



Deltares



Verkenning Potentie van AI technieken voor waterveiligheid

Verkenning Potentie van AI technieken voor waterveiligheid

Opdrachtgever	Corporate Innovation Programme van Rijkswaterstaat, Thematafel Waterveiligheid
Contactpersoon	Eleni Smyrniou
Projectreferenties	Referenties
Trefwoorden	Afweegkader, AI, Waterveiligheid

Documentgegevens	
Versie	0.2
Datum	19-12-2025
Projectnummer	11211520 - 014
Document ID	11211520 – 014-GEO-0001
Pagina's	42
Classificatie	Definitief
Status	Definitief

Auteur(s)	
	Eleni Smyrniou
	Esther Rosenbrand

Aanvullende informatie afweegkader

- Deze verkenning was een deelproject onder het Corporate Innovation Programme van Rijkswaterstaat, en is in afstemming met de Thematafel Waterveiligheid tot stand gekomen.
- Auteurs van deze slides zijn Eleni Smyrniou en Esther Rosenbrand (Deltares), de aanpak en resultaten zijn besproken met deelnemers van de thematafel waterveiligheid.

Thema	Afspraak Datum
Grade versnellen	3-6-2025
Kennisbibliotheek waterveiligheid	5-6-2025
Bodemdata en AI irt RvR2	11-6-2025
HR BOI snel kunnen bevragen in crisissituatie	16-6-2025

Verkenning Potentie van AI technieken voor waterveiligheid

- Deze verkenning is onderdeel van het Corporate Innovation Programme (CIP) en is in samenwerking met de Thematafel Waterveiligheid uitgevoerd.
- Aanleiding: De thematafel Waterveiligheid verkent mogelijkheden om AI technieken in te zetten voor vraagstukken die onder dit thema vallen. Daarbij gaat het niet om de ontwikkeling maar om de toepassing van AI.
- Vier mogelijke onderwerpen waar AI technieken toegepast zouden kunnen worden zijn door de thematafel geïdentificeerd:
 - Grade Versnellen
 - Hydraulische Randvoorwaarden van BOI snel kunnen bevragen in crisissituaties
 - Kennisbibliotheek Waterveiligheid
 - Beter benutten van rivierbodembedata.
- Doel van de verkenning onder het CIP: in beeld brengen welke AI technieken potentie hebben voor deze onderwerpen, en ontwikkelen van een afweegkader om een onderbouwde keuze te maken voor het uitvoeren van een pilot.

Aanpak

De verkenning bevat de volgende stappen:

1. **Verkennen potentieel kansrijke technieken**
2. **Ontwikkelen van een afweegkader:** om te prioriteren en een onderbouwde keuze te maken tussen mogelijke toepassingen voor verdere ontwikkeling.
3. **Toepassing van het afweegkader:** op de verschillende cases
4. **Reflectie en aanbevelingen:**
 - Voor het toepassen van AI technieken voor deze vraagstukken
 - Voor het verbeteren en toepassen van het afweegkader

1. Verkennen potentieel kansrijke technieken

Voor de verschillende onderwerpen zijn gesprekken gevoerd met een domein expert en enkele AI experts. Hierin is ingegaan op de huidige knelpunten, de vragen vanuit de toepassing, en mogelijke toepassingen AI technieken om knelpunten op te lossen.

De resultaten zijn in onderstaande tabel samengevat en besproken met de thematafel.

Thema	Behoefte	Kansen
Kennisbibliotheek waterveiligheid	Voor beheer kennisbasis: checken dubbeling, actualiseren, consistentie. Voor gebruiker: doorzoeken kennisbasis.	Chatbot met RAG (Retrieval-Augmented Generation) -> onsluiten Graph database voor kennisstructurering -> beheer Contradictie- en lacune-detectie -> beheer t
Bodemdata en AI irt RvR2	Behoefte aan verbeteren inzicht in systeemgedrag Behoefte aan snellere, robuustere modellen voor voorspelling van morfologie, bodemsamenstelling, en erosiekuilen.	Hybride modellen/emulators: -> snellere modellen Beeldherkenning voor korrelgrootte -> inzicht in systeemgedrag Anomaliedetectie (bijv. harde lagen) -> inzicht in systeemgedrag
Grade versnellen	Versnellen en verbeteren van GRADE-modelketen, (zonder fysische transparantie te verliezen) voor betere en snellere output data (ook voor onzekerheidsanalyses) Inzicht in doorwerking van verschillende typen onzekerheden in de hele keten	Emulators voor WFLOW/SOBEK Vervanging regressiemodellen door AI model
HR BOI snel kunnen bevragen in crisissituatie	De grote hoeveelheid data/ resultaten van BOI gebruiken in crisis situaties. Een snelle en efficiënt manier voor specifieke combinaties van parameters (windrichting) en voor een specifiek locatie een specifiek resultaat (waterstand) te verkrijgen.	Emulators voor WFLOW/SOBEK Vervanging regressiemodellen door AI model

2. Ontwikkelen van een afweegkader

In de gesprekken tussen domein experts en AI specialisten is geconstateerd dat er veel potentie is om AI technieken voor de verschillende vraagstukken toe te passen. Met de thematafel is geconstateerd dat het van belang is om een onderbouwde keuze te maken over welke AI techniek(en) te ontwikkelen. Te veel technology push en 'bloemkolen' van software moet worden voorkomen.

Er is behoefte aan:

- Voor de verschillende onderwerpen een nadere uitwerking van de probleemdefinitie en het eindbeeld: wat zou ontwikkeld moeten worden?
- een afweegkader: dat breder kijkt en ook aspecten als de eindtoepassing en business case meeweegt.

In het CIP is samen met enkele deelnemers van de Thematafel het afweegkader ontwikkeld.

2. Ontwikkelen van een afweegkader

Voor je gaat afwegen moet helder zijn:

- **Probleemdefinitie:**
 - Is duidelijk welk probleem je op gaat lossen en hoe je het toe gaat passen?
 - Waarom moet het probleem opgelost worden? Wie gaat het toepassen?
- **Specificaties :**
 - Omschrijving beoogd einde van project/ontwikkelfase: proof of concept, prototype, pilot.
 - Beschrijving van evaluatiecriteria.
 - Ondergrens die binnen bepaalde inspanning bereikt moet zijn gekoppeld aan go - no go momenten.
 - Betrokkenheid stakeholders: eindgebruikers, klankbord,

De terminologie die hier wordt gehanteerd is:

- Proof of concept: toont werkingsprincipe aan.
- Prototype: demonstreert hoe het zou kunnen werken.
- Pilot: demonsteren werking in de relevante omgeving

2. Ontwikkelen van een afweegkader

- **Business case:**

- Kosten van onderzoek: kosten om tot eindproduct te komen : inschatting toegevoegde waarde komende X jaar. n.b. dit criterium itereren met kans op succes vanuit techniek en toepassing.
- Schaalbaarheid/reproductiefactor.
- Potentie voor synergie, nut voor andere toepassingsgebieden.
- Urgentie, omstandigheden die aanleiding zijn om het nu te doen.

- **Kans op succes vanuit de techniek:**

- Wat is het risico dat deze techniek voor deze toepassing niet geschikt is?
- Waarin is deze toepassing anders dan bekende toepassingen?
- Is de AI techniek zelf nog in ontwikkeling? Is deze stabiel genoeg?
- Benodigde kennis kan worden gemobiliseerd.

- **Kans op succes vanuit de toepassing:**

- Bereidheid van gebruiker om toe te passen
- Bereidheid van ontvangende partij om te beheren.
- Kosten van gebruik -> deze wordt meegewogen in de business case.
- Past in regelgeving, EU en nationaal,





Criteria	Voorbeeld 1	Voorbeeld 2
	Green	Green
	Yellow	Green
	Green	Green
	Green	Yellow
	Red	Yellow






3. Toepassing van het afweegkader

Het afweegkader is op de verschillende cases toegepast in overleg met een casushouder uit de thematafel. In de volgende slides zijn de resultaten samengevat; in de bijlage aan het einde van deze presentatie staat de uitwerking.

Vraag	Welke probleem ga je oplossen?
Kennisbibliotheek waterveiligheid	Beheer van kennisbasis vereenvoudigen: consistentie tussen verschillende bronnen (Div WIKI + IPLO), vindbaarheid bewaken en actualiseren.
HR BOI Rapid Querying in Crisis Situations	Snelheid waarmee hydraulische data tijdens crisissituaties gevonden worden verbeteren en tijdens oefeningen en scenario's.
AI en Rivierbodembedata	Hoe kunnen we met AI betere voorspellingen doen op basis van rivierbodembedata: <ul style="list-style-type: none">• Voorspellen van vaarweg ondieptes (Minst Gepeilde Diepte - MGD) voor beheer en onderhoud.• Image processing: van onderwatervideo/-foto naar korrelverdeling of sedimenttransport bij rivierbodembodem.• Hybride modellen / emulators: versnellen van numerieke modellen (hydraulica, morfologie) met AI.
Grade versnellen	Versnellen en verbeteren van GRADE-modelketen, (zonder verlies van fysische transparantie) voor betere en snellere outputgegevens (waarmee ook onzekerheidsanalyses sneller gaan).

3. Toepassing van het afweegkader Specificaties per case

	Haalbaar	Onhaalbaar
Duidelijk omschreven		
Onvoldoende uitgewerkt		

Case	Doel	Evaluatiecriteria	Go/No-Go	Stakeholders	Clarity	Feasibility	Status
Kennisbibliotheek waterveiligheid	Pilot met echte data	>90% vindbaarheid, outdated detectie	Tool voldoet aan benchmarks	IenW, Waterschappen, HWBP, STOWA	✓	✓	✓ Groen
HR BOI Rapid Querying in Crisis Situations	Proof of concept voor Nederland	Transparantie, traceerbaarheid, correctheid	POC werkt zonder complexe input	LCO adviseurs, crisis teams	✓	✓	✓ Groen
AI en Rivierbodembedata	Proof of concept (eerste stap verkenning en testen van toepasbaarheid)	Nauwkeurigheid >70% voor eerste testen en snelheid van data inwinnen	POC werkt met accuracy metrics op toepasbaarheid	Onbekend	✓		 Rood
Grade versneller	Proof of concept, met een casusgebied	Wetenschappelijke onderbouwing, Uitlegbaarheid, Vertrouwen, Toepasbaarheid in besluitvorming	POC voldoet aan 45 punten	Deltares (HYD, RIV, IWS), RWS (WVL), FEWS, Hydra-Ring, Hydra-NL			 Oranje

3. Toepassing van het afweegkader

Bussiness case

A waarde: staat voor een bepaald bedrag aan geld dat geanonimiseerd is. Het wordt gebruikt als een neutrale placeholder, zodat financiële waarden kunnen worden weergegeven of vergeleken zonder het werkelijke bedrag openbaar te maken.

Case	Initiële kosten	Jaarlijkse besparing	Terugverdiensdientijd(jaren)	Verhouding	Case
Kennisbibliotheek waterveiligheid	5A	2.75A	1.7	1:3:2	3 BOI beheerders besparen 8 uur/week → 2.75A per jaar
HR BOI Rapid Querying in Crisis Situations	4A	2.62A	1.00	1:2:2	100 keer voor 10 adviseurs 2.5A besparing per jaar Vermeden risico door lagere kans op fouten dan handmatig opzoeken → A Vermeden kosten van mogelijke crisis zijn niet ingeschat.
AI en Rivierbodembedata	A	Nog onduidelijk	Nog onduidelijk	Nog onduidelijk	Nog onduidelijk, AI helpt met inzicht verkrijgen.
GRADE en AI-toepassingen	6.25A	2.5A	2.00	1:4:1	Met AI, rekestijd: 1–3 dagen (vs. 15 dagen), voor 4 analyses 2.5A bespaard

3. Toepassing van het afweegkader

Kans op succes



Criteria	Kennisbibliotheek	HR BOI	AI bodemdata	GRADE
Technisch risico	Laag – TRL hoog, bewezen techniek	Laag – TRL hoog, bewezen techniek	Laag – TRL hoog, bewezen techniek	Laag - al grotendeels getest
Verskil met bekende toepassingen	Klein verschil – document retrieval bekend	Matig verschil – crisiscontext vraagt robuustheid	Matig - Technieken nog niet toegepast op rivierbodemdata	Klein - Emulators al beschikbaar
Benodigde kennis beschikbaar	Ja – kennis aanwezig bij Deltares/STOWA/partners	Ja – hydraulische kennis beschikbaar	Ja	Ja (Deltares en FloodWave)
Stabiliteit AI techniek	Stabiel – mature Natural Language Processes	Stabiel – technieken gangbaar	Stabiel – voor verkenning	Stabiel
Bereidheid gebruiker	Hoog – behoefte duidelijk	Hoog – urgentie in crisis	Hoog	Hoog – gebruikers verliezen veel tijd
Bereidheid beheerder	Hoog – beheerder positief	Hoog – beheerder betrokken	Hoog	Beperkt – elke verandering in de resultaten verklaard moet kunnen worden
Past in regelgeving	Ja – geen belemmeringen	Ja – past binnen kaders	Ja – geen belemmeringen	Ja – geen belemmeringen

3. Toepassing van het afweegkader Samenvatting



Business cases zijn vergelijkbaar met elkaar.

GRADE blinkt uit in probleemdefinitie en doel

AI Bodemdata en **HR BOI** zitten in de middenmoot:

- HR BOI heeft urgentie
- AI Bodemdata is nog verkennend.

De gedetailleerde uitleg van de scores is toegevoegd in slides 38 en 40

Discussie

AI toepassingen waterveiligheid

- In deze verkenning is gekeken naar de toepassing van bestaande AI technieken voor vraagstukken die bij de thematafel spelen. De focus van de beoogde ontwikkelingen is op de toepassing in het domein waterveiligheid; niet de ontwikkeling van AI zelf.
- Om te zorgen dat de verkenning zich richt op de toepassing, zijn de vraagstukken waarvoor de AI toegepast zou kunnen worden, door thematafel leden, die experts zijn op dit vakgebied, gedefinieerd. In deze verkenning is echter niet gekeken of deze vraagstukken op andere wijzen dan met AI opgepakt hadden kunnen worden.
- De inschattingen van kosten en besparingen in het afweegkader zijn een zeer ruwe indicatie, aangezien de toepassing van AI technieken voor dit domein nog in de kinderschoenen staat. Met name voor de besparingen die bij de kennisbibliotheek en bij GRADE zijn geschat is de verwachting dat die aan de optimistische kant zijn.
- De drie vraagstukken verschillen sterk in hun innovatiebehoefte. Voor kennisontsluiting (zoals de Kennisbibliotheek en HR BOI) is de technologie al goed toepasbaar; hier ligt de uitdaging vooral in het slim implementeren en benutten van bestaande oplossingen, met beperkte ruimte voor fundamentele innovatie. Bij versnelling van modellen (GRADE) gaat het om optimalisatie en performanceverbetering, wat vooral vraagt om technische verfijning en integratie. De grootste innovatieopgave ligt bij kennisontwikkeling rond rivierbodembedata: hiervoor is verdere ontwikkeling van specifieke AI-technieken noodzakelijk om bruikbare en betrouwbare inzichten te genereren.
- Met name relevant voor HR bevragen in crisissituaties en de kennisbibliotheek is dat via Copilot en ChatGPT ook data gevonden kunnen worden maar dat de vraag is of hierbij de correcte bronnen benut zijn. Dit wordt gezien als risico en mede aanleiding om hier onder eigen beheer gebruikmakend van de correcte bronnen iets voor te ontwikkelen.
- Een belangrijk aspect van de toepassing van AI is transparantie, zeker in het vakgebied waterveiligheid is de herleidbaarheid en betrouwbaarheid van resultaten een aandachtspunt.

Discussie

Afweegkader

- Uit het gesprek met de thematafel kwam naar voren dat het afweegkader veelbelovend is en ook helpt bij het vooraf specificeren wat met ontwikkelingen beoogd is.
 - Het biedt gestructureerde criteria voor besluitvorming: probleemhelderheid, technische haalbaarheid, gebruiksbereidheid, schaalbaarheid, synergie en kosten-batenverhouding.
 - Helpt bij het definiëren van Go/No-Go-momenten, evaluatiecriteria en stakeholderrollen.
 - Ondersteunt objectieve prioritering en voorkomt ad-hoc beslissingen.
- Geadviseerd wordt om bij de projectdefinitie te omschrijven waarom AI een logische oplossing biedt voor het probleem (in relatie tot andere oplossingen) en bij specificaties ook de raakvlakken met andere thematafels en programma's aan te geven.
- Uit de toepassing op deze vier cases bleek het afweegkader niet sterk onderscheidend te zijn. Alle cases kwamen positief naar voren. Bij het identificeren van de vier onderwerpen had echter al een pre-selectie op kansrijkheid plaatsgevonden in de thematafel. Wanneer het afweegkader op meer voorbeelden zou worden toegepast kan het beter als een 'zeef' voor afwegingen werken. Uit een bredere toepassing kan ook blijken waar verbetermogelijkheden zijn voor het afweegkader zelf en de visualisatie van resultaten.
- Het afweegkader kan iteratief worden toegepast om het beeld van de beoogde toepassingen aan te scherpen en om het kader zelf nader invulling te geven.


Aanbevelingen

AI toepassingen waterveiligheid

- Betrek bredere expertise bij de invulling van het afweegkader voor de casussen. Naast model ontwikkelaars is hier het perspectief van ICT/IV experts relevant. De casussen zouden ook voorgelegd kunnen worden aan andere partijen in het AI veld (zoals bijvoorbeeld NL AI Coalitie, TKI ICT, ...). Zij kunnen het afweegkader wellicht verrijken.
- Indien één of meerdere van de kansrijke toepassingen wordt uitgewerkt met een prototype/proof of concept wordt aanbevolen om te kijken welke AI technieken en expertise al (elders) beschikbaar zijn en hoe die effectief ingezet kunnen worden in samenhang met de domeinkennis onder het thema Waterveiligheid.

Afweegkader

- Verken of het afweegkader, en potentiële verbetering daarvan, ook relevant zijn voor andere ontwikkelingen binnen de organisaties (RWS/Deltares).
- Het afweegkader kan verfijnd worden voor het wegen van criteria (bijvoorbeeld leerpotentieel versus kosten-baten bij pilots) en de visualisatie kan mogelijk geoptimaliseerd worden wanneer meer cases vergeleken moeten worden.



Bijlage

Gedetailleerde uitwerking van het afweegkader per case

Aannames bij kosteninschattingen

- Indicatief, gebaseerd op expert judgment, niet gevalideerd met marktprijzen
- Geen rekening gehouden met licentiekosten, integratie of onderhoud
- Besparingen gebaseerd op tijdwinst en vermeden risico's, niet op volledige lifecycle
- Voor verkennende cases (zoals AI rivierbodemde data) is onzekerheid hoog

Kennisbibliotheek waterveiligheid

Interview	
Thema	Datum
Kennisbibliotheek waterveiligheid	5-6-2025

Probleemdefinitie

Vraag	
Welke probleem ga je oplossen	Beheer van kennisbasis: consistentie tussen verschillende bronnen (Div wiki + IPL0), vindbaarheid bewaken en actualiseren
Waarom moet het opgelost worden	Het is tijdsintensief, en het risico dat verkeerde (verouderde) informatie wordt gevonden, informatie niet wordt gevonden (als je bijv bij een bron kijkt)
Wie gaat het toepassen	Beheerders van kennisbasis
Hoe ga je het toepassen	2 stappen: <ul style="list-style-type: none">• Huidige kennisbasissen op consistentie checken.• Bij actualisatie van documenten (selecte set) de relatie en consistentie met bestaande database borgen. (waar komt de document vandaan)

Specificaties - Kennisbibliotheek waterveiligheid

Aspect	Beschrijving
Omschrijving beoogd einde	Pilot , met echte data en betrokken experts (beheerders kennisbasis) om te toetsen in een realistische context. Het concept bestaat, het gaat om de toepassing met andere documenten
Evaluatiecriteria	Via vraag-antwoord benchmarks met voorgeschreven tolerantie: <ul style="list-style-type: none">• Vindbaarheid en relevantie van antwoorden: >90%• Detectie van outdated artikelen: >90%• Herlijikbaarheid van de documenten: welke document en waar zijn ze• Gebruiksgemak voor beheerder: tijd om antwoorden te vinden.
Ondergrens / Go-No Go momenten	Aan het einde van de pilot een tool dat aan alle benchmarks voldoet binnen de toegestane tolerantie.
Organisatie stakeholders	Ministerie IENW, Waterschappen, HWBP

Kennisbibliotheek waterveiligheid – Business case

Aspect	Beschrijving
	Beheerders van kennis
Kosten van onderzoek	A → geïdentificeerd tijdens verkenning
Kosten tot eindproduct	2.5A – 5A → inclusief ontwikkeling en operationele kosten
Besparing	3 BOI beheerders besparen 8 uur/ week → 2.75A per jaar
Jaarlijkse besparing	2.75A en nieuwe kennis
Verhouding	1 : 3 : 2 (onderzoek : eindproduct : besparing)
Schaalbaarheid	Iedereen die documenten beheerd
Synergie	Toepasbaar op andere kennisdomeinen binnen waterveiligheid of overheid STOWA heeft voor hun website iets vergelijkbaars ontwikkeld.
Urgentie	Er is behoefte van gering beheerders

Kennisbibliotheek waterveiligheid – Beheerders en gebruikers

Kans op succes	Aspect	Beschrijving
vanuit de techniek	Risico op ongeschiktheid	Laag. TRL is ~8, technologie grotendeels gereed.
	Verskil met bekende toepassingen	Specifiek gericht op waterveiligheid, nadruk op validatie, actualisatie en referenties. → voorbeeld
	Stabiliteit AI-techniek	LLMs en RAG zijn stabiel, maar geen 'one size fits all' systeem. (van STOWA)
	Benodigde kennis	Aanwezig bij Deltares/STOWA en bij markt (HKV).
vanuit de toepassing	Bereidheid gebruiker (Kering beheerders)	Aangenomen positief, gezien gesignaleerde problemen en betrokkenheid gebruikers.
	Bereidheid beheerder	Zovel kennis en kering beheerder positief
	Regelgeving	Geen belemmeringen verwacht; past waarschijnlijk binnen EU/nationale kaders. Openbaar gepubliceerd documenten.

HR BOI Rapid Querying in Crisis Situations

Interview	
Thema	Datum
HR BOI snel kunnen bevragen in crisissituatie	16-6-2025

Probleemdefinitie - HR BOI Rapid Querying in Crisis Situations

Vraag	
Welke probleem ga je oplossen	Vindbaarheid van hydraulische data tijdens crisissituaties + standaard proces (oefeningen+ scenario's)
Waarom moet het opgelost worden	In crisissituaties is snelle toegang tot deze informatie cruciaal voor situatieduiding en besluitvorming in crisissituaties
Wie gaat het toepassen	LCO Adviseurs waterveiligheid
Hoe ga je het toepassen	Ontwikkeling van natuurlijke taalinterfaces waarmee gebruikers vragen kunnen stellen zoals: "Wat is de waterstand bij windrichting X en snelheid Y?"

Specificaties

Aspect	Beschrijving
Omschrijving beoogd einde	Proof of concept , voor natuurlijke taalbevraging van bestaande datasets
Evaluatiecriteria	<ol style="list-style-type: none">1. Transparantie en traceerbaarheid van data<ol style="list-style-type: none">1. Zichtbaarheid van uitgangspunten en aannames2. Documentatie en disclaimers bij data <i>Wordt bij elke dataset of bevraging de relevante context, zoals herkomst, beperkingen en interpretatie-instructies, meegeleverd?</i>2. Validatiesets en worden geëvalueerd met RAGAS-evaluaties (https://arxiv.org/abs/2309.15217)3. Bij extrapolatie moet de natuurlijke taalmodel geen data verzinnen.4. De methode kan gebruikt voor oefeningen
Ondergrens / Go-No Go momenten	Aan het einde van de POC een methode gericht op het efficiënter bevragen van bestaande hydraulische databases en het ondersteunen van beeld- en besluitvorming in crisissituaties.
Organisatie stakeholders	Grote niveau: RWS, DGWB , Deltares Klein niveau: BOI, Crisis organisatie RWS, Waterveiligheid afdelingen, afdeling applicaties en modellen

Business case

Aspect	Beschrijving
Kosten van onderzoek	1.25A – 1.75A
Kosten tot eindproduct	2.5A → inclusief ontwikkeling en operationele kosten eerste jaar 0.5A – 0.75A → Jaarlijks voor updates en onderhoud
Besparing	Oefeningen en algemeen Advisering Elke keer gebruik bespaar je 1 uur werk
Jaarlijkse besparing	<i>10 keer per jaar 0.025A maar 100 keer per jaar 0.25A per person Voor 10 adviseurs dat is 2.5A besparing</i>
Verhouding	1:2:2 (onderzoek : eindproduct : besparing)
Schaalbaarheid	Hoog. Als de POC werkt, kan deze direct opgeschaald worden
Synergie	Kan ook voor andere crisissituaties en scenario's gebruikt worden (e.g. bijvoorbeeld bevers, assetmanagement, droogte)
Urgentie	Middel hoog (urgentie beperkt, behoefte groot)

GRADE versneller

Interview	
Thema	Datum
Grade versnellen	3-6-2025

Probleemdefinitie - GRADE en AI-toepassingen

Vraag	
Welke probleem ga je oplossen	Versnellen en verbeteren van GRADE-modelketen, (zonder verlies van fysische transparantie) voor betere en snellere outputgegevens(ook voor onzekerheidsanalyses) Inzicht in doorwerking van verschillende typen onzekerheden in de hele keten
Waarom moet het opgelost worden	voor betere en snellere output data/vervangen van statistische regressie
Wie gaat het toepassen	Gebruikt voor het BOI (Beoordelings- en Ontwerpinstrumentarium) en RVR van Rijkswaterstaat via Hydra-Ring en Hydra-NL.
Hoe ga je het toepassen	Vervangen met 1d, 2d hydro/ sobek met emulator

Aspect	Beschrijving
Omschrijving beoogd einde	Proof of concept , idee om een casusgebied te kiezen (bijv. een catchment) en daar AI toe te passen in parallel met huidige ontwikkelingen en discussies en in connectie met de gebruikers van de GRADE model.
Evaluatiecriteria	<p>AI mag geen blackbox zijn:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wetenschappelijke onderbouwing. Is het model gebaseerd op fysische principes zoals hydrologie en hydrodynamica? Sluit het aan bij bestaande kennis over stroomgebieden zoals de Rijn, Maas en Vecht? 2. Uitlegbaarheid. Zijn de resultaten van het model of AI uitlegbaar en herleidbaar tot invoer of interne processen? 3. Transparantie. Is duidelijk hoe het model of AI tot zijn resultaten komt? Zijn aannames, gebruikte data en algoritmes goed gedocumenteerd? 4. Vertrouwen. Hebben betrokken partijen (zoals RWS, Deltares) vertrouwen in de robuustheid van het model? 5. Toepasbaarheid in besluitvorming. Is het model geschikt voor GRADE zonder verwarring te veroorzaken?
Ondergrens / Go-No Go momenten	Voldoet aan 4/5 punten
Organisatie stakeholders	Deltares (HYD, RIV, IWS) daarna in beheer van RWS (WVL), FEWs rivieren(soortgelijk model) (RWS)

GRADE en AI-toepassingen – Business case

Aspect	Beschrijving
Kosten van onderzoek	1.25A voor proof of concept
Kosten tot eindproduct	5A → inclusief ontwikkeling en operationele kosten
Besparing	<p>In tijd en risico's</p> <ul style="list-style-type: none">- Rekentijd van 15 dagen per simulatie. Volledige GRADE analyses inclusief hydrodynamisch model en meerdere runs) kan de totale rekestijd oplopen tot weken tot maanden.- Met AI 1-3 dagen- Tijdwinst van 90% <p>Stel dat 2 FTE's besparen 10 dagen werk met uurtarief van 0.003A per GRADE run 0.6A.</p>
Jaarlijkse besparing	En stel dat we 4 analyses doen 2.45A
Verhouding	1:4:1 (onderzoek : eindproduct : besparing)
Schaalbaarheid	Hoog – Een goed werkend AI-model kan breed worden toegepast op meerdere stroomgebieden en scenario's, mits goed gevalideerd. (Emulator voor Rijn dan kunnen emulators voor andere rivieren)
Synergie	Sterk – Samenwerking met Deltares, RWS en KNMI
Urgentie	2028 voor eind product GRADE

AI en Rivierbodemdata – Beheerders en gebruikers

Kans op succes	Aspect	Beschrijving
vanuit de techniek	Risico op ongeschiktheid	Laag, al grotendeels getest
	Verskil met bekende toepassingen	Emulator techniques al beschikbaar
	Stabiliteit AI-techniek	Stabiel
	Benodigde kennis	Kennis bestaat bij Deltares (flood wave)
vanuit de toepassing	Bereidheid beheerders	Matig - Omdat elke verandering in de resultaten verklaard moet kunnen worden. De overgang naar de WFLOW veroorzaakte bijvoorbeeld verschillen in de resultaten dit kan verwarring veroorzaken over wat het best presterende model is.
	Regelgeving	RWS is neemt AI-model in B&O

| AI en Rivierbodembedata

Interview	
Thema	Datum
Bodembedata en AI irt RvR2	11-6-2025

Probleemdefinitie - AI en Rivierbodembedata

Vraag	
Welke probleem ga je oplossen	<p>Hoe kunnen we met AI betere voorspellingen doen op basis van rivierbodembedata:</p> <ul style="list-style-type: none">• Voorspellen van vaarweg ondieptes (Minst Gepeilde Diepte - MGD) voor beheer en onderhoud.• Image processing: van onderwatervideo/-foto naar korrelverdeling of sedimenttransport bij rivierbodembedata.• Hybride modellen / emulators: versnellen van numerieke modellen (hydraulica, morfologie) met AI.
Waarom moet het opgelost worden	<ul style="list-style-type: none">• Doelgericht beheer en onderhoud rivierbodembedata, inclusief monitoring (bijv. betere voorspelling van ondieptes).• Beter inzicht in de ecologische kwaliteit en geschiktheid van de rivierbodembedata• Risico op en vorming van erosiekuilen nauwkeuriger in kaart brengen voor waterveiligheid (stabiliteit van keringen)
Wie gaat het toepassen	In eerste instantie in het kennis en innovatiedomein van Deltares en RWS
Hoe ga je het toepassen	Afhankelijk van de functionaliteit van de AI toepassing, use case gaan ontwikkeling in test fase als katalysator voor hoger TRL

Specificaties - AI en Rivierbodembedata

Aspect	Beschrijving
Omschrijving beoogd einde	Proof of concept , voor toepassingen op rivierbodembedata. Hier gaat het om de eerste stap verkenning en testen van toepasbaarheid per case.
Evaluatiecriteria	<ol style="list-style-type: none">1. Nauwkeurigheid: > 70% voor eerste testen2. Snelheid van data-inwinning: Dit was een beperking van eerdere verkende AI-projecten
Ondergrens / Go-No Go momenten	Aan het einde van de POC kijken we naar de accuracy metrics en toepasbaarheid
Organisatie stakeholders	Niet uitgewerkt

AI en Rivierbodembedata– Business case

Aspect	Beschrijving
Kosten van onderzoek	Toepassingen: <ul style="list-style-type: none">• Analyse van korrelgrootte via beeldherkenning → 1.25A• Voorspellen van bodemligging en MGD → 1.25A• Detectie van erosiekuilen → A• Anomaliedetectie → 0.75A
Kosten tot eindproduct	Nader te bepalen
Besparing	Nader te bepalen
Jaarlijkse besparing	Nader te bepalen
Verhouding	(onderzoek : eindproduct : besparing)
Schaalbaarheid	Matig. Kans is groot dat het geschaald kan worden maar het hangt af van de casus
Synergie	Kan eventueel door RWS worden gebruikt
Urgentie	

AI en Rivierbodembedata – Beheerders en gebruikers

Kans op succes	Aspect	Beschrijving
vanuit de techniek	Risico op ongeschiktheid	Laag
	Verskil met bekende toepassingen	Technieken zijn al verkend, maar nog niet toegepast op rivierbodembedata
	Stabiliteit AI-techniek	Hoog
	Benodigde kennis	De benodigde kennis is al aanwezig
vanuit de toepassing	Bereidheid beheerders	Beheerders zijn voorbereid
	Regelgeving	Geen belemmering (muv MGD)



Gedetailleerd beoordelingssysteem met de resultaten

	Metric	Score (1-5)	Description
KB	Probleemdefinitie	5	Duidelijk probleem en toepassing beschreven
	Doel	4.5	Pilot met echte data en betrokken experts
	Evaluatiecriteria	4.5	>90% vindbaarheid, outdated-detectie
	Go/No-Go	4	Tool voldoet aan benchmarks
	Stakeholders	4	IENW, Waterschappen, HWBP, STOWA
	Urgentie	4	Behoefte bij keringbeheerders
	Schaalbaarheid	5	Iedereen die documenten beheert
	Synergie	4	Toepasbaar in andere kennisdomeinen
	Business case sterkte	3	1.25A onderzoek, 2A-5A eindproduct, 2.75A besparing
HR BOI	Probleemdefinitie	4	Snelle toegang tot hydraulische data in crisis
	Doel	4	Proof of concept voor NL bevraging
	Evaluatiecriteria	4	Transparantie, traceerbaarheid, correctheid
	Go/No-Go	3.5	POC werkt: benodigde data eenvoudig opvragen
	Stakeholders	4	LCO adviseurs, crisis teams
	Urgentie	3.5	Middel hoog, relevant voor crisissituaties
	Schaalbaarheid	5	Hoog, toepasbaar in meerdere scenario's
	Synergie	4	Toepasbaar in andere scenario's
	Business case sterkte	3.5	1.25A – 1.75A onderzoek, 2.5A eindproduct, 2.5A besparing

	Metric	Score (1-5)	Description
AI Bodem	Probleemdefinitie	4	AI betere voorspellingen doen op basis van rivierbodembedata (MGB, image processing, emulators).
	Doel	3.5	Eerste stap: verkenning en testen van toepasbaarheid.
	Evaluatiecriteria	3	Nauwkeurigheid >70% voor eerste testen, snelheid van data-inwinning.
	Go/No-Go	3	POC werkt: accuracy metrics en toepasbaarheid.
	Stakeholders	2.5	Nog niet duidelijk benoemd in slides.
	Urgentie	3	Behoefte aan beter inzicht in systeemgedrag, maar minder expliciet urgent.
	Schaalbaarheid	3.5	Potentieel hoog, maar nog niet bewezen.
	Synergie	3.5	Kan nuttig zijn voor andere morfologische toepassingen.
	Business case sterkte	2	Initieel 0.75A; besparing nog onduidelijk.
Grade	Probleemdefinitie	4.5	Duidelijk geformuleerd: "Versnellen en verbeteren van GRADE-modelketen ... betere en snellere outputgegevens (ook voor onzekerheidsanalyses) en inzicht in doorwerking van onzekerheden, zonder verlies van fysieke transparantie."
	Doel	4	Doel: Proof of concept, met een casusgebied. Concreet eindpunt maar nog geen pilot.
	Evaluatiecriteria	3.5	Criteria benoemd (wetenschappelijke onderbouwing, uitlegbaarheid, vertrouwen, toepasbaarheid in besluitvorming), maar (nog) niet gekwantificeerd.
	Go/No-Go	4	Go/No-Go: POC is geen blackbox. Duidelijke kwaliteitsvoorwaarde
	Stakeholders	4	Stakeholder duidelijk
	Urgentie	5	Harde deadline van 2028
	Schaalbaarheid	4	Versnelling/emulators in modelketens (bijv. WFLOW/SOBEK) hebben potentieel brede toepasbaarheid
	Synergie	4	Sluit aan bij emulator-ideeën en ketenacceleratie uit de gesprekken; relevant voor onzekerheidsanalyses en hydrologische/morfologische workflows.
	Business case sterkte	3	Duidelijk businesscase

Bussiness case assumption risk for the BOI case

Estimate the cost of a crisis decision error or delay (e.g., wrong water level assumption → unnecessary evacuation or asset damage).

Use historical data or expert judgment to assign:

- Probability of error without the tool (e.g., 10%)
- Probability with the tool (e.g., 2%)
- Multiply by impact cost (e.g., 12.5A per major error).

Example:

- Risk cost without tool = $0.10 \times 12.5A = 1.25A/\text{year}$
- Risk cost with tool = $0.02 \times 12.5A = 0.25A/\text{year}$
- Risk reduction benefit = $0.75A/\text{year}$ → add to annual savings.