

Aanvaarrisico's

Zeldzame gebeurtenissen met grote gevolgen

Harrie Weijs (TNO)
Migena Zagonjoli (Deltares)
Marjolein Hermans (MARIN)
Raphael Steenbergen (TNO)
Johan van Sloten (RWS)
Menno de Bruin (RWS)



Deltares

TNO innovation
for life

MARIN



KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN

Bron: de Volkskrant

nattekunstwerkenvandetoekomst.nl



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Monitor Nautische Veiligheid Binnenwateren

datarapport 2014-2023

RWS BEDRIJFSVERTROUWELIJK

Datum	16 januari 2025
Versie	1.0
Status	Definitief

Welk type scheepsongevallen komen veel voor?

De meest voorkomende ongevallen zijn ongevallen met varende schepen. Het grootste aandeel **52% van de geregistreerde aanvaringen schip-infrastructuur** en ook bij significante scheepsongevallen betreft het type ongeval schip-infrastructuur (aanvaringen met bruggen, sluizen en grondingen), gevolgd door schip-schip en overige ongevallen. Met name significante eenzijdige ongevallen laten een sterke toename zien. De oorzaak hiervan kon niet worden herleid en vereist nader onderzoek.

In 19% van alle geregistreerde scheepsongevallen gaat het om schip-schip ongevallen. **Aanvaringen met bruggen en sluizen leiden tot significante vaarwegschade en significante stremmingen.** Significante milieuschade ontstaat voornamelijk door het zinken van schepen. In driekwart van alle ongevallen is sprake van significante scheepsschade.



KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN



Hoe moeten we omgaan met aanvaarrisico's?



Risico accepteren

De kans is klein



Karakteristieke belasting

De gevolgen zijn groot



Gericht dimensioneren

Kans én gevolg meenemen



Het onderzoeksprogramma onderscheidt drie onderdelen



1. AANVAARKANS

Hoe waarschijnlijk is een aanvaring?

Benodigde kennis

- Scheepsbewegingen en verkeersbeeld
- Menselijk en technisch falen
- Locatie- en omgevingsfactoren



2. GEVOLGEN

Wat gebeurt er bij een aanvaring?

Benodigde kennis

- Aanvaarbelasting
- Constructieve respons en krachtsafdracht
- Impact



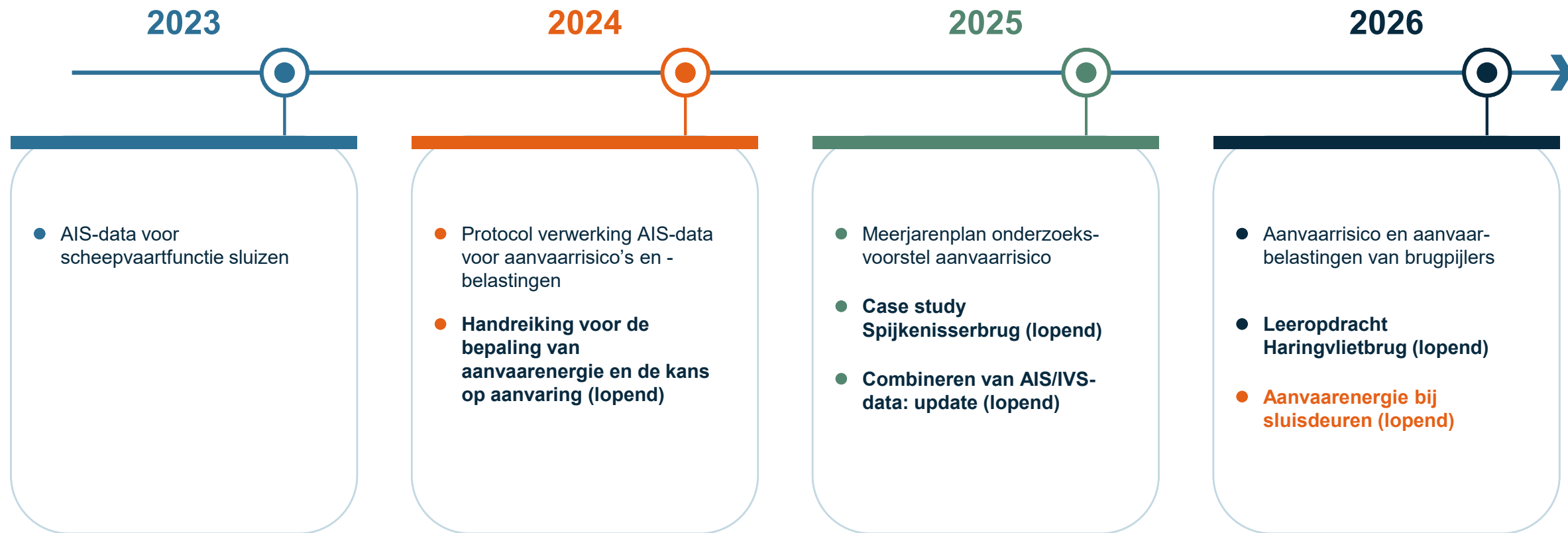
3. EISEN

Welk veiligheidsniveau is proportioneel?

Benodigde kennis

- Acceptabele risico's
- Ontwerp- en beoordelingseisen
- Afweging veiligheid, kosten en hinder

Tijdslijn van het onderzoeksprogramma



Plannen voor 2027

Haringvlietbrug

- Vervolgonderzoek en praktijktoepassing
- Koppeling met eisen uit de Omgevingswet

Marcol berekeningen

- Nieuwe inzichten vergaren in aanvaarenergieën en aanvaarbelastingen
- Weghalen van conservatisme uit de ROK

Business case

- Onderbouwen waarom verdere kennisontwikkeling en toepassing waarde toevoegt



Aanvaarrisico's bij sluisdeuren

Rapport van Zagonjoli, M., van der Eijk, M., van der Hout, A., Brinkman, R. 2026.
Aanvaarenergie bij sluisdeuren. Binnenkort kennisbank Deltares.



KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN

nattekunstwerkenvandetoekomst.nl

Sluis Lith

Aanvaring 18 februari 2025
binnenvaartschip tegen de
benedendeuren
Herstelt eind oktober 2025



Sluis Hansweert — 17 april 2018

- het motortankschip [schip 1] botste met haar voorsteven tegen het achterschip van het binnenvaartschip [schip 2], terwijl de [schip 2] op haar beurt met haar boeg tegen de noordelijke sluisdeur voer.
- Deze aanvaring(en) vond(en) plaats net nadat het zeecontainerschip [schip 3] havenmonding van het sluizencomplex was gepasseerd. De vraag is welk schip of welke schepen schuld heeft/hebben aan de schade.
- De rechtbank heeft geoordeeld
- (i) dat de schade is toe te schrijven aan een **grote waterverplaatsing die de trechtervormige voorhaven voor de sluis en vervolgens de sluiskolk binnendrong en**
- (ii) dat deze waterverplaatsing werd veroorzaakt door de [schip 3] doordat dit schip met te grote snelheid (16.5kn) **over de Westerschelde voer**. De [schip 3] heeft als enige schuld aan de schade; de schepen [schip 2] en [schip 1] valt niets te verwijten.

<https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2025/02/aanvaring-deuren-sluis-lith>

Westsluis Terneuzen — 6 april 2022

- Twee zeeschepen kwamen in de sluis met elkaar in botsing.
- Eén schip werd vervolgens tegen de sluisdeur gedrukt. **Kettingreactie: schip → schip → sluisdeur.**



Aanvaring Westsluis Terneuzen (Foto North Sea Port) 6 april 2022



Sluis Müden — Moezel, Duitsland, 8 december 2024

8 december 2024 “De schipper was niet onder invloed van alcohol of drugs. En werd ook niet onwel aangetroffen na de aanvaring. Maar verder hebben we alles nog in onderzoek, **menselijk falen, een technisch defect, we sluiten nog niets uit.**” bron: [Tientallen schepen hopeloos gevangen achter kapotte Moezelsluis](#) | [Schuttevaer.nl](#)



KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN

Sluisdeuren van de sluis Müden in de Moezel. Foto WSA Mosel-Saar-Lahn

Müden — Moezel, Duitsland, 8 december 2024

Het schip dat de beide deuren van de sluis Müden in de Moezel kapot voer was op **autopilot** onderweg en voer met ruim 12 km/uur (6.5 kn) ongeremd op de deuren.



KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN

*Sluisdeuren van de sluis Müden in de
Moezel. Foto WSA Mosel-Saar-Lahn*

Müden — Moezel, Duitsland, 8 december 2024

Het schip dat de beide deuren van de sluis Müden in de Moezel kapot voer was op **autopilot** onderweg en voer met ruim 12 kilometer per uur ongeremd op de deuren. Dat blijkt uit onderzoek van justitie in Koblenz. **De schipper greep niet tijdig in.** De schade aan de sluis werd geschat op ongeveer €5,4 miljoen.



KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN

*Sluisdeuren van de sluis Müden in de
Moezel. Foto WSA Mosel-Saar-Lahn*

Waarom dit ertoe doet

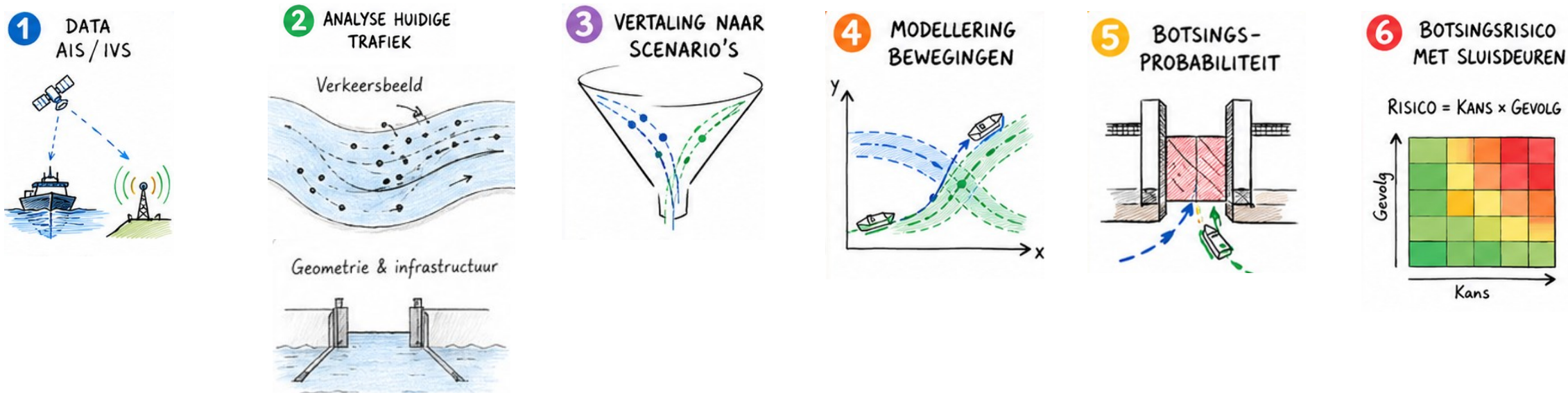


Sluis Sambeek Bron: RWS

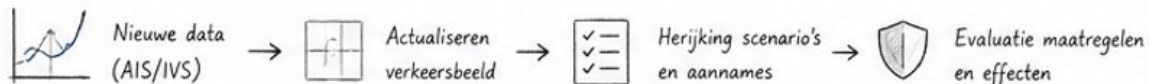
Een aanvaring is zeldzaam, maar de consequentie kan groot zijn.

- **Schade aan schip en kunstwerk**
- **Uitval van een kritieke schakel in de vaarroute**
- **In het uiterste geval: verlies van waterkerende functie**

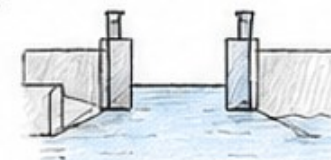
Aanvaarrisico's bij sluisdeuren



Terugkoppeling & continue verbetering



Resultaat: onderbouwde inschatting van het botsingsrisico tussen schepen en sluisdeuren, als basis voor veilige operatie en maatregelen.



KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN

De kernvraag

“Welke energie moeten we kiezen?”



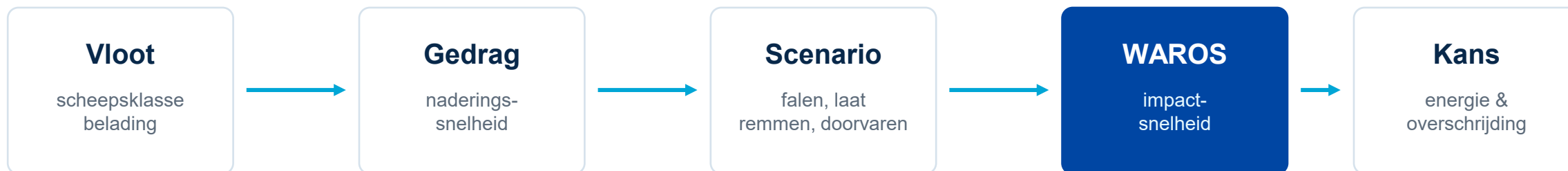
“Hoe groot is de kans dat een energie wordt overschreden?”

Energie = massa × snelheid² × hydrodynamica

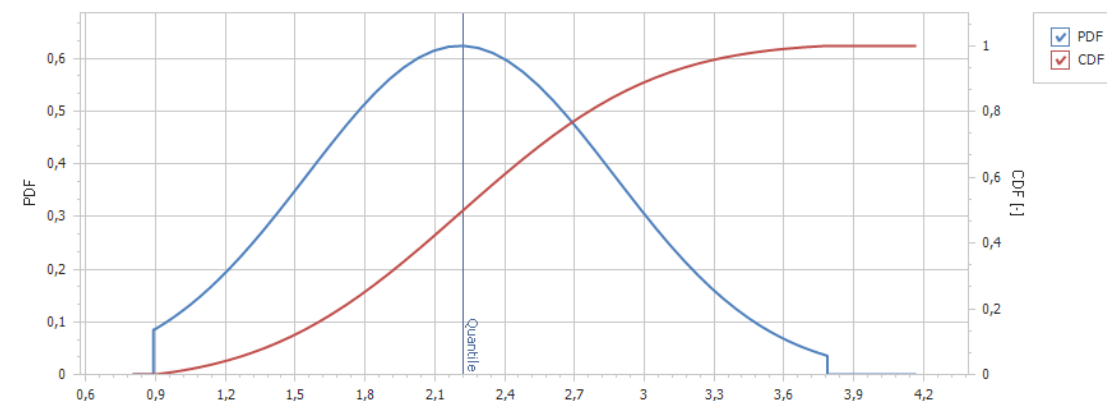
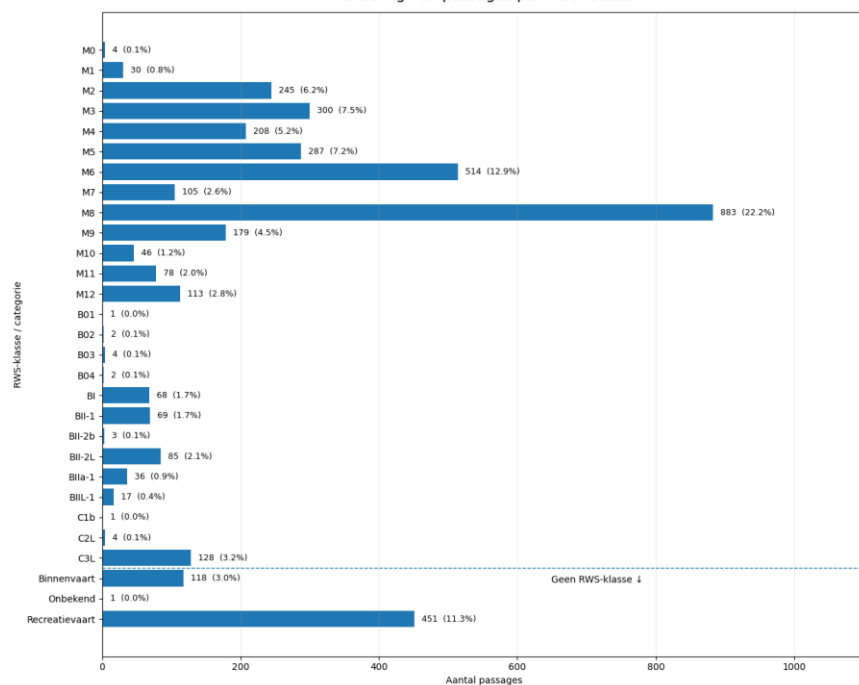
Kleine verschillen in snelheid worden grote verschillen in impact.



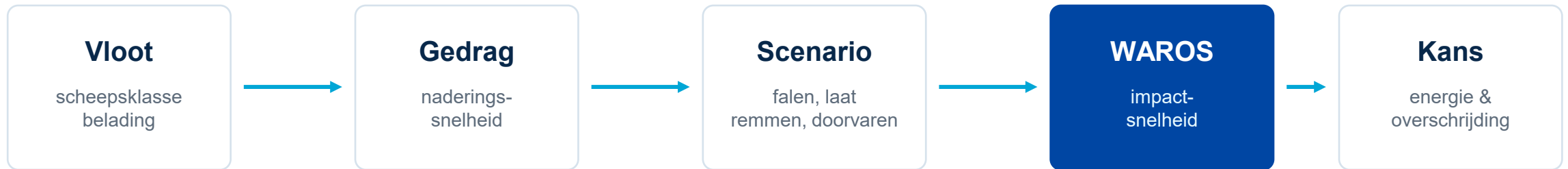
De rekenlijn in één beeld



Verdeling van passages per RWS-klasse



De rekenlijn in één beeld

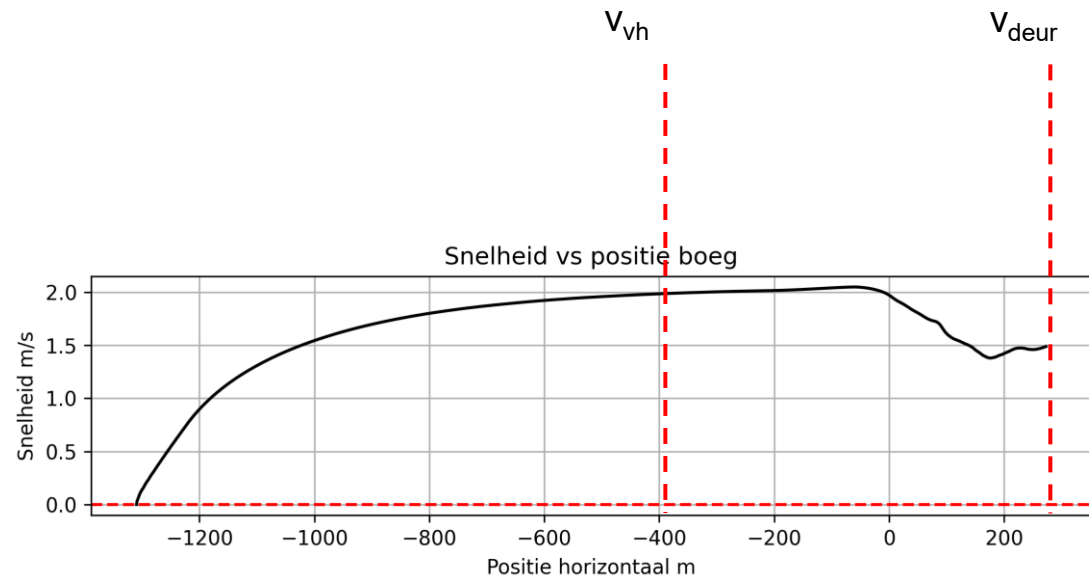
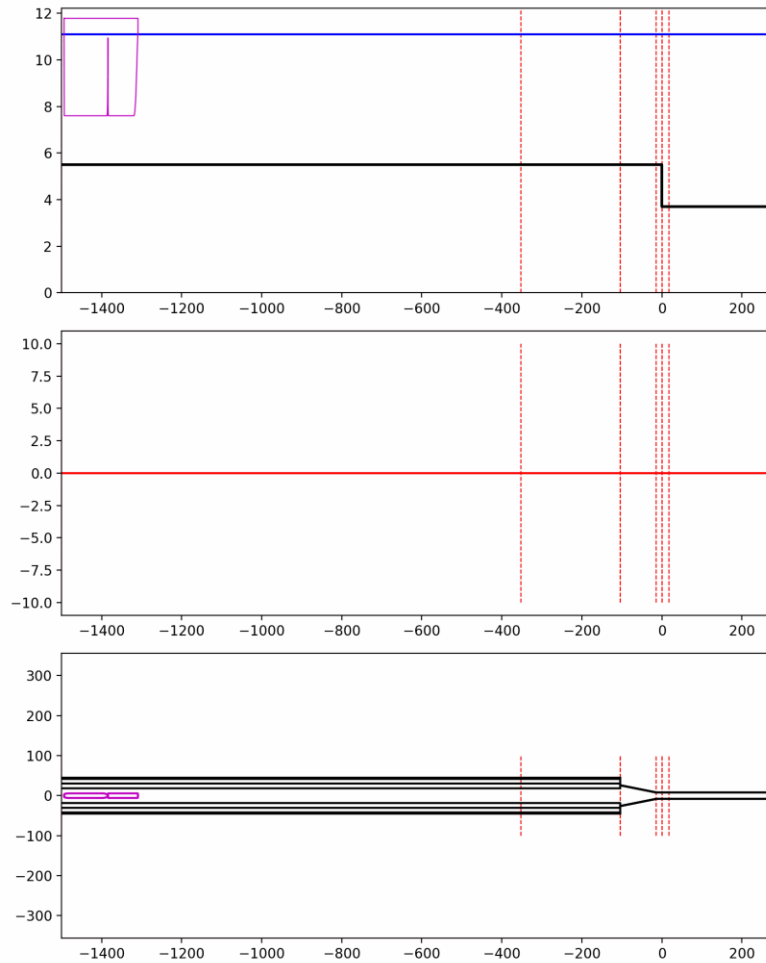


Bron: Vrijburcht, A., 1992. *Aanvaarrisico's voor sluisdeuren* - Q1399, Waterloopkundig Laboratorium.

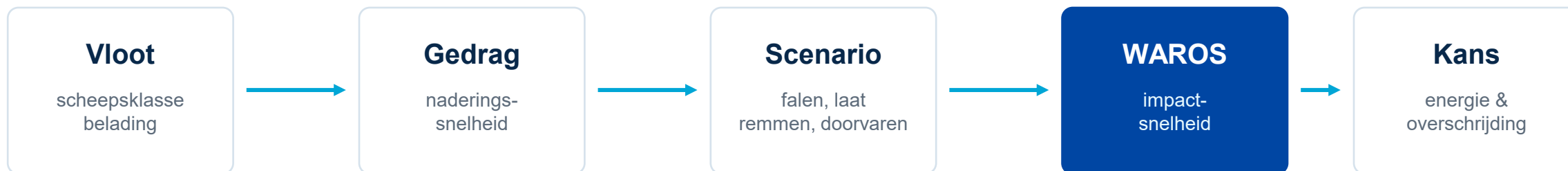
Ongevalseenario	Kans van voorkomen
Constant doorvaren (scenario 1)	0,12
Niet achteruitslaan (scenario 2)	0,44
Te laat remmen (scenario 3)	0,44



De rekenlijn in één beeld



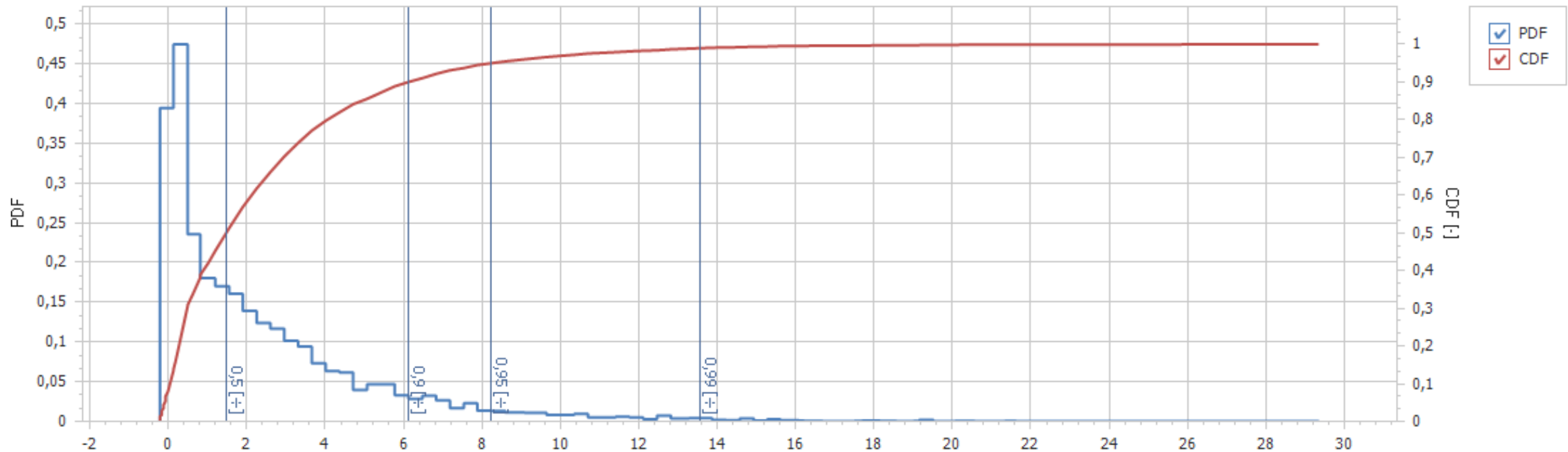
De rekenlijn in één beeld



(AIS)	representatief schip		(AIS)			+ Toegev. massa (m_a)	$E = \frac{1}{2} (M + m_a) v^2$		
	M1	Bulk (100%)		P(0.30)	Invaartsim		$M_{M1,bulk} + m_{a,M1,bulk}$		
		Cont (75%)		P(0.35)	Invaartsim		$M_{M1,cont} + m_{a,M1,cont}$		
		Leeg (20%)		P(0.35)	Invaartsim		$M_{M1,leeg} + m_{a,M1,leeg}$		
		M2	Bulk (100%)		P(0.30)	Invaartsim		$M_{M2,bulk} + m_{a,M2,bulk}$	
			Cont (75%)		P(0.35)	Invaartsim		$M_{M2,cont} + m_{a,M2,cont}$	
			Leeg (20%)		P(0.35)	Invaartsim		$M_{M2,leeg} + m_{a,M2,leeg}$	
	BII-2L	Bulk (100%)		P(0.30)	Invaartsim		$M_{BII,bulk} + m_{a,BII,bulk}$		
		Cont (75%)		P(0.35)	Invaartsim		$M_{BII,cont} + m_{a,BII,cont}$		
		Leeg (20%)		P(0.35)	Invaartsim		$M_{BII,leeg} + m_{a,BII,leeg}$		
	Totaal:	16 klassen	3 beladingscondities	16 snelheids-					



Aanvaarenergie overschrijdingskans levensduur



Wat is nu nodig?



1

Valideer

locatiespecifieke aanvaarkansen, passages en incidenten

2

Verfijn

snelheidstaart, belading en scheepsgeometrie

3

Beslis

welke nauwkeurigheid nodig is t.o.v. eenvoudiger ontwerpregels

Van onderzoeksprototype naar generiek instrumentarium.



KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN



**De winst zit niet in één zeker getal,
maar in een onzekerheid die we kunnen sturen.**

Maak de methode herhaalbaar, valideer lokaal, en balanceer bij ontwerp- en beheerkeuzes tussen normale belastingen en zeldzame extremen.

Heb je een interessante onderzoeksvraag? Laat het ons weten!

Menno de Bruin

Rijkswaterstaat
menno.de.bruin@rws.nl



Johan van Sloten

Rijkswaterstaat
johan.van.sloten@rws.nl



Harrie Weijs

TNO
harrie.weijs@tno.nl



Marjolein Hermans

MARIN
m.i.hermans@marin.nl



Raphaël Steenbergen

TNO
raphael.steenbergen@tno.nl



Migena Zagonjoli

Deltares
migena.zagonjoli@deltares.nl

