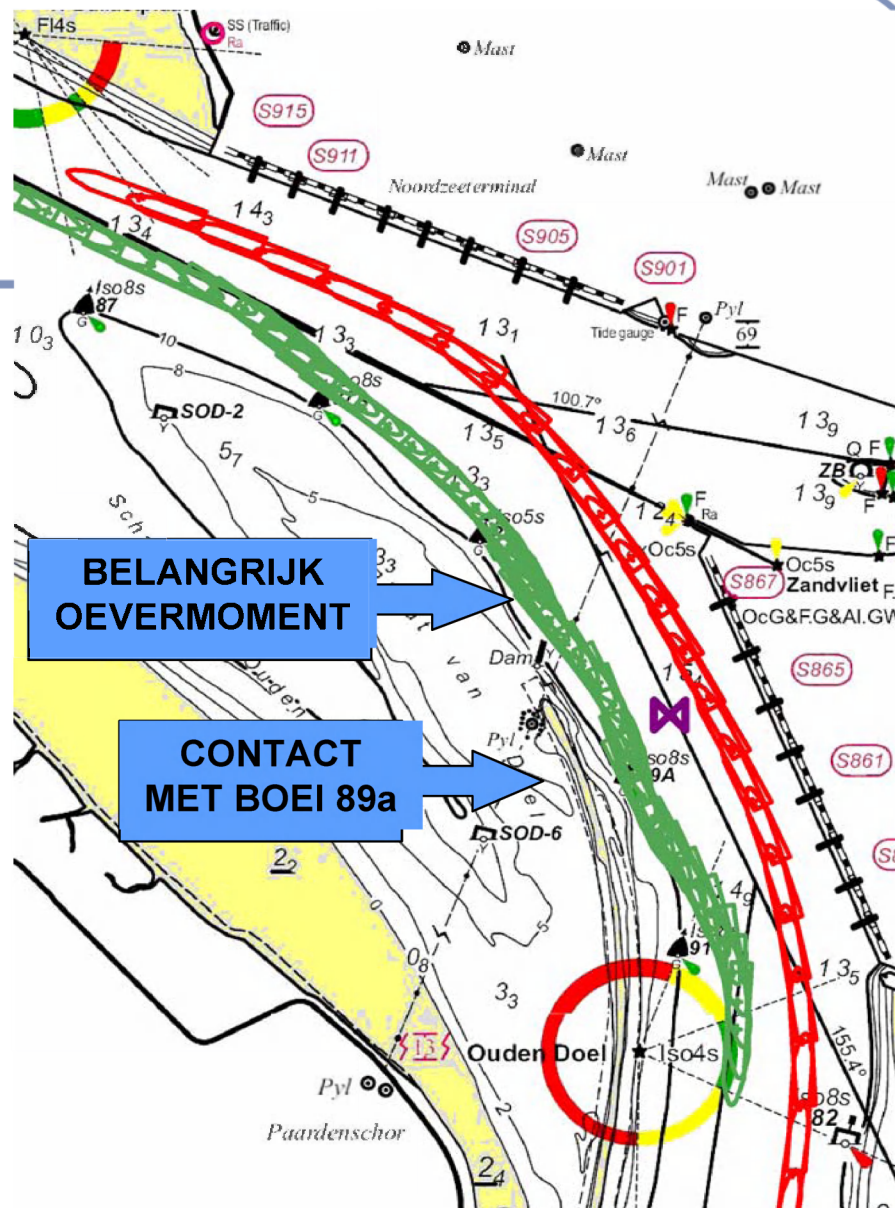
Europaterminal: volle eb

- **Knelpunten**
 - Opvarende schepen vaak op erg kleine afstand van groene boeienlijn
 - Oevereffecten
 - Zeer kleine kielspeling
 - Afvarend schip dient:
 - Snelheid te matigen
 - Aanvaardbare afstand tot terminal aanhouden



Europaterminal: volle eb

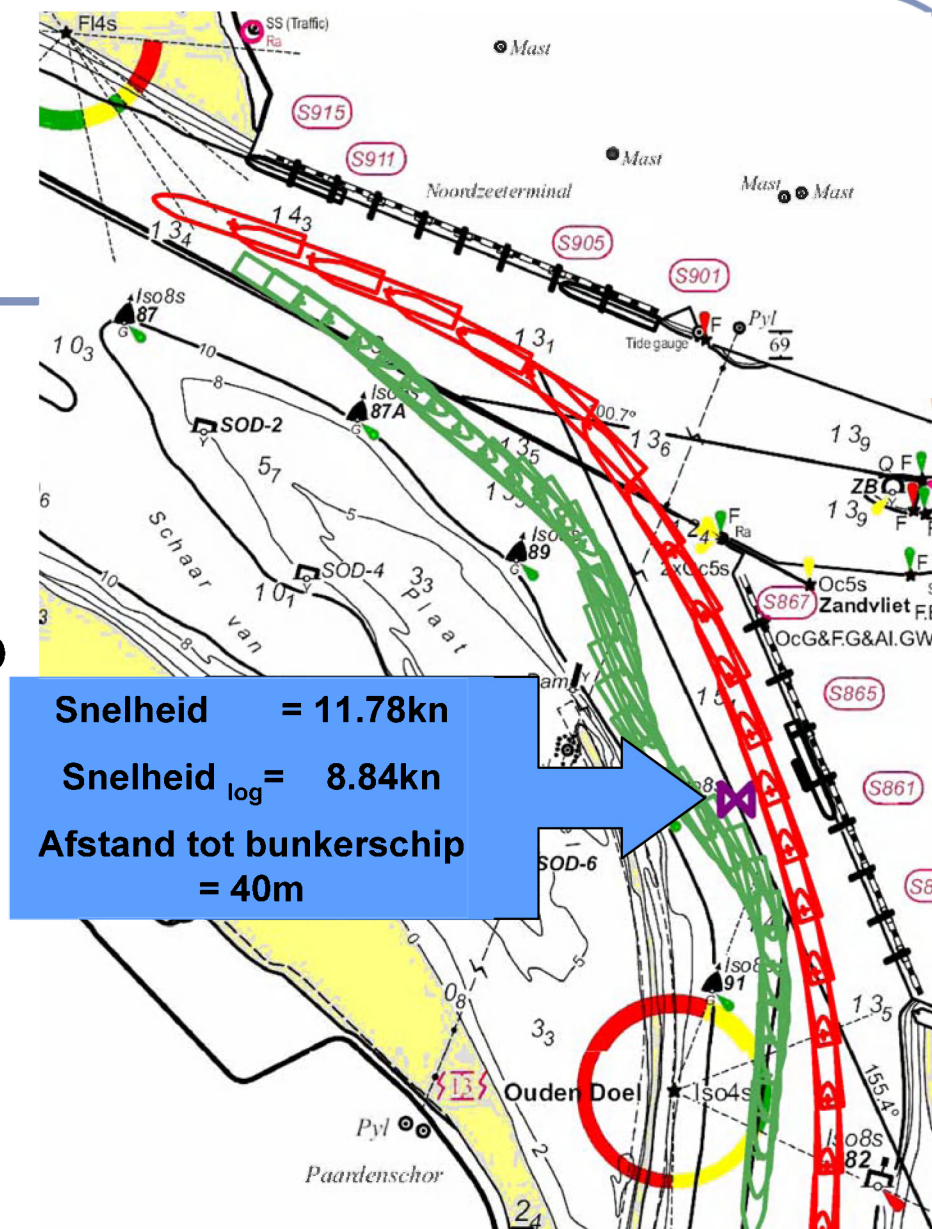
- Opvarende schepen op erg kleine afstand van groene boeienlijn
 - Oevereffecten
- 1 vaart botsing met boei 89a
- 1 vaart botsing met boei 89
- 5 vaarten afstand tot boei 89 kleiner dan 20m



[illegible]

Europaterminal: volle eb

- Golfhoogte Europaterminal
 - Golf gegenereerd door afvarend schip kan afgemeerde schepen lostrekken van de kade
 - Beheersen van
 - Snelheid
 - Afstand tot de kaaimuur



Simulatievaarten 2007

Euroterminal: volle eb

- Enkele cijfers:
 - 19 vaarten
 - In 2 vaarten was de golfhoogte gegenereerd door het afvarende schip groter dan 0.5m
 - In 2 vaarten was er contact tussen het opvarende schip en een groene boei
 - Minimale afstand tussen simulatorschepen: 58m

Moeilijk bochten aan boei 91
Door verdieping meer kielspeling – minder oevereffect

**Ter hoogte van Europaterminal
zowel geslaagde als
niet geslaagde
ontmoetingen**

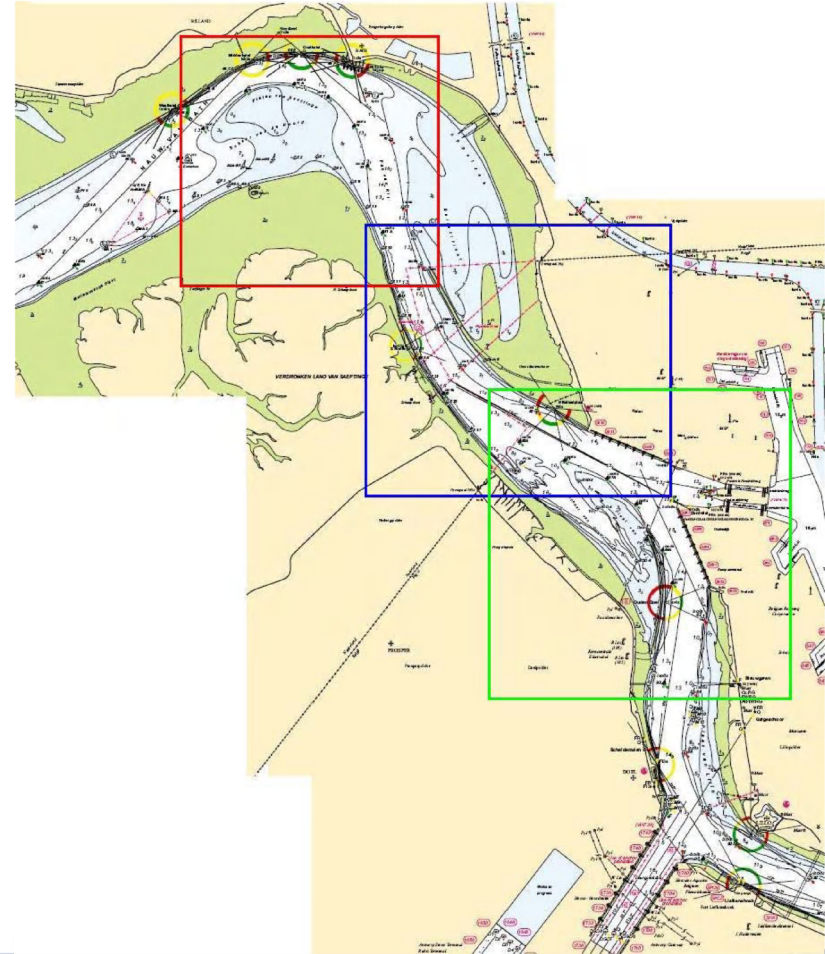
**Ontmoetingen tussen boei 89 en 82
te vermijden: botsen en/of lostrekken
afgemeerde schepen**

**Ontmoetingen ter hoogte van
boei 82 en zuidelijker werden
met goed resultaat uitgevoerd**

Simulatievaarten 2007

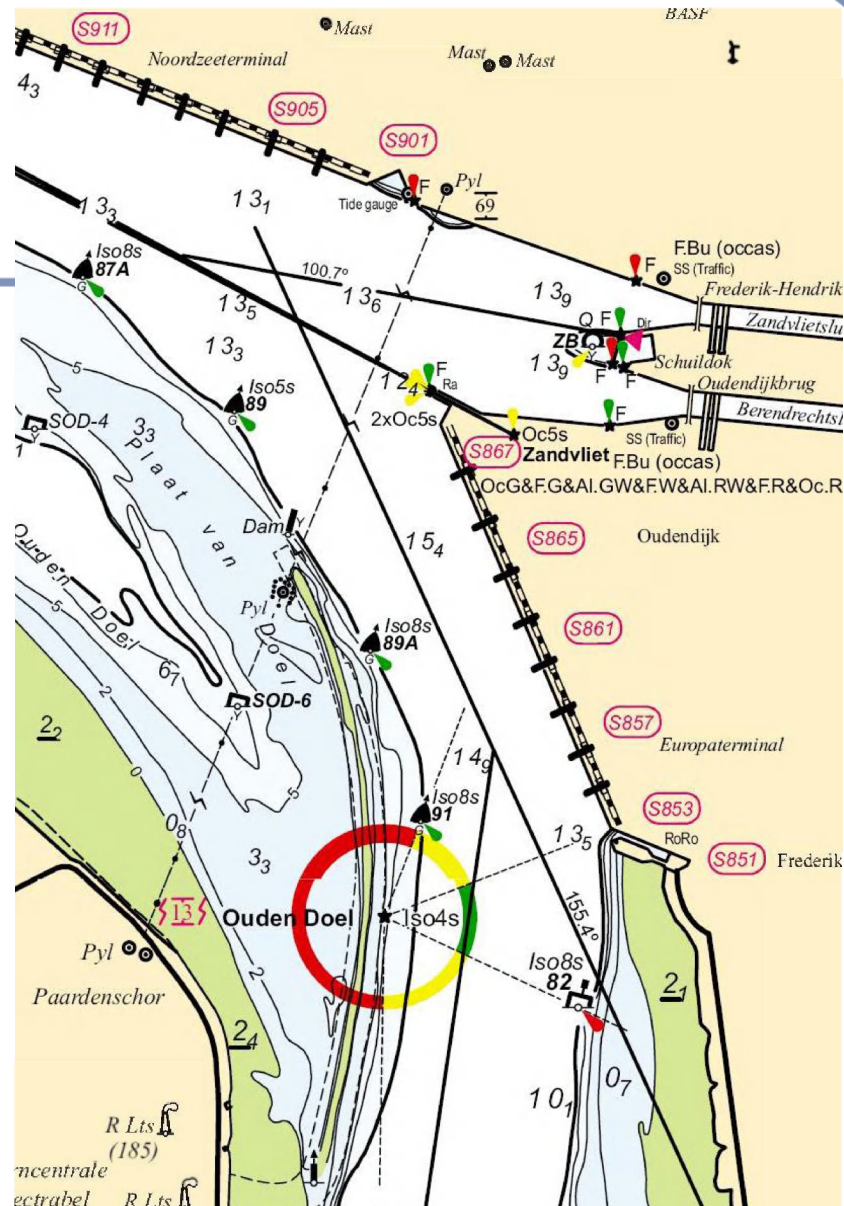
Evaluatie per locatie

- Bocht van Bath
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Ballastplaat
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming
- Europaterminal
 - Volle ebstroming
 - Volle vloedstroming



Europaterminal: volle vloed

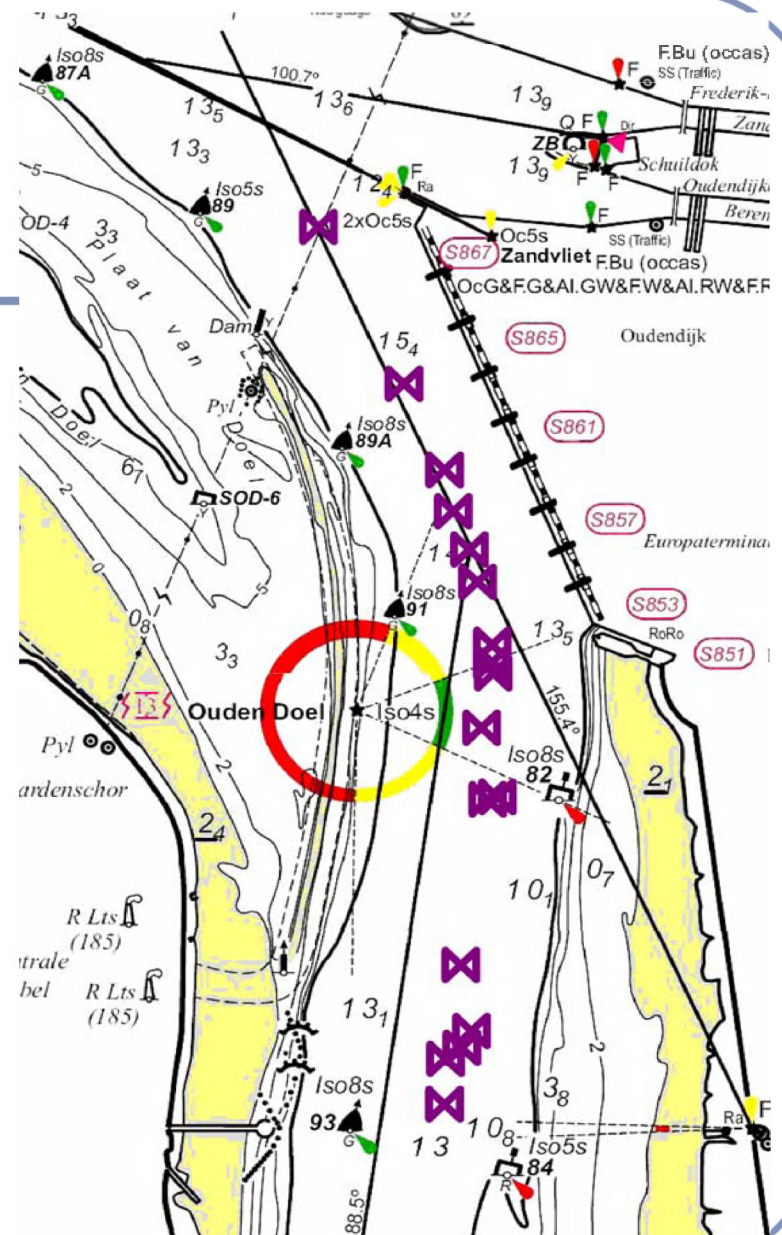
- Situatieschets
 - Grotere afstand tussen opvarende schepen en groene boeienlijn
 - Breedte vaarweg beperkt door aanwezigheid afgemeerde schepen
 - Beperking golfhoogte gegenereerd door afvarend schip.



Europaterminal: volle vloed

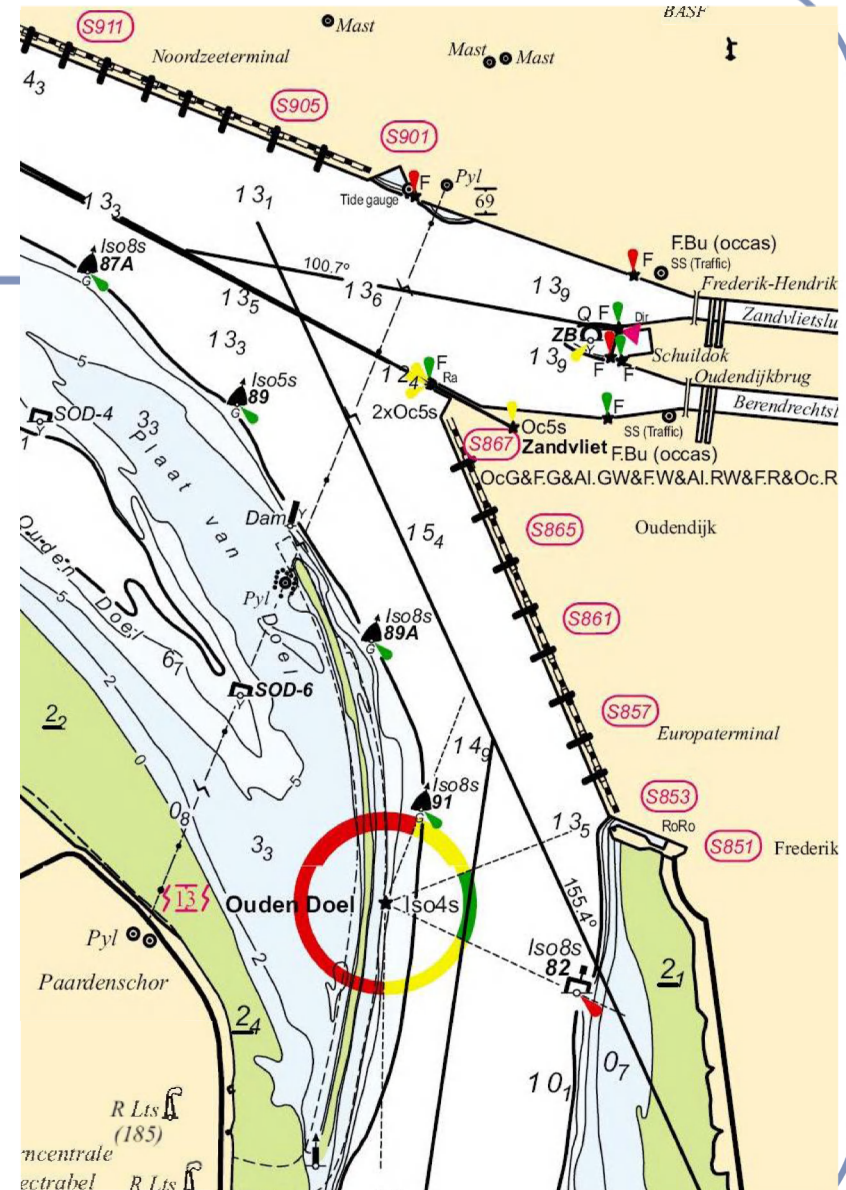
- Resultaten:

- 19 vaarten met 131 dm 145 dm
- 7 ontmoetingen tussen eigen schepen vormden geen probleem
- In 3 vaarten was de golfhoogte gegenereerd door het afvarende schip groter dan 0.48m
- Boeiafstanden waren steeds aanvaardbaar
- Afstanden tussen simulatorschepen vaak onaanvaardbaar klein
 - 7 vaarten tussenafstand $> 70\text{m}$
 - 8 vaarten tussenafstand $\in]50\text{m}, 70\text{m}]$
 - 2 vaarten tussenafstand $\in]30\text{m}, 50\text{m}]$
 - 2 vaarten tussenafstand $< 30\text{m}$



Europaterminal: volle vloed

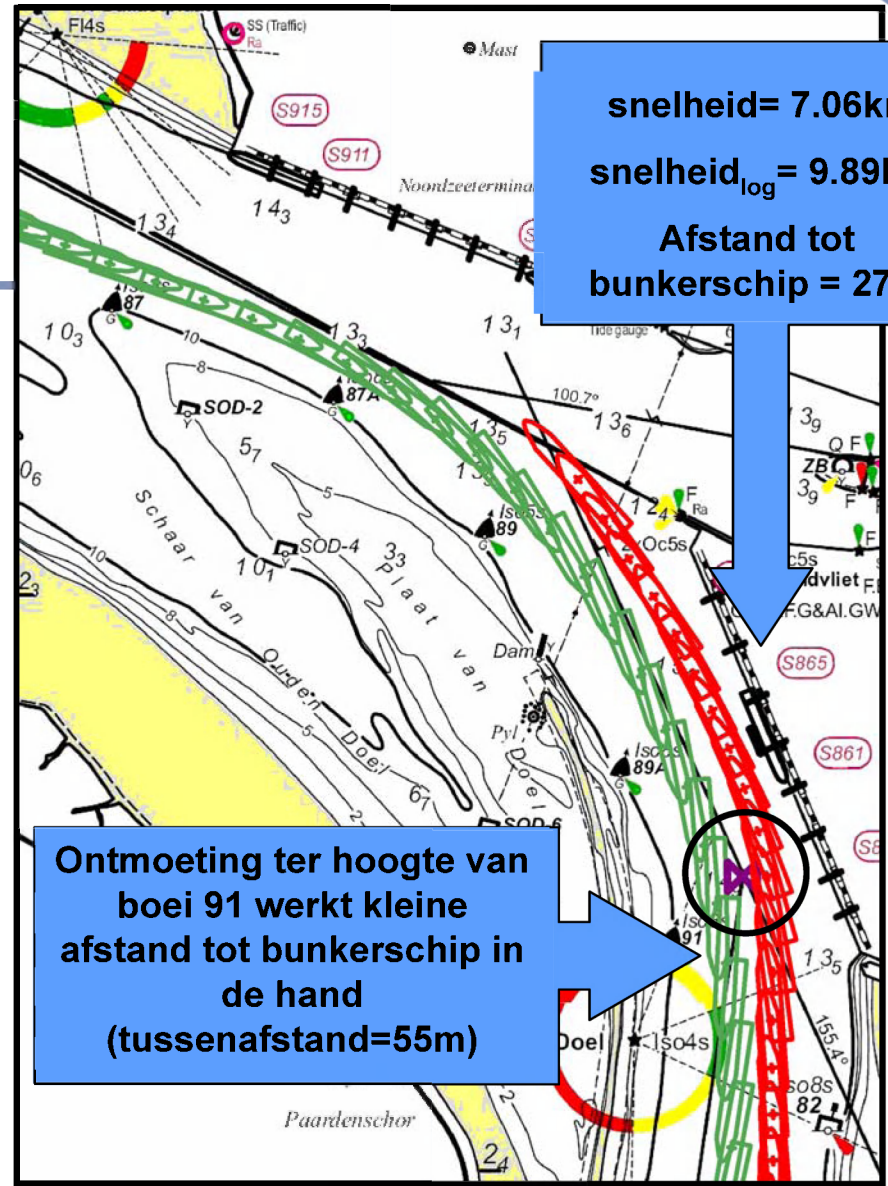
- Knelpunten
 - Onaanvaardbare afstanden tussen opvarend en afvarend schip ter hoogte van Europaterminal
 - Afvarend schip dient:
 - Snelheid te matigen
 - Aanvaardbare afstand tot terminal te houden



- 
MDK Maritieme Dienstverlening en Kust
 INLEIDING – ONDERZOEK – SIMULATIES – VERVOLG
 
waterbouwkundig
LABORATORIUM

Europaterminal: volle vloed

- Golfhoogte Europaterminal
 - Golf gegenereerd door afvarend schip kan afgemeerde schepen lostrekken van de kade
 - Beheersen van
 - Snelheid
 - Afstand tot de kaaimuur





Simulatievaarten 2007

Squat

- Inzinking ter hoogte van voor- en achterpiek onder invloed van volgende factoren:
 - **scheepsafhankelijke parameters:**
 - diepgang
 - displacement
 - blokcoëfficiënt
 - grootspantoppervlakte
 - **omgevingsafhankelijke parameters:**
 - waterdiepte
 - afstand tot de oevers
 - **operationele parameters:**
 - langsscheepse snelheid
 - dwarse snelheid
 - giersnelheid
 - gierversnelling
 - dwarskracht
 - giermoment
 - schroeftoerental
 - **ander scheepvaartverkeer:**
 - dwarsafstand tussen eigen en ander schip
 - snelheid ander schip
 - diepgang ander schip
 - displacement ander schip
 - blokcoëfficiënt ander schip

Simulatievaarten 2007

Squat

- Maximale inzinking steeds achteraan
 - Sterk afhankelijk van de scheepssnelheid
=> verband meer dan kwadratisch
 - Maximale inzinking per scenario en snelheid:
 - Bocht van Bath bij ebstroom: 2.09 m
 - Bocht van Bath bij vloedstroom: 1.67 m
 - Ballastplaat bij ebstroom: 1.78 m
 - Ballastplaat bij vloedstroom: 1.90 m
 - Europaterminal bij ebstroom: 1.44 m
 - Europaterminal bij vloedstroom: 1.64 m

Simulatievaarten 2007

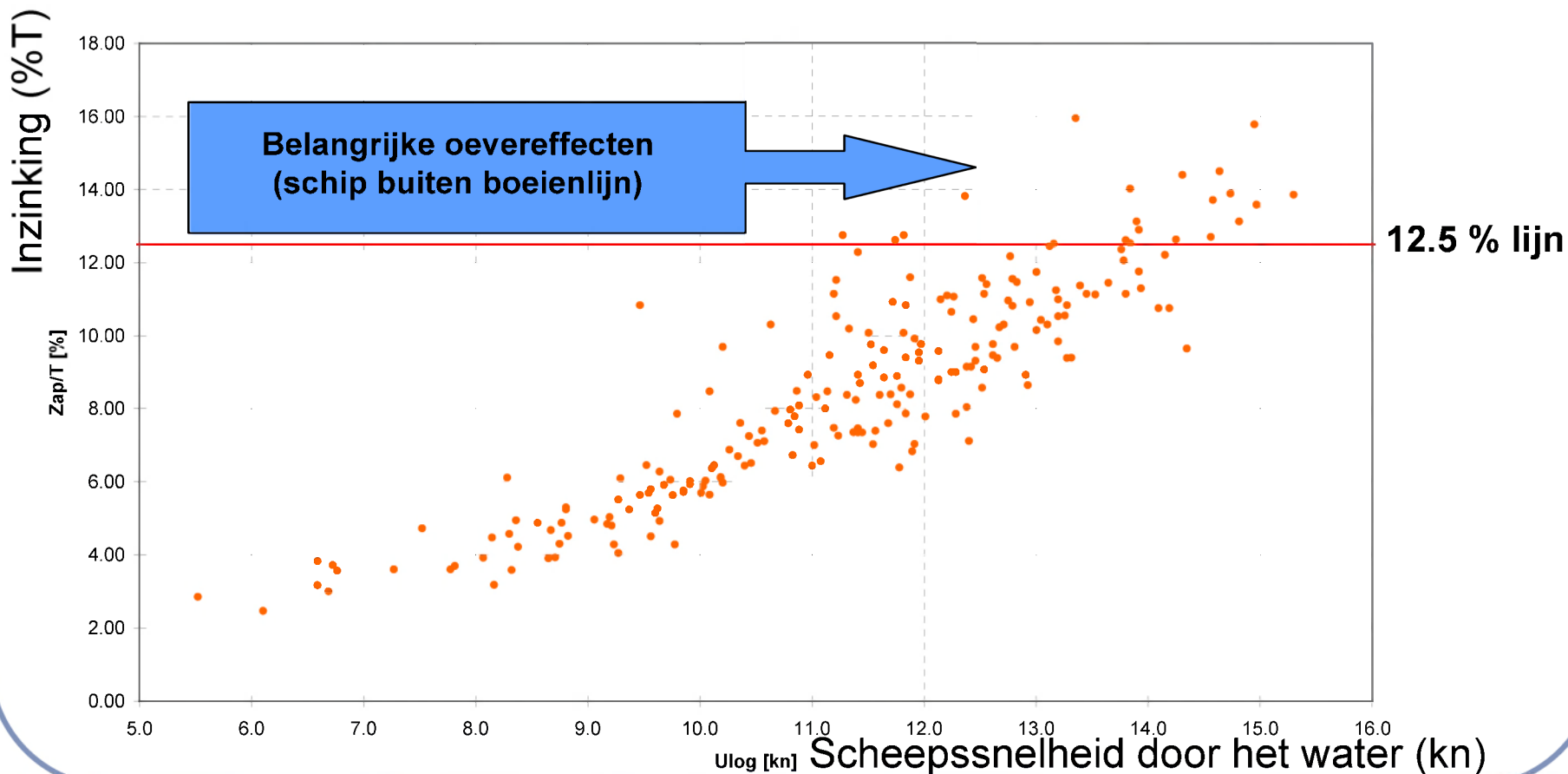
Squat

- Inzinking procentueel ten opzichte van de scheepsdiepgang
- Op- en afvaart:
 - Invloed van squat op de kielspeling, minimaal vereiste kielspeling is 12.5%.

Simulatievaarten 2007

Squat

Maximale inzinking ter hoogte van achterschip voor alle vaarten

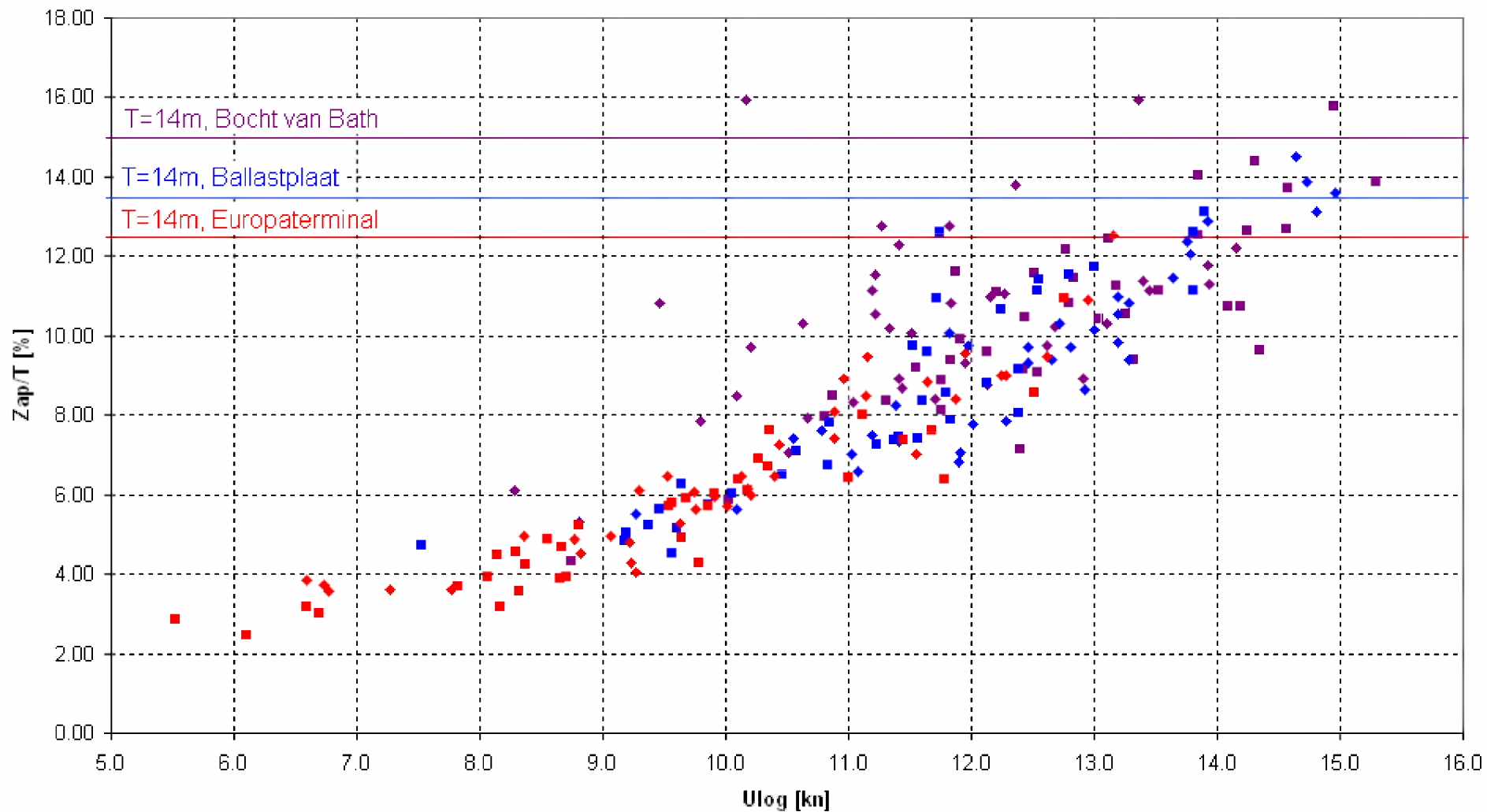


Simulatievaarten 2007

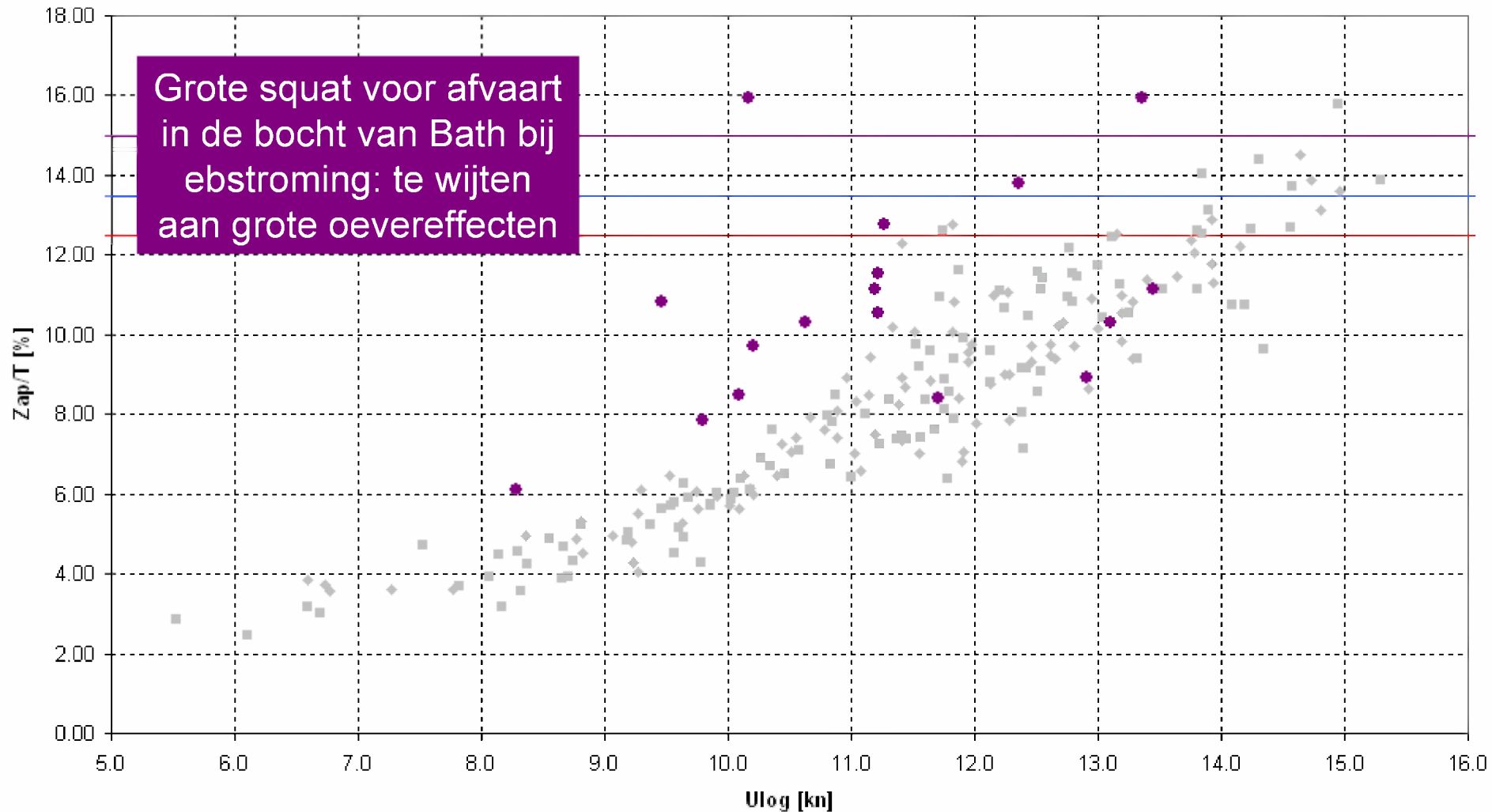
Squat

- Typereis
 - Afvaart van Deurganckdok
 - Verdieping drempels tot 14.7m
 - $T = 14\text{m}$
 - Tijvenster start als de eerste drempel (Zandvliet) met 12.5% overvaren kan worden
- Kielspeling op de onderzochte locaties
 - Europaterminal: 12.5 % T
 - Ballastplaat: 13.5 % T
 - Bocht van Bath: 15 % T

Maximale inzinking ter hoogte van achterschip voor alle vaarten



Maximale inzinking ter hoogte van achterschip voor alle vaarten



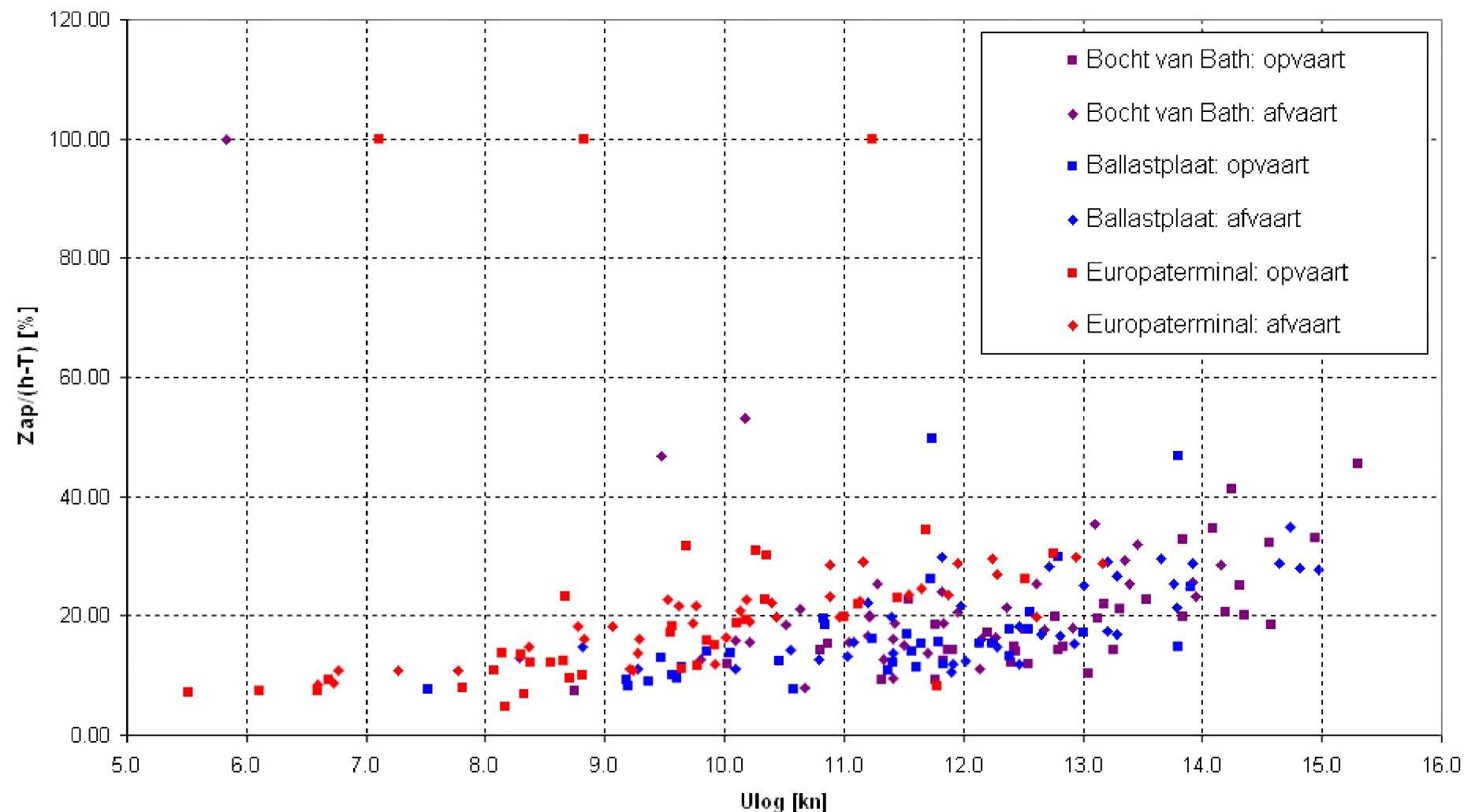
Simulatievaarten 2007

Squat

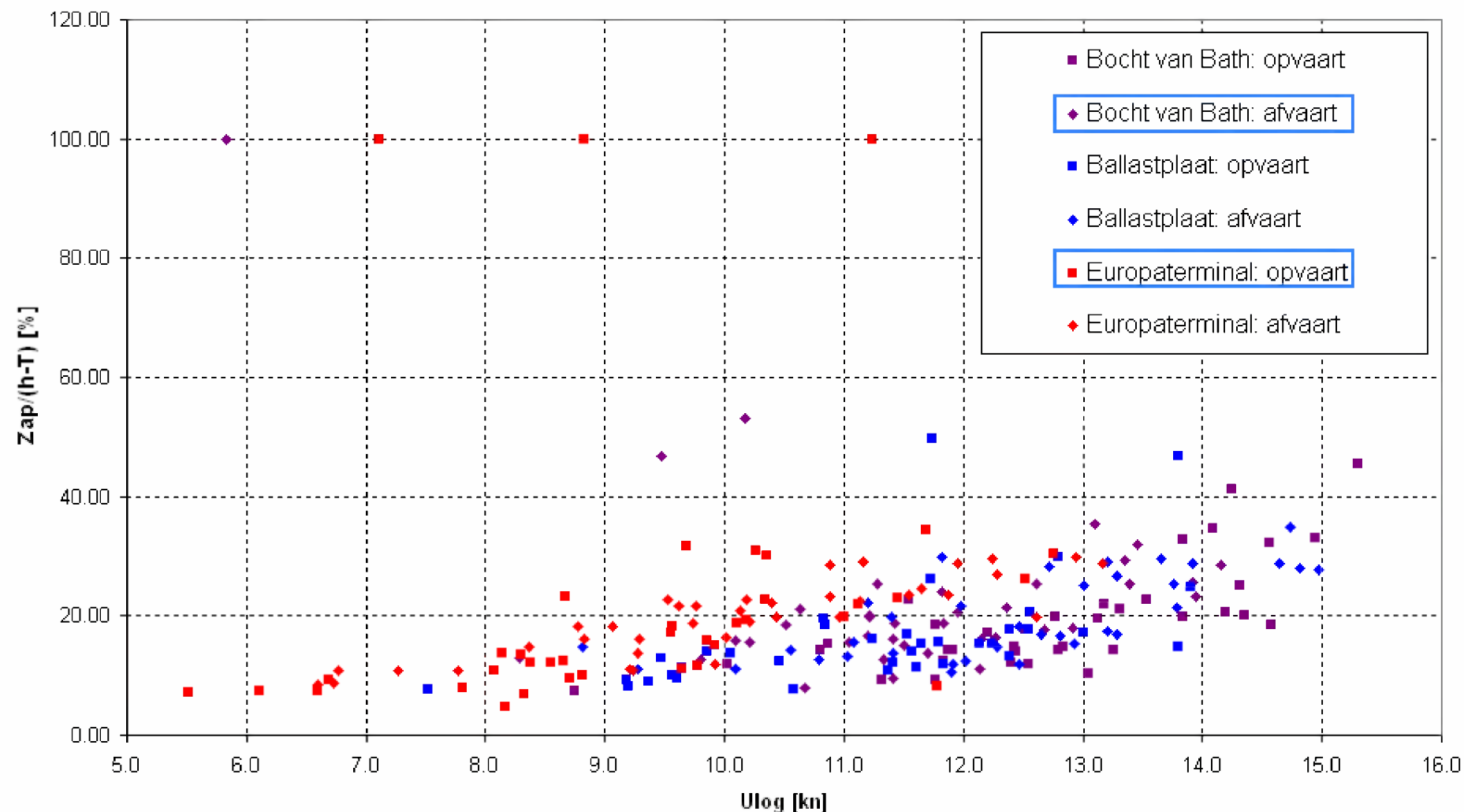
- Belangrijke opmerking: De vaarten werden uitgevoerd bij **maximale stroomsnelheden** en bij kielspelingen hoger dan 12.5%
- In de volgende grafiek wordt de verhouding van de **inzinking en de bruto kielspeling** (kielspeling zonder rekening te houden met squat) weergegeven.
- Vaarten waarin de bodem/oever proefmatig geraakt werd (4 van 224) worden aangeduid met 100%

$$\frac{z_{AP}}{h - T} [\%]$$

Maximale inzinking ter hoogte van achterschip relatief tot de bruto kielspeling



Maximale inzinking ter hoogte van achterschip relatief tot de bruto kielspeling



Simulatievaarten 2007

Squat

- Conclusies:
 - Bocht van Bath bij ebstroom:
 - Afvaart: squat is maximaal 2.09 meter (in 2 vaarten)
 - Opvaart: Squat is 1 maal groter dan 2 meter bij $u_{\log} = 14.9$ kn
 - Grotere squat bij grotere diepgang
 - grotere diepgang komt overeen met kleinere kielspeling bij gelijke waterstand
 - Geen relatie met de scheepslengte

Simulatievaarten 2007

Invloed v/d Scheepsafmetingen

- Invloed scheepsafmetingen op resultaten van de simulaties
- Beoordeling op basis van:
 - Gecombineerd beoordelingscijfer voor ontmoetingen tussen eigenschepen
 - Gemiddelde afstand tot de boeien
 - Gemiddelde afstand tussen de simulatorschepen

Simulatievaarten 2007

Invloed v/d Scheepsafmetingen

- Gecombineerd beoordelingscijfer voor ontmoetingen tussen eigenschepen;
 - L=397m: 1.45
 - L=381m: 1.42
 - L=366m: 1.52
- Gemiddelde afstand tot de boeien;
 - L=397m: 99.9m
 - L=381m: 106.8m
 - L=366m: 102.9m
- Gemiddelde afstand tussen de eigenschepen
 - L=397m: 118.9m
 - L=381m: 120.9m
 - L=366m: 118.6m

Simulatievaarten 2007

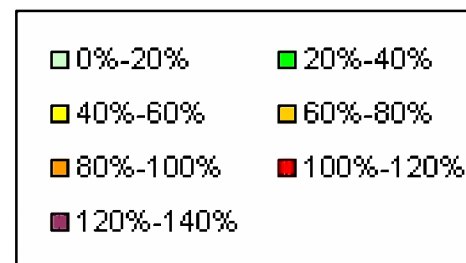
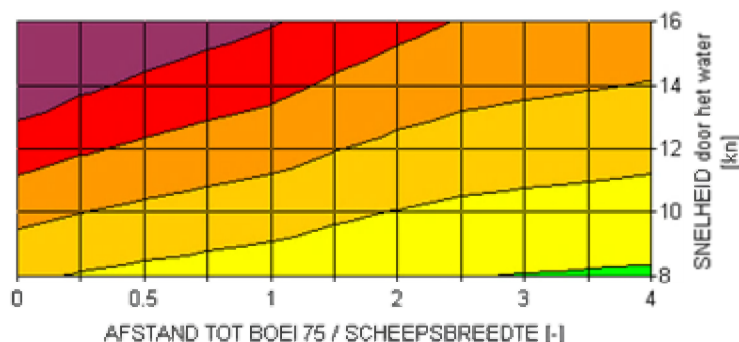
Invloed v/d Scheepsafmetingen

- Deskstudie 2007:
 - Bochtmanoeuvres:
 - Vergelijken van **BENODIGD** stuurvermogen met het **VOOR HANDEN ZIJNDE** roervermogen.
 - Voor handen zijnde roervermogen afhankelijk van:
 - Scheepssnelheid
 - Schroeftoerental
 - Onderzocht voor
 - L=352m, B=42.8m
 - L=380.5m, B=46.4m
 - L=402.9m, B=49.0m

Simulatievaarten 2007

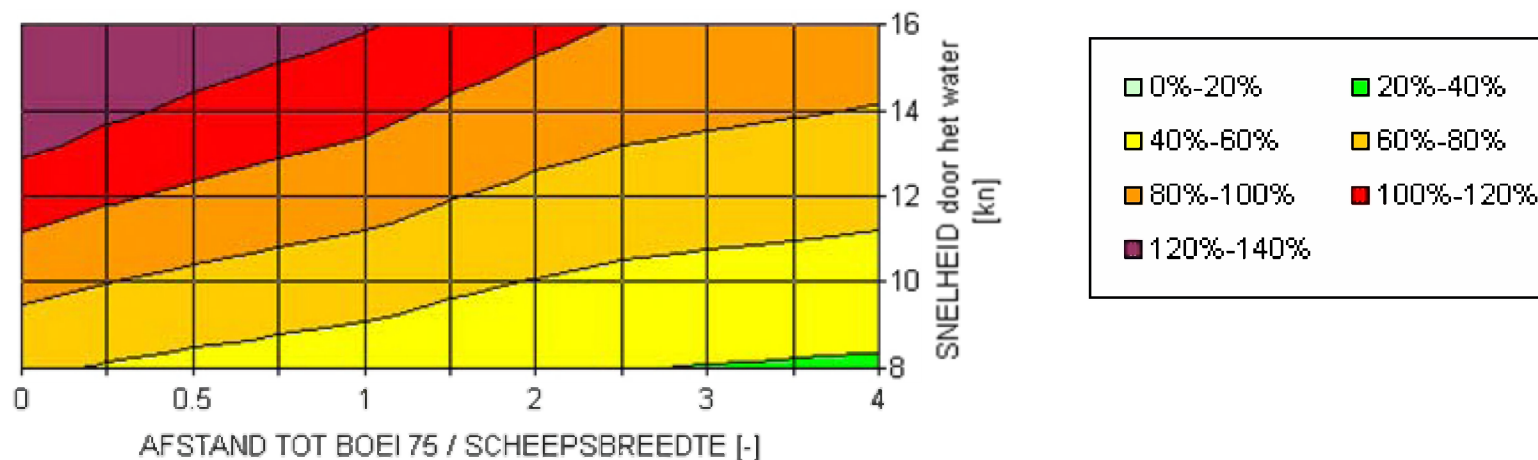
Invloed v/d Scheepsafmetingen

- Vergelijking op basis van opvaart in bocht van Bath.
 - Telegraafstand = Harbour full (66 rpm)
 - Tijstand = -0.32 m t.o.v. TAW
 - Waterdiepte ter hoogte van de boei = 15.3 m
 - Stroomsnelheid = 0.95 kn
- Berekening voor verschillende scheepsnelheden en boeiafstanden



Simulatievaarten 2007

Invloed v/d Scheepsafmetingen



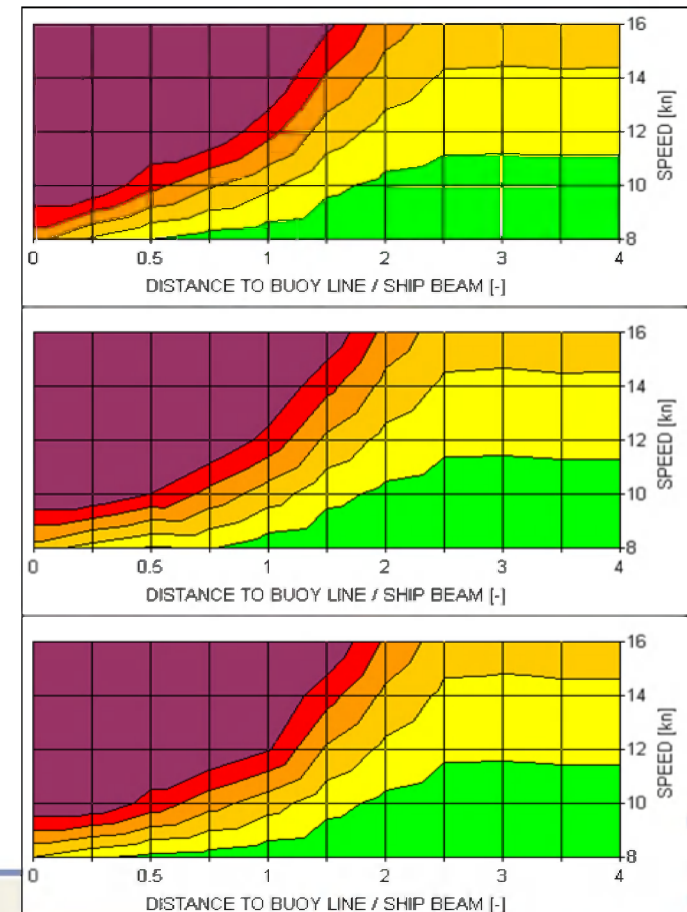
- Kleurcode duidt de verhouding aan tussen het MAXIMAAL OP TE WEKKEN ROERMOMENT en het benodigde stuurmoment (benodigde roercapaciteit).
- Maat voor de controleerbaarheid van het schip

Deskstudie

Invloed v/d Scheepsafmetingen

- $L=352\text{m}$, $B=42.8\text{m}$
 - $U_{\log}=14\text{kn}$
 - $Y_{\text{boei}}=85\text{m}$
 - Benodigde roercapaciteit: **70.8%**
- $L=380.5\text{m}$, $B=46.4\text{m}$
 - $U_{\log}=14\text{kn}$
 - $Y_{\text{boei}}=85\text{m}$
 - Benodigde roercapaciteit: **73.6%**
- $L=402.9\text{m}$, $B=49.0\text{m}$
 - $U_{\log}=14\text{kn}$
 - $Y_{\text{boei}}=85\text{m}$
 - Benodigde roercapaciteit: **75.7%**

HARBOUR FULL



Simulatievaarten 2007

Invloed v/d Scheepsafmetingen

- Conclusie:
 - De invloed van scheepsafmetingen kon **niet** achterhaald worden **uit** de resultaten van de **simulatievaarten**
 - De **invloed** van scheepsafmetingen op de **controleerbaarheid** van het schip bleek **beperkt** (Deskstudie)
- *Men kan veronderstellen dat de scheepsafmetingen weinig invloed zullen hebben op de manoeuvres.*

Agenda

- Inleiding
- Scope/onderzoek
- Simulaties
 - Input
 - Locaties
 - Evaluatie
- Vervolg

Op- en afvaartregeling

Hoe verder?

- Onderbouwde nieuwe versie op- en afvaartregeling in de huidige situatie
- Doorgedreven verkeersbegeleiding om ontmoetingen op kritieke locaties in goede banen te leiden (of te vermijden indien het tijpmoment dit vereist)
- Aanpassen op- en afvaartregeling na verdieping Westerschelde

Op- en afvaartregeling

Hoe verder?

- Training
- Ver doorgedreven verkeersbegeleiding vanuit ACC noodzakelijk
- Vervolgstudies om minder extreme situaties te evalueren => betere tijmomenten, minder wind
- Ontmoetingen wel mogelijk bij lagere stromingssnelheden: andere tijmomenten en/of lagere windsnelheden?
- Training en opbouw van “know how on the job”
- Extra randvoorwaarden: zekerheden

Op- en afvaartregeling

- De leden van de stuurgroep
 - afdeling Scheepvaartbegeleiding (opdrachtgever)
 - DAB Loodswezen: dienstleiding en varende loodsen
 - afdeling Haven- en Waterbeleid Departement MOW
 - Universiteit Gent – Afdeling Maritieme Techniek
 - Waterbouwkundig laboratorium Borgerhout
- danken voor uw volgehouden aandacht
beantwoorden graag uw vragen

Op- en afvaartregeling

