



Masterclass IenW

Monitoring & Data

“Wat heeft dat te maken met efficiënte besluitvorming over slimme vernieuwing en levensduurverlenging?”

Joost Breedevelt (Deltares)
Lid programmateam Kennisprogramma Natte Kunstwerken

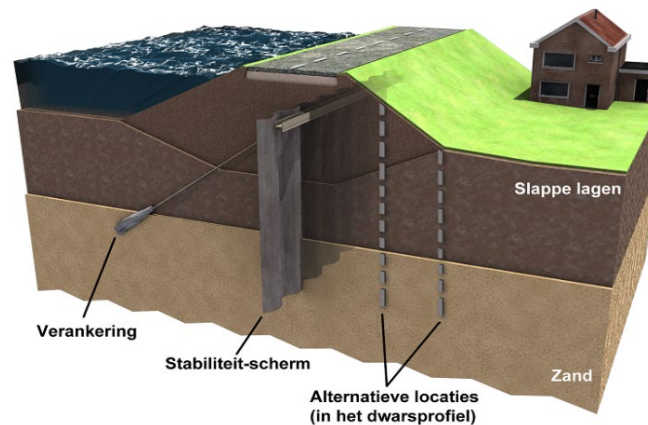


Introductie



- Joost Breedevelt (Deltares)
- expert adviseur grond-constructie interactie
- beoordelen van bestaande constructies
 - 'langsconstructies' (HWBP)
 - 'natte kunstwerken' (KpNK, SK)
 - 'puntconstructies' (WBI 2017, KvK, BOI)
- inbedding kennis in besluitvorming
- partnerschappen (EU, TKI)

Stabiliteit-verhogende langsconstructie



Stuwcomplex Lith



Oosterscheldekering





Belang van Monitoren en Data

- POV|Macro stabiliteit “Eemdijkproef”
- HWBP investering ~€2 miljoen
 - “dijkversterking beter, sneller en goedkoper”
- Uitgebreide meten en monitoringen
 - forse besparingen (orde grootte 30%)
 - complete dataset voor wetenschap



bron [POVM 2018]



Inhoud

- Kader
- Informatiebehoefte
- Complexiteit 'natte kunstwerken'
- Voorbeelden monitoring en data die toekomstbestendige besluitvorming voedt
- Link naar beleid
- Conclusies

- **Vragen graag achteraf!**



Kader (1) - Omvang

- Omvang opgaven bij kritieke infrastructuur:
 - Versterkingsopgave primaire waterkeringen (~2.000 km in 2050)
 - Vernieuwingsopgave (hoofd)infrastructuur (?)
- Constatering: significante aantallen!

Tabel 1: Publiek beheer van verschillende typen kunstwerken^{3,4}

Type	Aantal /lengte	RWS	ProRail	Provincies	Gemeenten	Waterschappen
Bruggen & viaducten	85,000	4,502	2,475	2,882	62,514	14,675
Tunnels, doorgangen	3,000	429	631	667	1914	32
Sluizen	2,000	687		214	436	673
Stuwen	33,000	301		279	9291	23,283
Duikers	203,000	304		5,586	8,2642	85,942
Kades & steigers	2,400 km	415 km		35 km	1,785 km	288 km
Damwanden	780 km	181 km		191 km	354 km	56 km

bron [lenW 2023a]



bron [lenW 2023b]



Rijkswaterstaat





Kader (2) - Urgentie

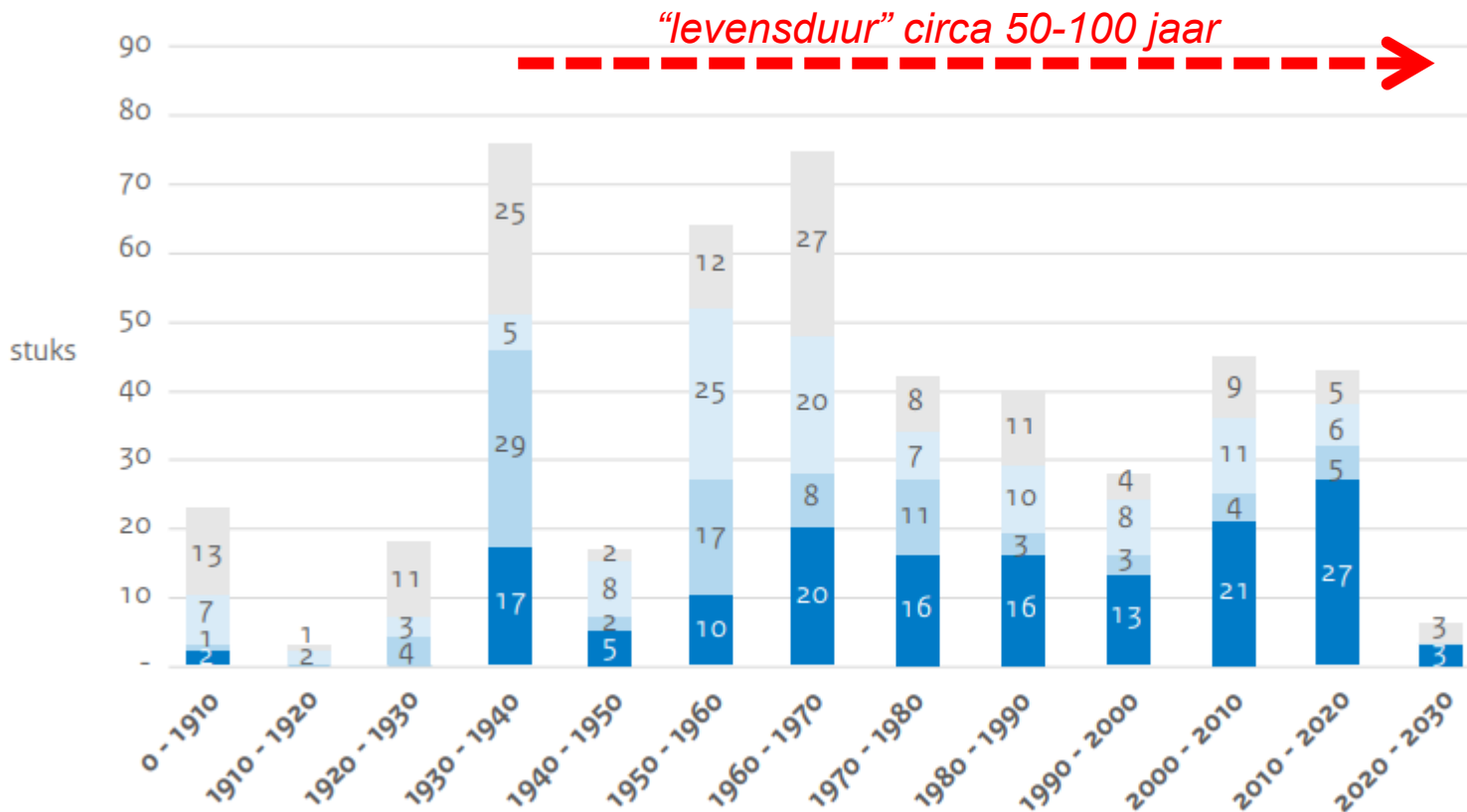


Samenwerken aan Kunstwerken

HwBP voor sterke dijken

“Iedere 3 weken 1 waterkerende kunstwerk veilig”

- schutsluizen
- beweegbare bruggen
- vaste stalen bruggen
- vaste betonnen bruggen



Figuur 5: Jaren van aanleg kunstwerken HVWN gewogen naar vervangingswaarde (peildatum: 1 januari 2023)

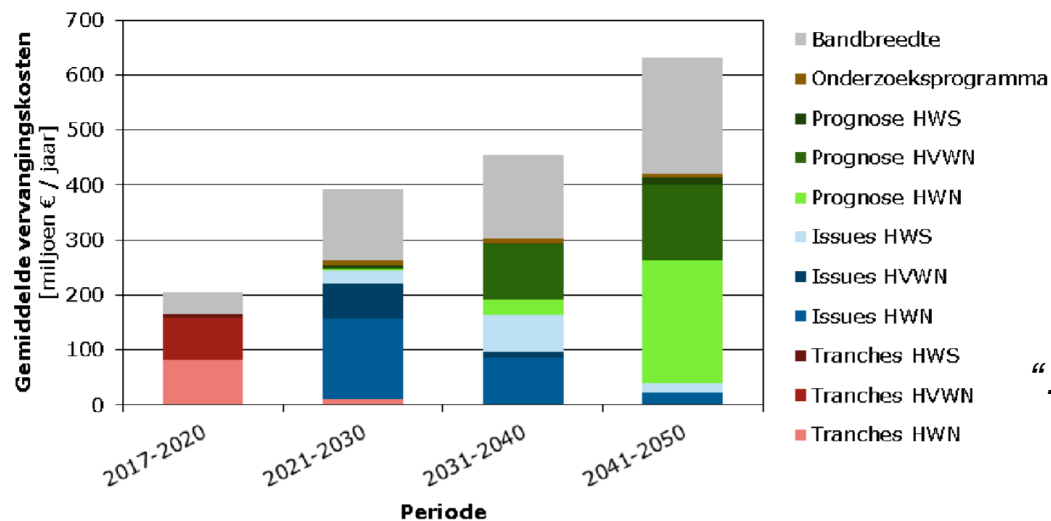
bron [RWS 2023]



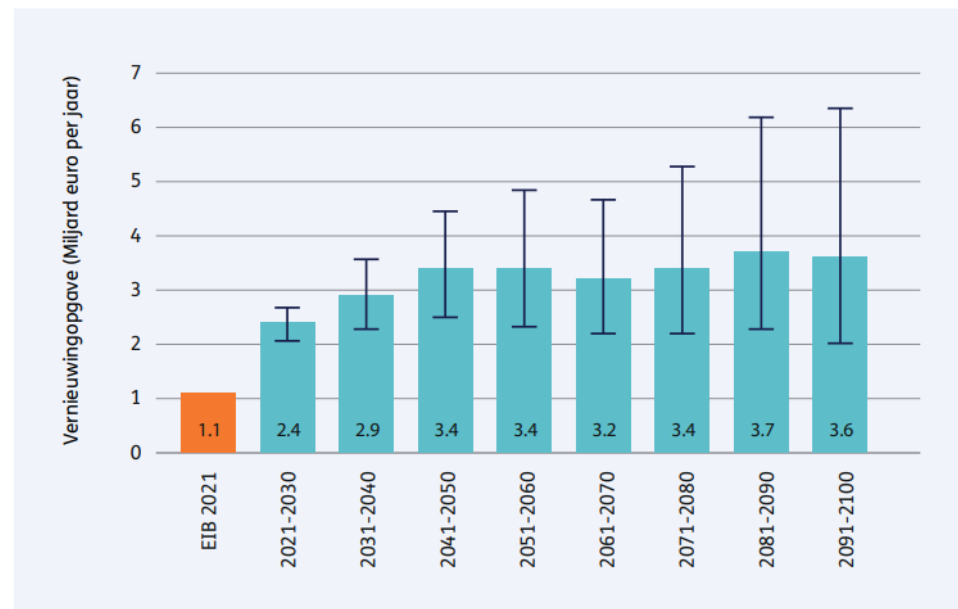
Kader (3) – Kosten

- Nog meer gemene delers bij deze opgaven:
 - Beschikbare budget schiet tekort
 - Onzekerheidsbandbreedte is groot

Vervangingskosten totaal
Gemiddelde bedragen per jaar per periode



bron [RWS 2017]



Figuur 1 Landelijke prognose voor civiele constructies, wegfundering, en riolering (inclusief onzekerheidsmarge)

bron [TNO 2023]

“...kosten volledige dijkversterkingsopgave tot 2050 tussen de €15,7 miljard en €32,9 miljard...tot 2050 wordt door Rijk en waterschappen circa €12,6 miljard bijgedragen...”

bron [IenW 2023b]

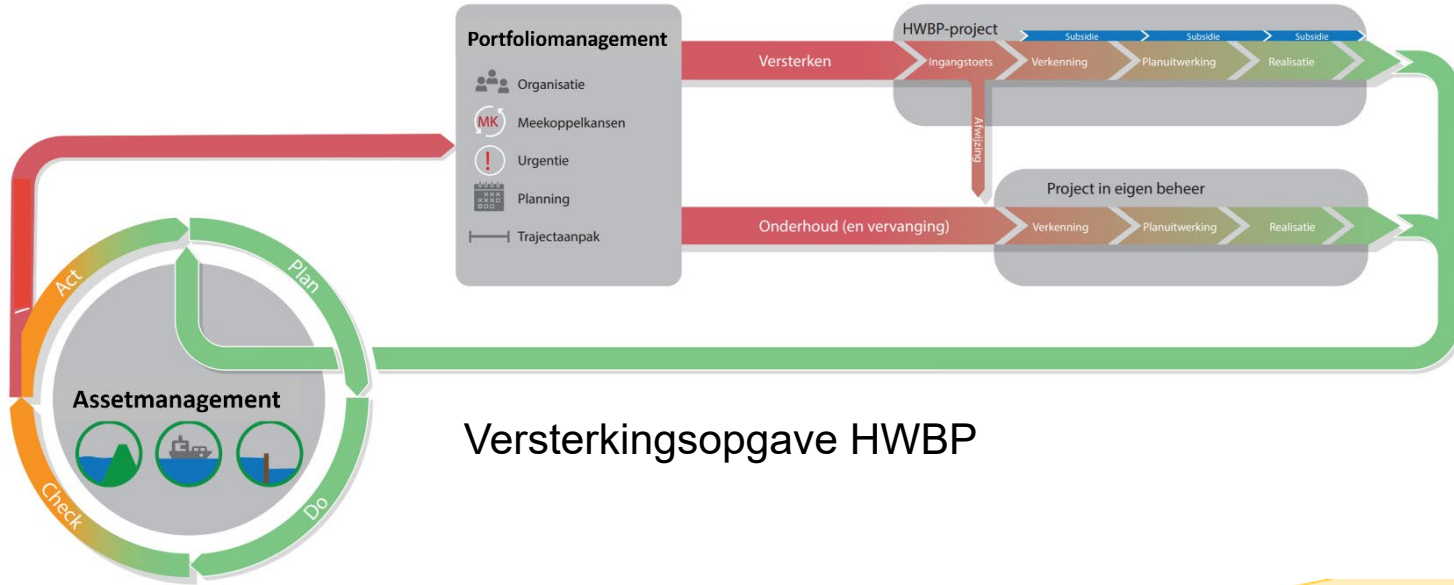


Rijkswaterstaat

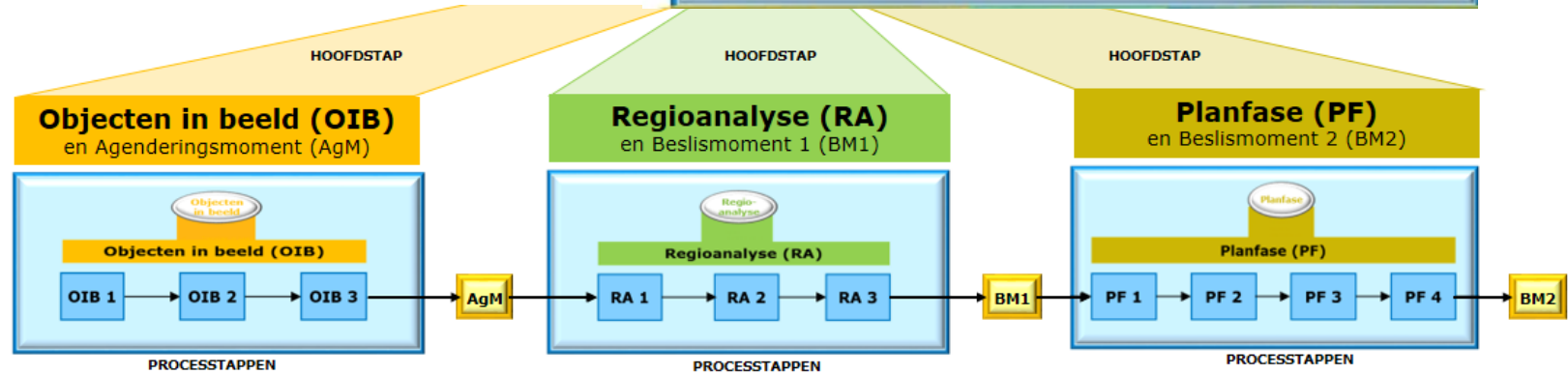
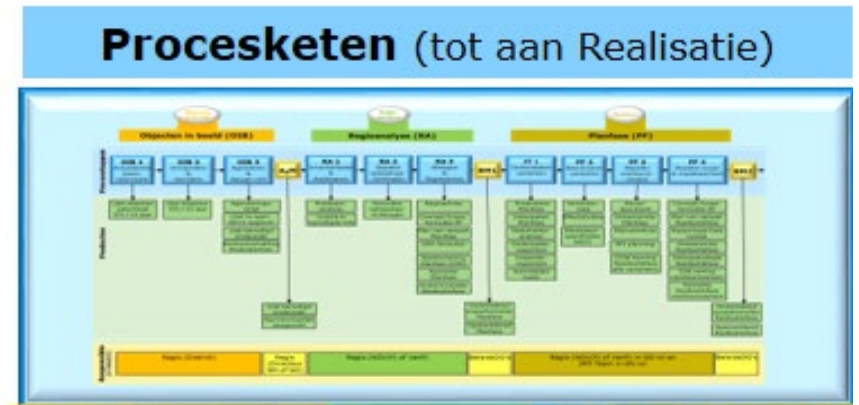




Kader (4) – Besluitvorming



Versterkingsopgave HWBP



Vernieuwingsopgave RWS (Procesketen VenR)





Kader (5) – Onzekerheden besluitvorming

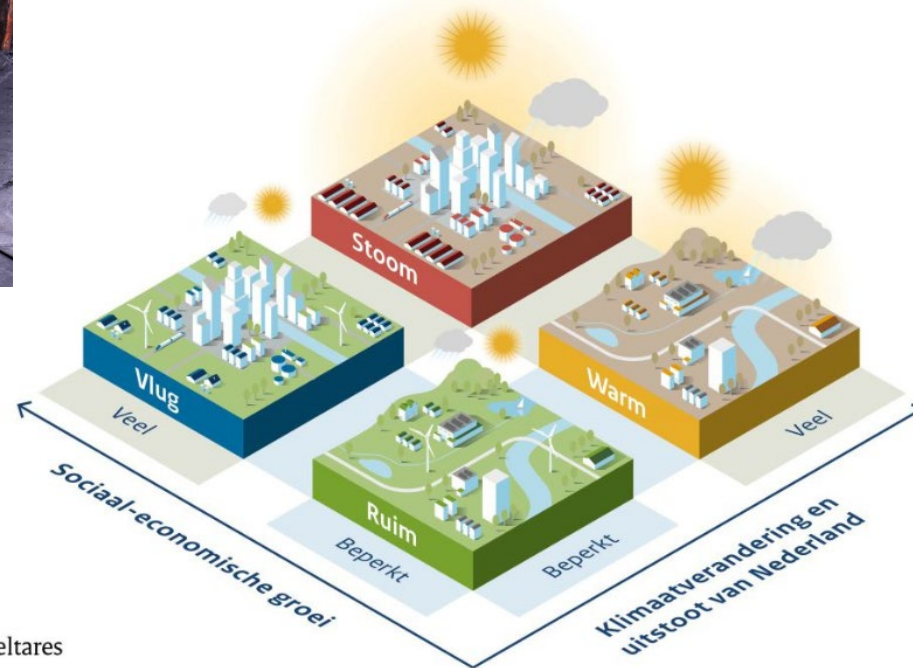


Onzekerheid in sterkten

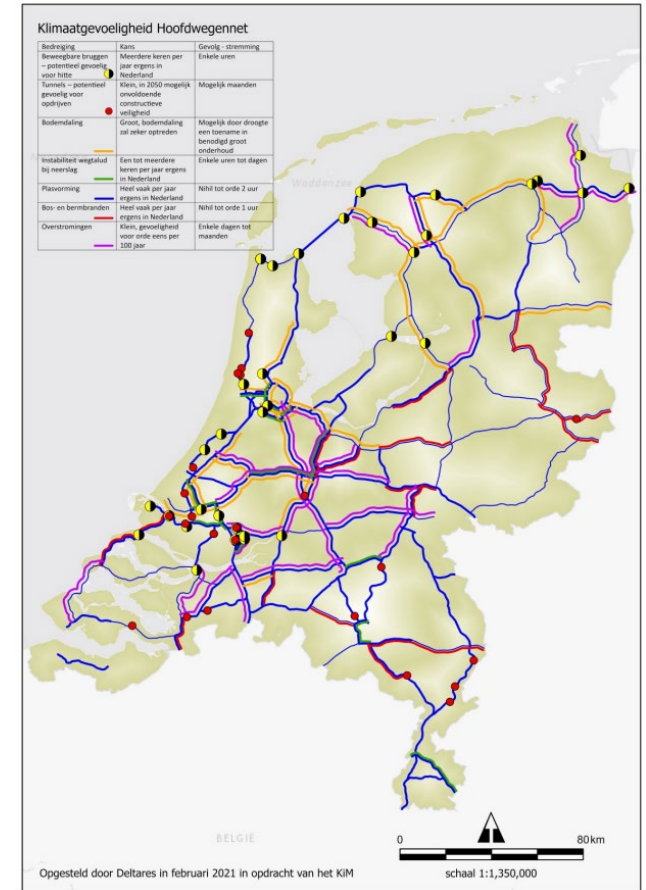
- In twee situaties:
 - Huidige situatie
 - Toekomstige situatie

Bron: Deltares

Onzekerheid in prestaties



Onzekerheid in belastingen





Informatiebehoefte (1) - Einde levensduur!

Welke levensduur is in een specifieke situatie maatgevend?



Technische einde levensduur



Functioneel einde levensduur

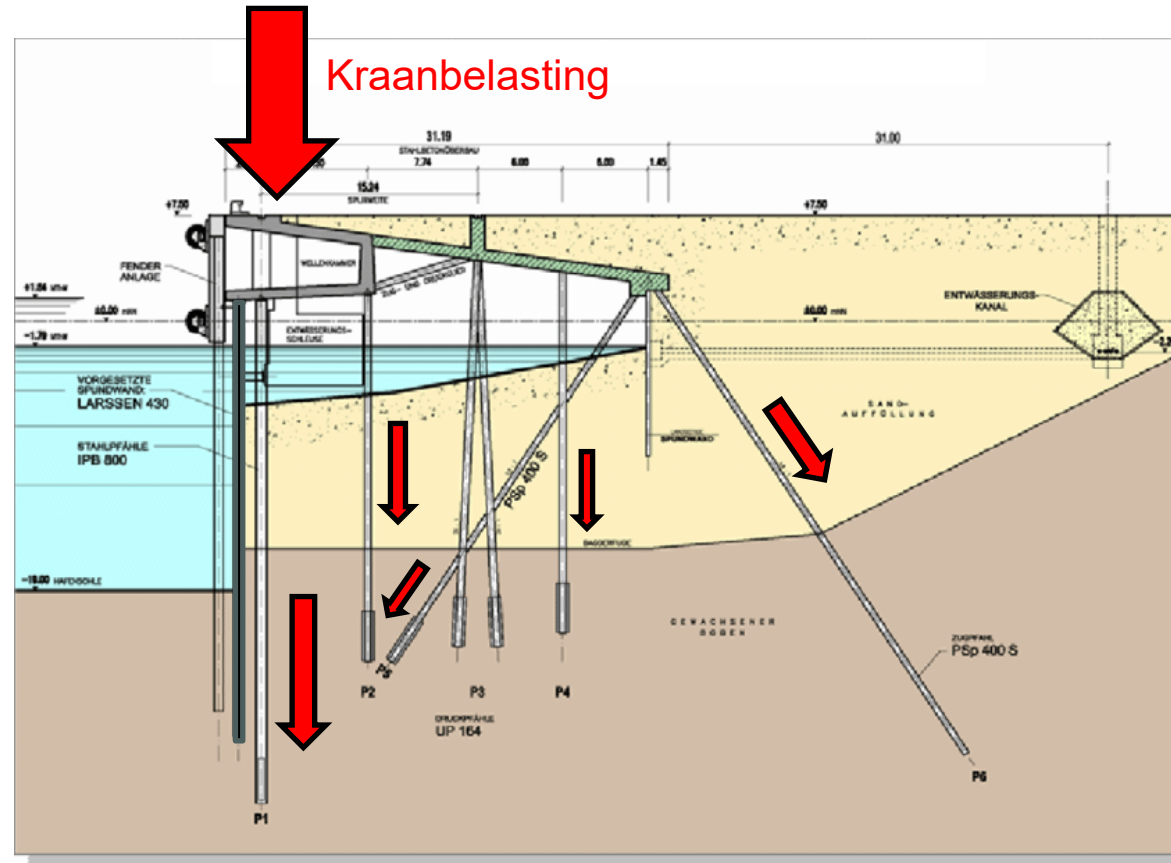


Economisch einde levensduur



Informatiebehoefte (2) – Krachtswerking?

Krachtsafdracht in een kademuur constructies





Complexiteit (1) - Diversiteit

Schutsluis



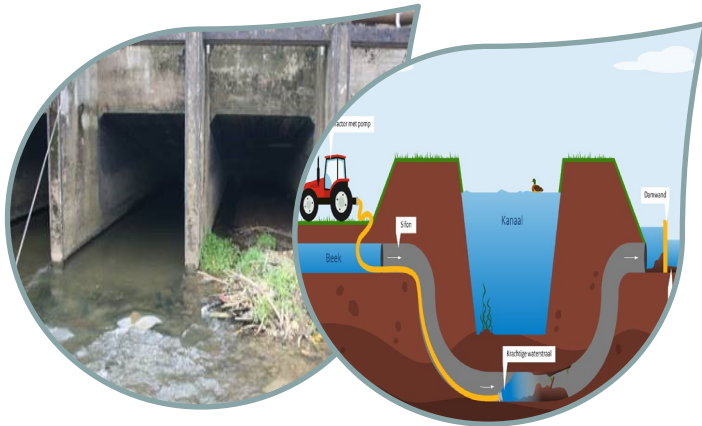
Gemaal



Stuw



Duiker/sifon



Stormvloedkering



Damwand



- veen
- zand
- lichte zavel
- zware zavel
- lichte klei
- zware klei
- leem





Complexiteit (2) – Samenhang object

- Verschillende componenten met eigen ETL:
 - Civiel - fundering (80-100 jaar)
 - Civiel - opbouw (50-70 jaar)
 - Beweegbare delen (~30 jaar)
 - Besturing/bediening/bewaking (10-15 jaar)
- Onder water en onder de grond.
- Combinaties functies (en beheerders!)
- Samenhang binnen object



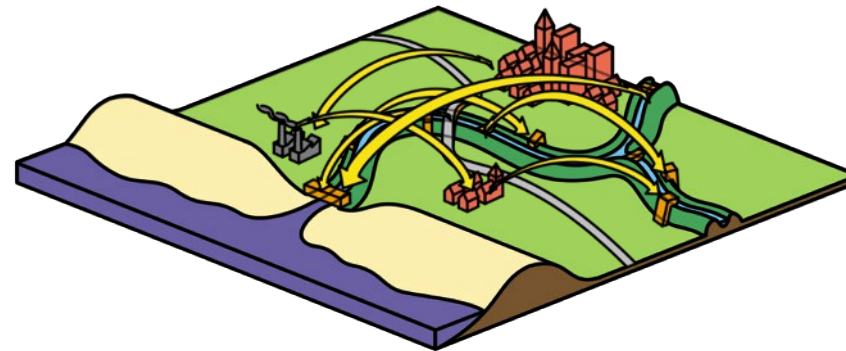


Complexiteit (3) – Samenhang systeem

1. Elementen

4. Omgeving

5. Systeem



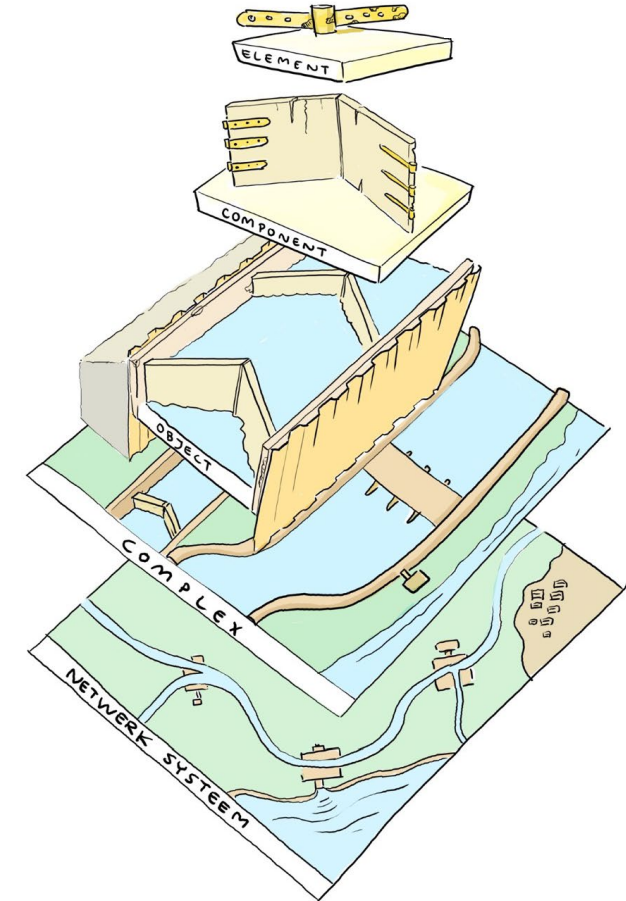
3. Netwerk

2. Relaties



Voeden van besluitvorming

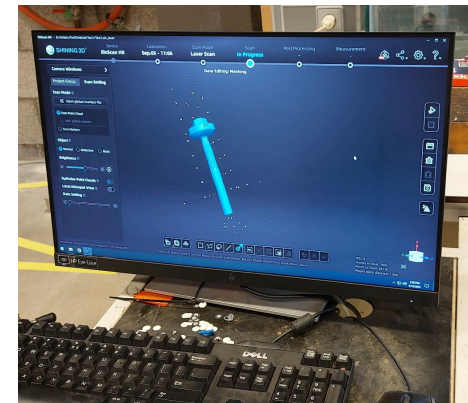
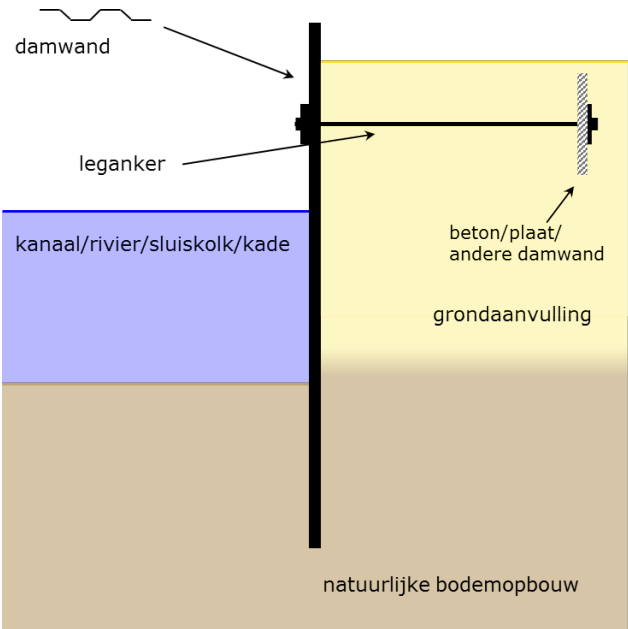
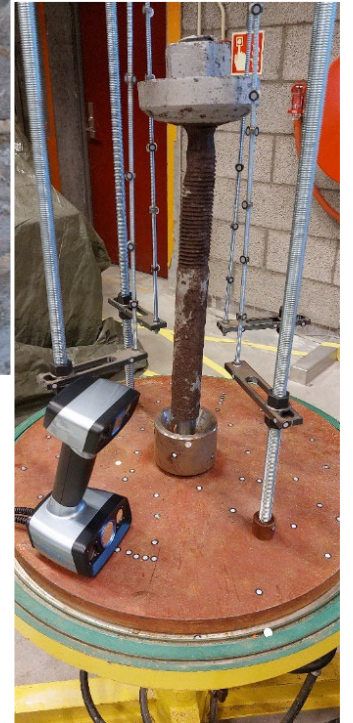
- Monitoring en data voor meer zekerheid over **sterkte**:
 - Beoordelen huidige staat
 - Vaststellen afname sterkte
 - Voorspellen toekomstige sterkte
- Monitoring en data voor meer zekerheid over **belasting**:
 - Vaststellen toename belasting
 - Tezamen met sterkte: voorspellen restlevensduur
- Monitoring en data voor meer zekerheid over **prestatie**:
 - Vaststellen krachtswerking in klein- en grootschalige proeven (fysiek)
 - Voorspellen capaciteit en redundantie via stress tests (op papier)





State-of-the-art (1) – Onzekere sterkte

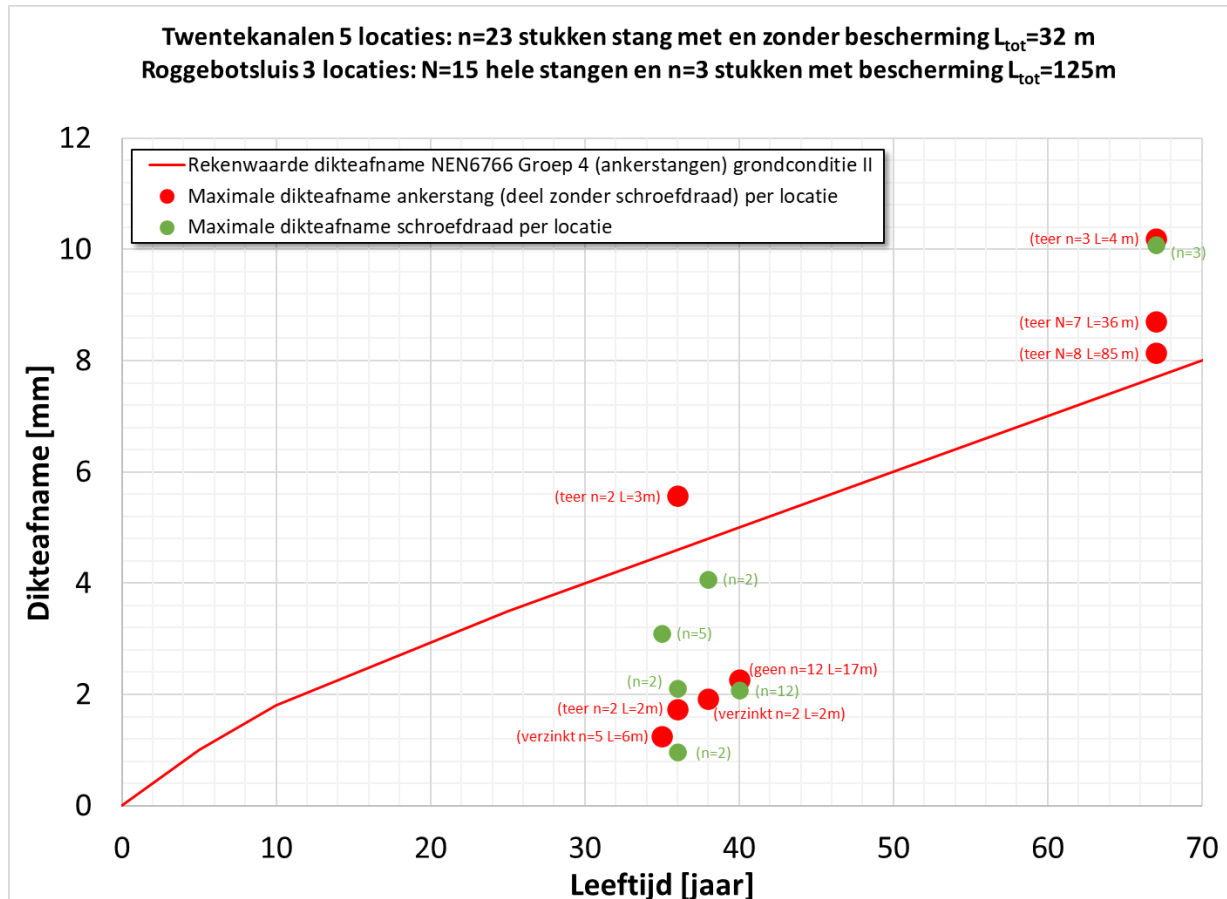
- Data corrosie leg-anker diameter
 - Twentekanaal (2022)
 - Roggebotsluis (2023)





State-of-the-art (2) – Onzekere sterkte

- Bevindingen corrosie van leganker diameter om normering aan te kunnen scherpen.



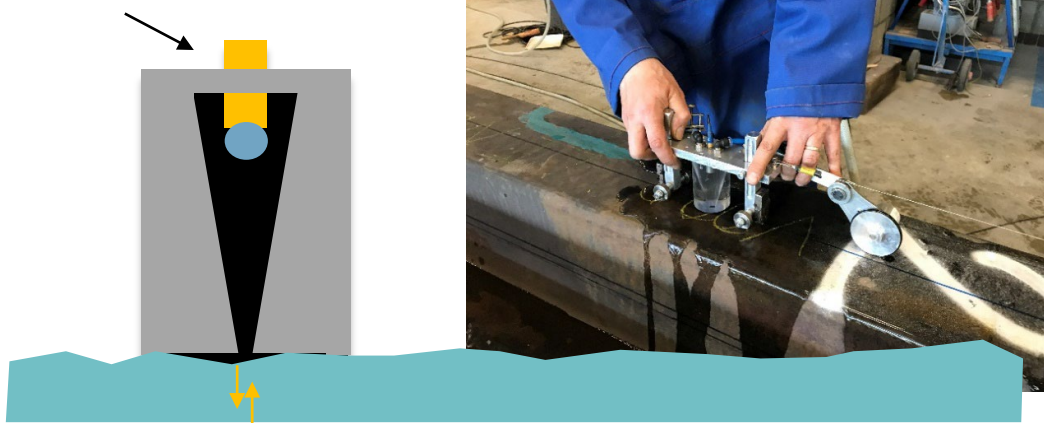


State-of-the-art (3) – Onzekere sterkte

- Meetprotocol niet-destructieve metingen
- Validatie verschillende meetmethoden wanddikte stalen damwandplanken
 - US (*Ultrasoon*)
 - PECT (*Pulsed-Eddy Current Testing*)
 - PAUT (*Phased Array Ultrasonic Testing*)



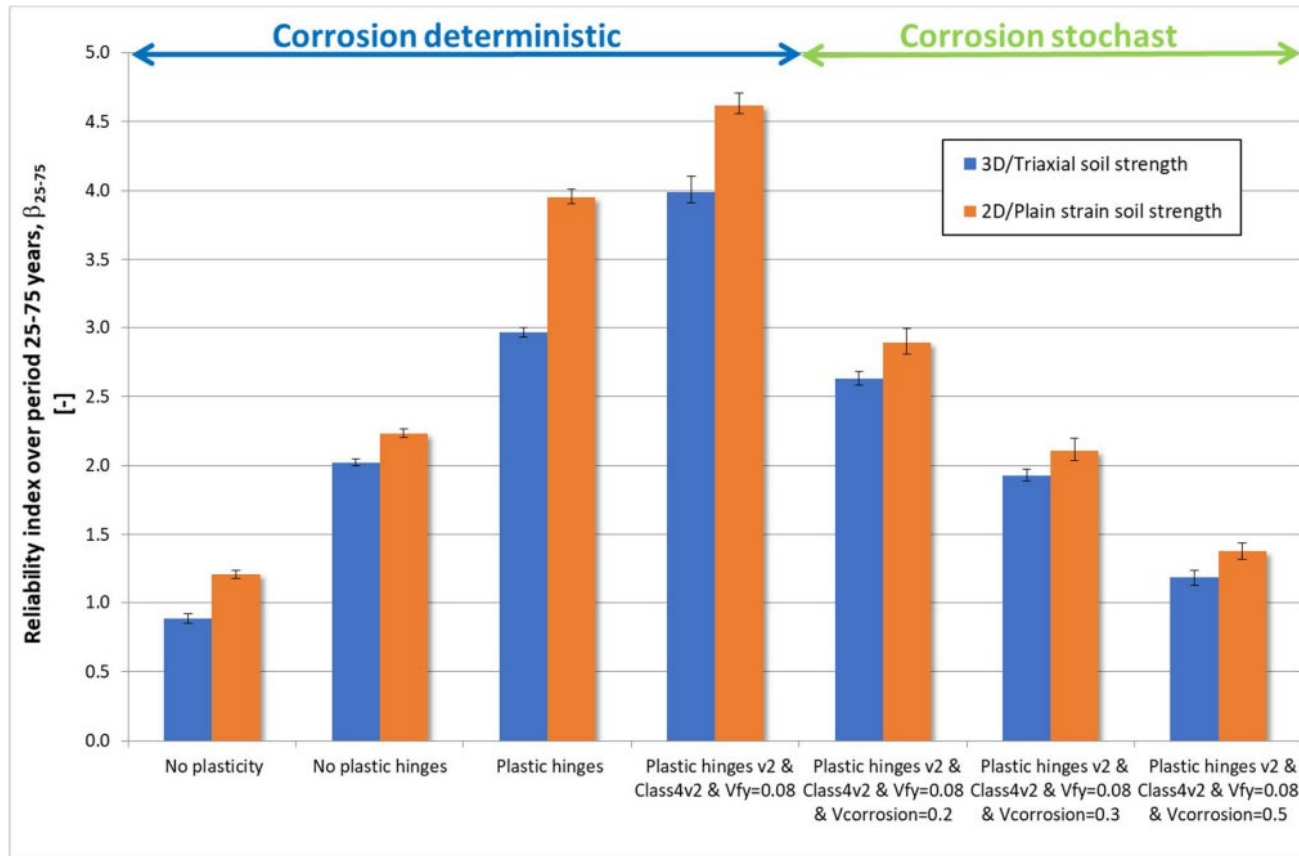
ultrasonic transducer



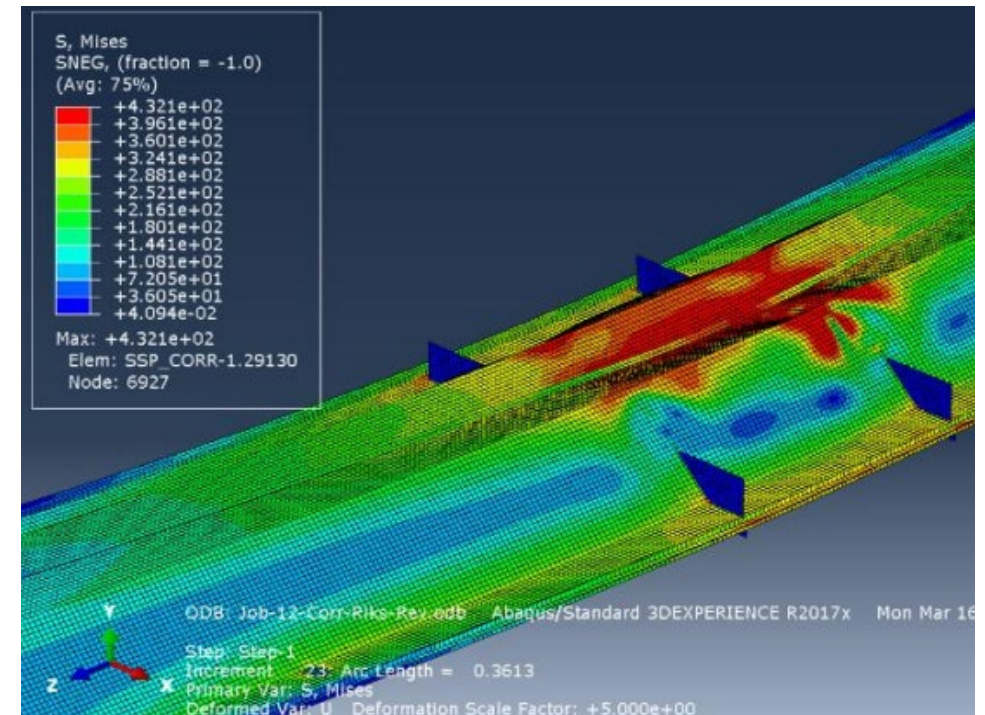


State-of-the-art (4) – Levensduurverlenging

- Levensduurverlenging ‘op papier’ door scherper rekenen (geavanceerd, probabilistisch)



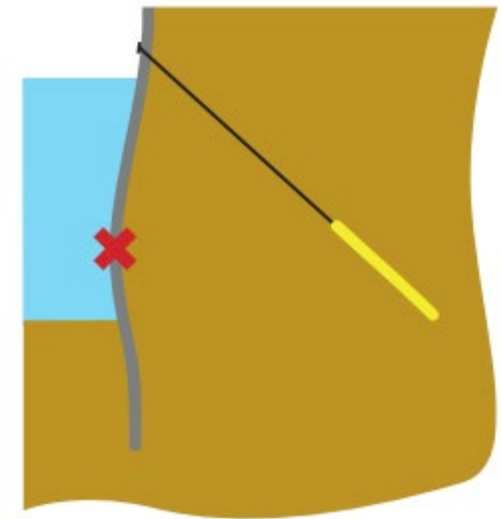
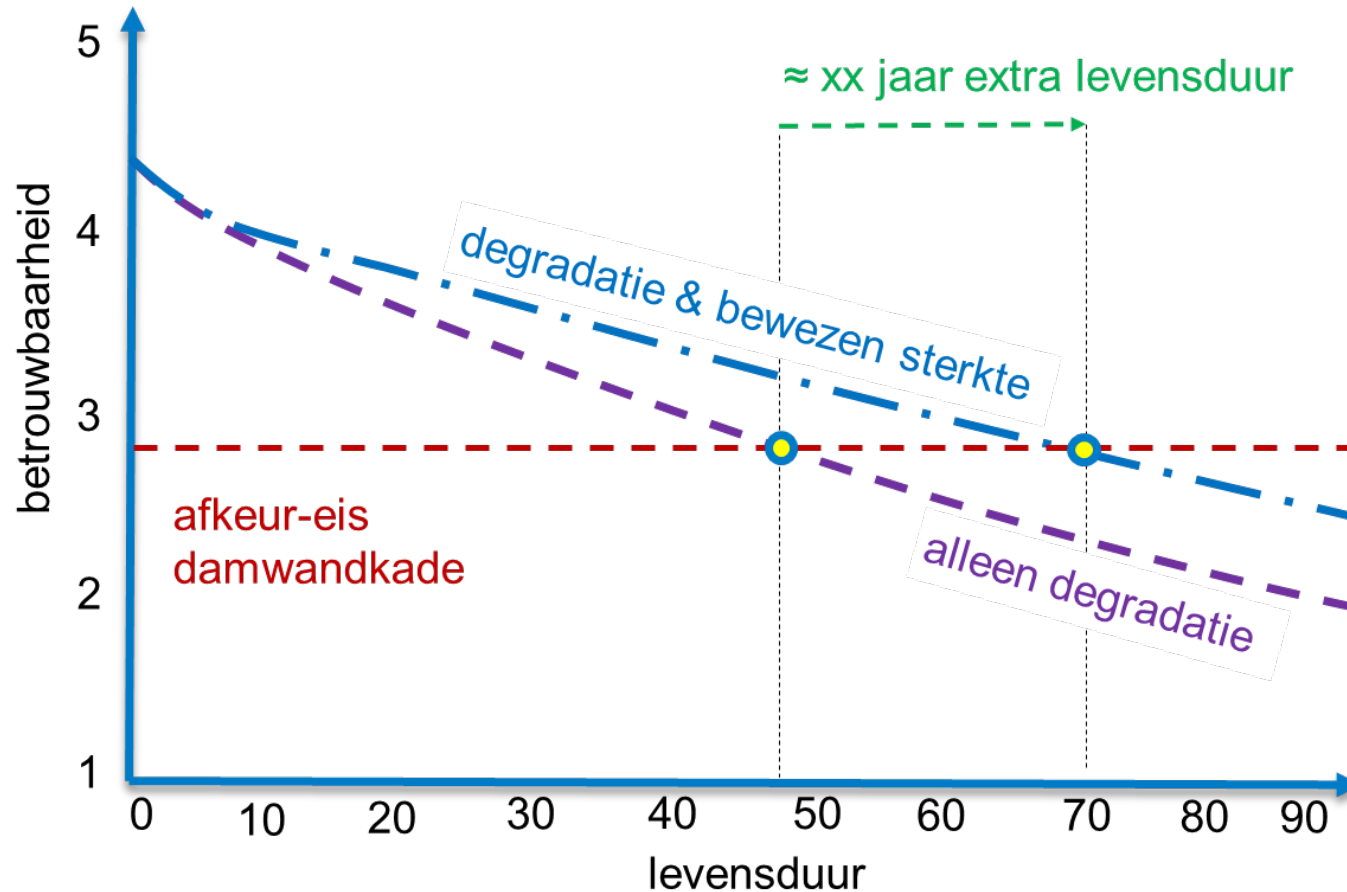
bron [Deltares 2021]





State-of-the-art (5) – Levensduurverlenging

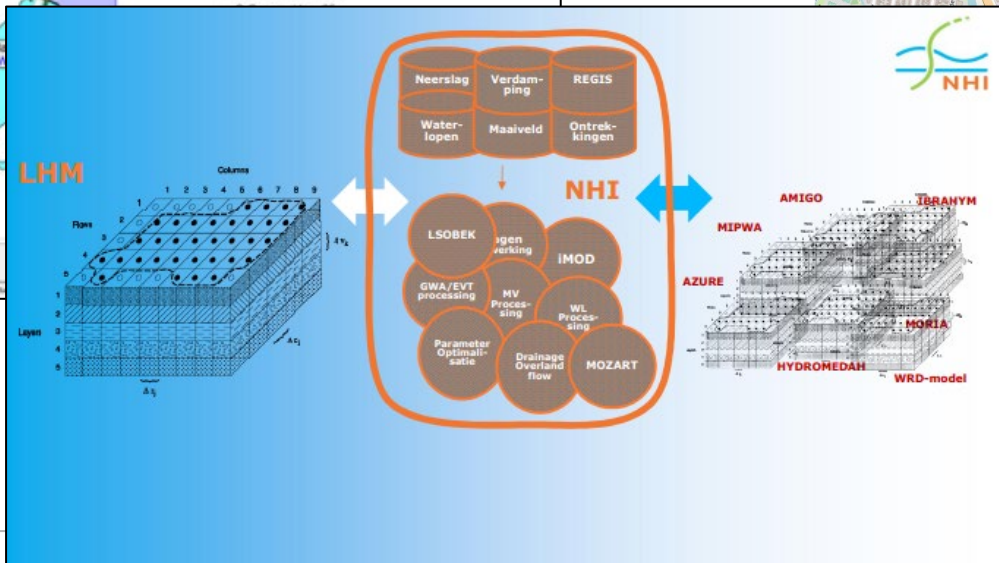
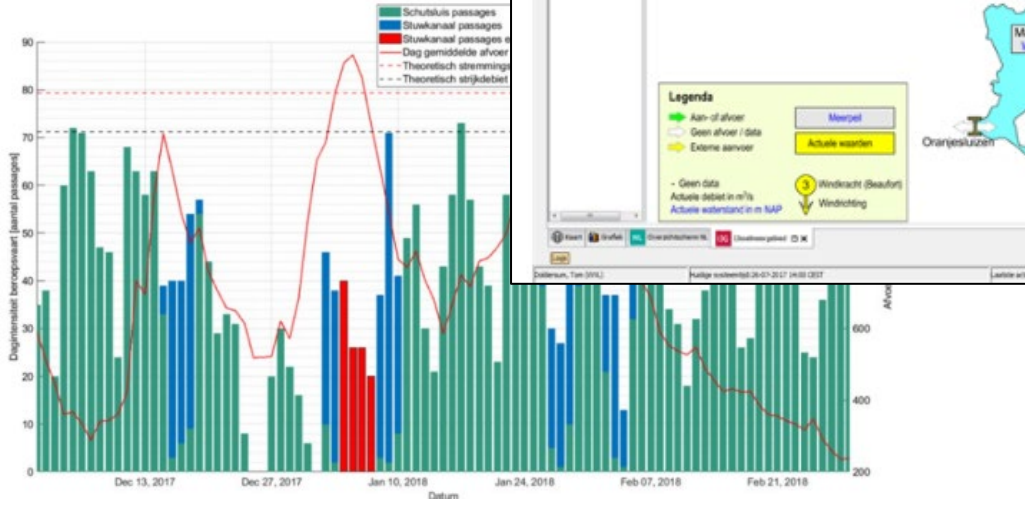
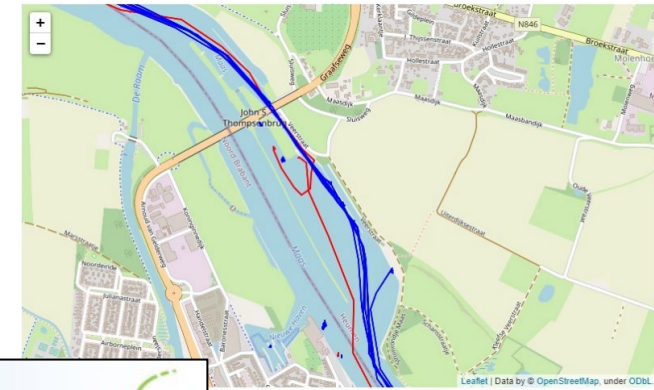
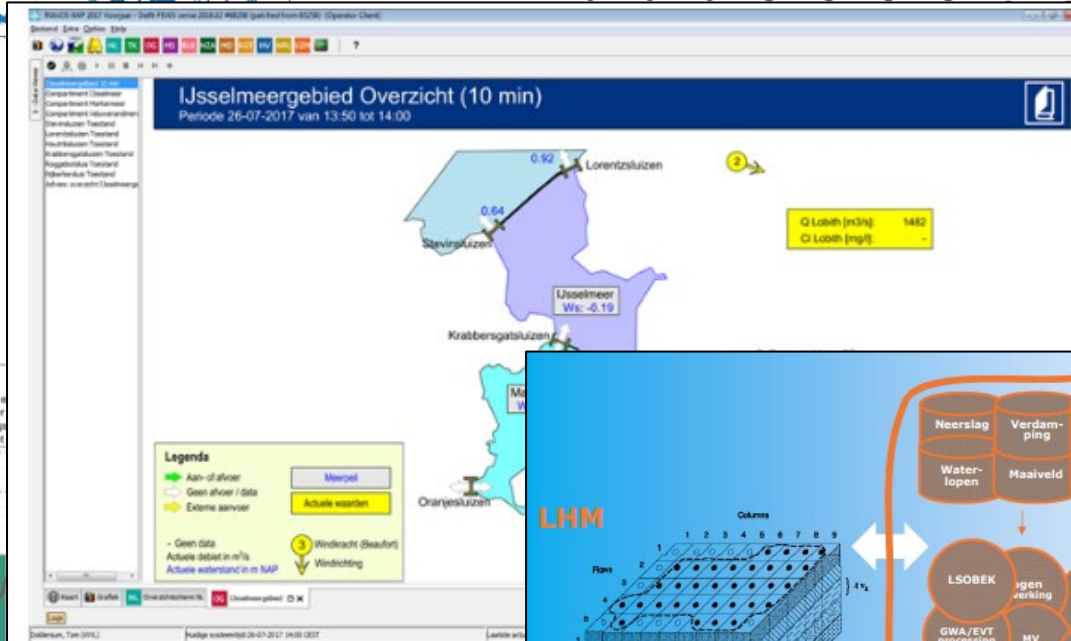
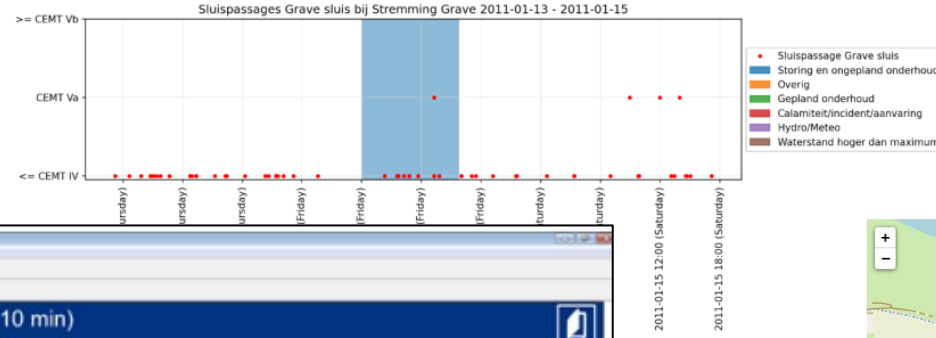
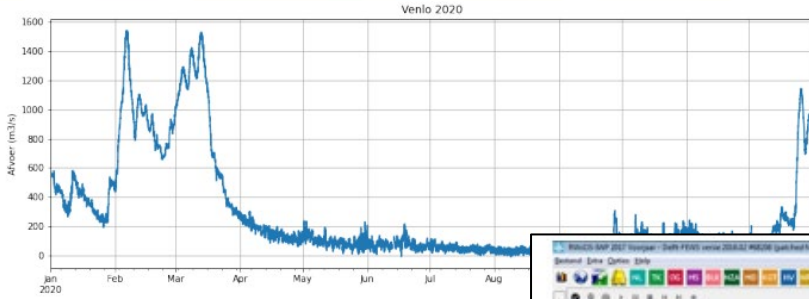
- Levensduurverlenging ‘op papier’ door scherper rekenen (‘bewezen sterkte’)



Alleen bij voldoende (monitorings)data!



State-of-the-art (6) – Onzekere belastingen

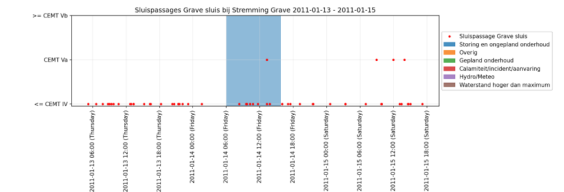
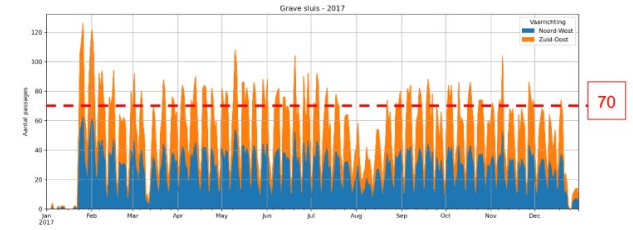
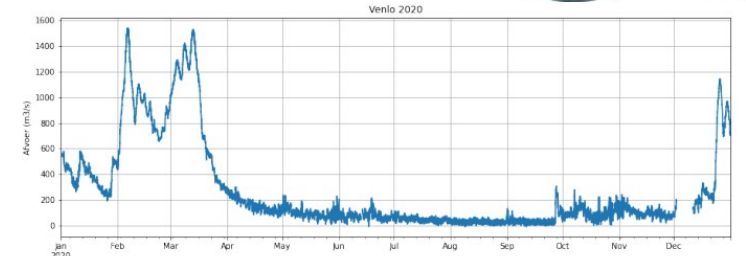
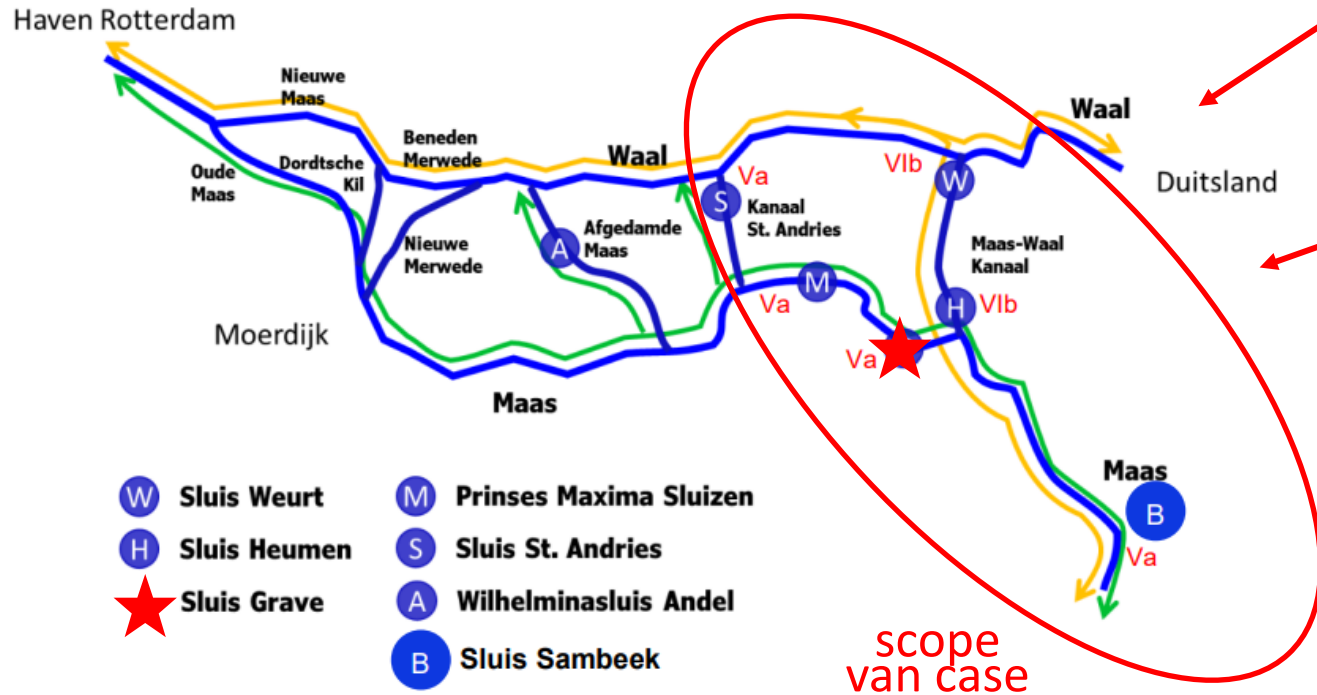


Grave sluis volgens AIS data op vrijdag 21 februari 2020 (periode #gE) omde situatie (stroomafwaarts = blauw en stroomopwaarts = rood)

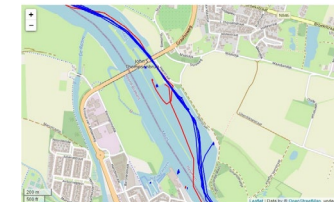


State-of-the-art (7) – Onzekere prestatie

- KpNK-case 'Functionele inspectie'



Figuur 40: Aantal sluispassages Grave tussen 13 en 15 januari 2011 (periode HgE)

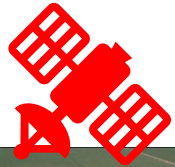


Figuur 39: Vaarbewegingen rondom sluis Grave volgens AIS data op vrijdag 21 februari 2020 (periode HgE) van 12:15u tot 16:15u in getemde situatie (pijpmatwaars = blauw en stroomwaars = rood)



State-of-the-art (8) – Onzekere prestatie

- Meerwaarde (gecontroleerde) schaalproeven:
 - IJkdijk / LiveDijk (S)
 - Eemdijkproef – Groene en blauwe dijk (S)
 - Eemdijkproef – Omtrekproeven (E)
 - R'damse haven – proefbelasting havenkade, inclusief geocentrifuge onderzoek (S)
 - “InPad” onderzoek: capaciteit funderingspalen (E)
 - Amstelkade – proefbelasting binnenstedelijke kade (S)
 - ...



bron [PIANC 2024]



Rijkswaterstaat





Link naar beleid (1) – Besluitvorming

- Beleid plukt mede de vruchten van (betere) monitoring en data:
 - Scherper beeld van noodzaak tot VenR (Objecten in Beeld)
 - Scherper beeld van kosten voor de opgave (Prognoserapport)
 - Scherper beeld van toekomstbestendigheid (Regioanalyse, Planfase)



RASCI per hoofdstap

Objecten in beeld
Regio analyse
Planfase
Realisatie

RASCI	OIB	AgH	RA	BH1	PF	BH2
Responsible	Regio (District)	Regio (Directeur NM of NO)	Regio (NOV(P) of VenP)	BeleidsDG's	Regio (NOV(P) of VenP) in OG-rol en IPM-Team n. CIV-rol	BeleidsDG's
Accountable	Regio (Directeur NM of NO)	Regio (HID)	Regio (Directeur NM of NO)	Ministerie I&W	Regio (Directeur NM of NO)	Ministerie I&W
Support	OIB-team, met o.a.: Regio (NOV(P), VenP) GPO (ICO), PPO WWL, CIV, VWM Landelijke werkgroep OIB	Regio (District)	RA-team, met o.a.: Regio (NOV(P) of VenP, District, PG, MJPT) GPO, PPO, WWL, CIV, VWM Lokaal werkvijze VenR	Regio (HID) Regio (Directeur NM of NO) RA-team	IPM-team Planfase, met o.a.: Regio (NOV(P) of VenP, PG, MJPT) GPO, PPO, WWL, CIV, VWM Lokaal werkvijze VenR	Regio (HID) Regio (Directeur NM of NO) IPM-team RF
Consulted		(Team) Landelijk Programmeur RA-team	Ministerie I&W	(Team) Landelijk Programmeur GPO/PPO (IPM team RF) BS		GPO/PPO (IPM-team RF) BS
Informed	BS Ministerie I&W	BS Ministerie I&W Lokaal werkvijze VenR GPO (ICO)	BS	Lokaal werkvijze VenR	BS Ministerie I&W	Lokaal werkvijze VenR (Team) Landelijk Programmeur

Leeswijzer
Bij Support, Consulted en Informed zijn de belangrijkste stakeholders genoemd (het is daarmee geen uitputtende opsomming). Ook spelen deze stakeholders niet altijd in alle (deel)processtappen van de desbetreffende hoofdstappen een rol.

Responsible: Persoon die verantwoordelijk is voor de uitvoering van een proces of activiteit. Deze persoon legt verantwoording af aan de persoon die 'accountable' is.

Accountable: Eindverantwoordelijke die ook goedkeuring moet geven aan het resultaat.

Support: Persoon die ondersteuning verleent aan het proces of project en ook werkzaamheden uitvoert.

Consulted: Persoon die moet worden geraadpleegd of input levert aan de 'responsible' persoon.

Informed: Persoon die geïnformeerd wordt over de beslissingen, de voortgang en de bereikte resultaten.

Achtste release December 2023

Deelopgave	Netwerk	Kwaliteitscore
Vaste stalen bruggen	HWN / HVWN	✓✓✓
Betonnen bruggen	HWN	✓✓✓
Beweegbare bruggen	HWN / HVWN	✓✓✓
Renovatiebehoefte tunnels	HWN	✓✓✓
Wegfunderingen / Verhardingen	HWN	✓✓✓
Geluidwerende voorzieningen	HWN	✗✗✗
Lichtmasten	HWN	✗✗✗
Duikers en sifons	HWN / HWS	✗✗✗
Schutsluizen	HVWN	✓✓✓
Damwandovers	HVWN	✗✗✗
Stuwen	HVWN / HWS	✓✓✓



Duikers en sifons HWN / HWS		(Bijlage C7)				
Kwaliteit prognose	Areaalgegevens	✗	Kostenmodel	✗	Methodiek einde levensduur	✗
en watermanagement	HWS	genomen				
Stormvloedkeringen	HWS	Niet opgenomen in de prognose VenR				

Tabel 7. Overzicht deelopgavelijst

bron [RWS 2022]



Rijkswaterstaat

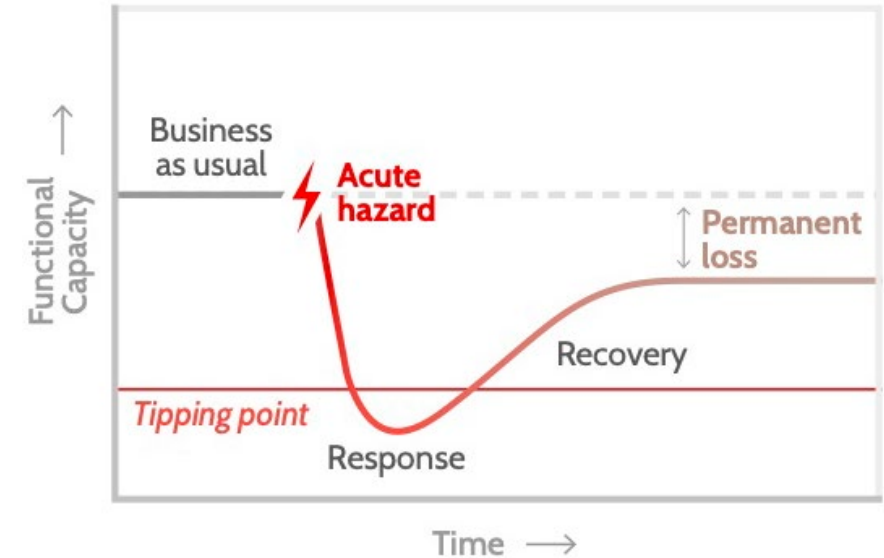




Link naar beleid (2) – Weerbaarheid



- Weerbaarheid breder dan technisch, functioneel en economisch
 - “Infrastructure Resilience Wheel”
- Betreft voor, tijdens én na event!

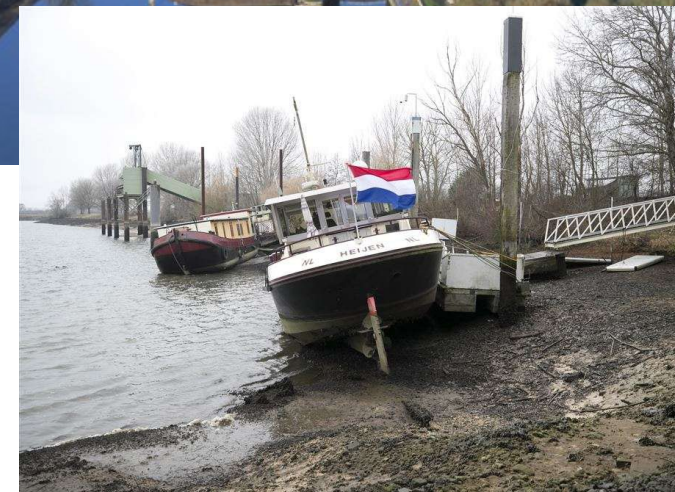




Mogelijke gevolgen negeren onzekerheden...



Stuw Grave:
- 29 dec 2016
- 4 sept 2023





Conclusies

- Binnen de Vernieuwings- en Versterkingsopgave hebben monitoring en data
 - **Directe impact op de beoordelings-, ontwerp- en uitvoeringspraktijk via** (i) aangescherpte normering, (ii) eenduidige meetaanpak, (iii) betrouwbare meetmethoden en (iv) verbeterde uitvoeringsrichtlijnen;
 - **Directe impact op de besluitvorming (bij beleid) doordat het** (i) inzicht geeft in de daadwerkelijke opgave en (ii) mogelijkheden kan bieden om, via levensduur-verlenging, besparingen te onderbouwen;
 - **Een essentiële rol in de gerichte inzet van state-of-the-art kennis:** bij levensduurverlenging
- Beleidskernen hebben een rol in toekomstbestendige besluitvorming, en dus mede een verantwoordelijkheid te borgen om onzekerheden voldoende te verkleinen.
- Noodzakelijk om daarbij de kracht van samenwerking te gebruiken!
 - Kennisprogramma Natte Kunstwerken
 - Samenwerken aan Kunstwerken



KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN

Nog vragen?



12 juni 2024

MARIN



Rijkswaterstaat

TNO Deltares



Referenties

- [PIANC 2024] "Towards sustainable port infrastructure by performing full-scale pile load tests", HbR / TU Delft / Deltares, paper 35^e PIANC World Congress, mei 2024;
- [RWS 2023] "Staat van de Infrastructuur Rijkswaterstaat", Rijkswaterstaat, 30 november 2023;
- [IenW 2023b] "Kamerbrief [Landelijk Veiligheidsbeeld Primaire Waterkeringen](#)", IENW/BSK-2023/295057, 8 november 2023;
- [TNO 2023] "[Vernieuwingsopgave infrastructuur – Landelijk prognoserapport 2023](#)", TNO, oktober 2023;;
- [Smartport 2023] "Richtlijn bewezen sterkte damwanden en kademuuren – Eindrapport", TNO / Deltares, februari 2023;
- [IenW 2023a] "[Roadmap Transitiepad Kunstwerken](#)", Rijkswaterstaat, ProRail, NewForesight, 6 februari 2023;
- [Deltares 2022] "Raamwerk beslismomenten VenR Stormvloedkeringen – Gecombineerde functionele en technische prestatie en economische afweging met case Hollandsche IJsselkering", Deltares, 31 maart 2022;
- [RWS 2022] "Prognoserapport 2022", Rijkswaterstaat;
- [Deltares 2021] "Probabilistic Tools: Reliability Based Soil-Structure Analysis using FE – Application on degrading steel sheet pile retaining wall", Deltares, maart 2021 (v3);
- [POVM 2018] "[POVM Eemdijkproef – Eindrapport proefprogramma \(product V\)](#)", Deltares, Witteveen+Bos, november 2018;
- [RWS 2017] "Prognoserapport 2017", Rijkswaterstaat;