

Rapportage wrap-up Digital Twin

User requirements aan een Digital Twin voor dijken



BZ Ingenieurs & Managers



Rapport: *Rapportage wrap-up Digital Twin*
Kenmerk: *BZ276A*
Datum: *24-11-2021*
Status: *Definitief*
Opdrachtgever: *HKV lijn in water*

Auteur(s): *ing. R. Nuwenhoud*

Vrijgave: *ir. S. Bakkenist MBA*

BZ Ingenieurs & Managers

Zutphenseweg 51
Postbus 445
7400 AK Deventer

info@bzim.nl
www.bzim.nl
tel. 0570-645811





Inhoud

1. Inleiding.....	1
1.1. Aanleiding.....	1
1.2. Doel.....	1
1.3. Werkwijze.....	2
1.4. Leeswijzer.....	2
2. Workshops.....	3
2.1. Caseworkshops.....	3
2.2. Wrap-up sessie.....	3
3. Resultaten.....	5
3.1. Requirement categorieën.....	5
3.2. Toelichting.....	6
4. Reflectie.....	9

Bijlagen

1. Resultaten case workshops
2. Analyse en resultaten wrap-up



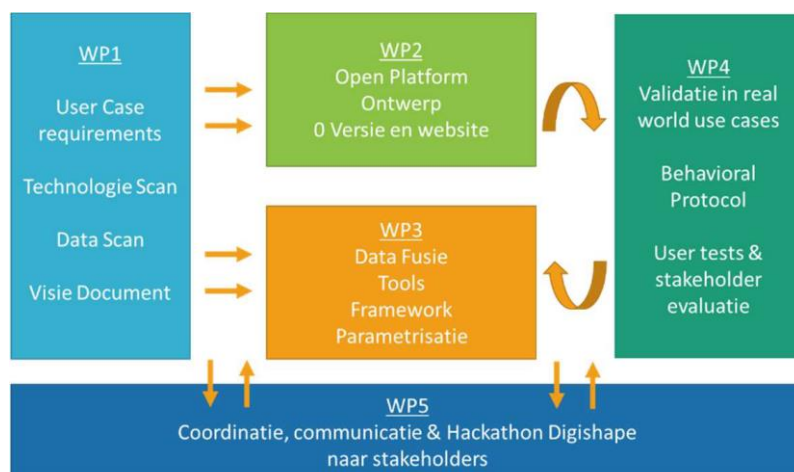


1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Digitalisering speelt een cruciale rol om de best beschermde en leefbare delta te blijven. DigiTwin Waterkering en Ondergrond realiseert een 'open framework' waarmee een digitale tweeling van de waterkeringen en ondergrond wordt ontwikkeld. Dit project is onderdeel van de opgave van de TKI 'Deltatechnologie' en het programma Digishape. Het beoogde resultaat is om op geavanceerde wijze in 4D het gedrag van waterkeringen te beschrijven en voorspellen. Hiermee wordt het mogelijk om nauwkeuriger waterkeringen te ontwerpen, beoordelen en onderhouden. Om dit te bereiken zijn er drie real-world cases geselecteerd voor de toepassing.

Het project is verdeeld in zes werkpakketten, welke zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Aanpak en inhoud werkpakketten.

1.2. Doel

Dit rapport is onderdeel van het eerste werkpakket. De doelen van werkpakket 1 zijn als volgt:

1. Het vaststellen van de beschikbare technologie.
2. Het in kaart brengen van de gebruikswensen van de case eigenaar.
3. Het in kaart brengen en verzamelen van de beschikbare gegevens per case.
4. Het opstellen van een visie document ten behoeve van verdere implementatie, valorisatie en gebruik
5. Input ophalen ten behoeve van open Platform Interface.

Deze rapportage draagt bij aan het 2^e en 4^e doel, waarbij de gebruikerseisen worden gebruikt als input voor het visie document.





1.3. Werkwijze

Om de user requirements in kaart te brengen zijn een drietal workshops georganiseerd met de drie casehouders van het DigiTwin project. Per caseholder is vervolgens gevraagd welke 'need to haves' en welke 'nice to haves' de DigiTwin dient te hebben.

Vanuit deze drie workshops zijn alle verzamelde gegevens gecategoriseerd en met behulp van de SMART-methode uitgebreider beschreven. De beschreven user requirements zijn vervolgens in een algemene wrap-up sessie gepresenteerd. Hierbij is aan de deelnemers van de eerdere sessies gevraagd of er iets aan de requirements ontbrak of toegevoegd diende te worden. Deze input is gebruikt om de user requirements definitief te maken.

1.4. Leeswijzer

In het tweede hoofdstuk wordt de opzet en inhoud van de case workshops en de wrap-up nader toegelicht. Het derde hoofdstuk presenteert vervolgens de definitieve resultaten na de vier workshops. Hoofdstuk vier worden bevindingen en aanbevelingen geformuleerd.





2. Workshops

De eerste workshop voor de case van waterschap Hollandse Delta en heeft plaatsgevonden op 15 juli 2021. De tweede workshop voor de case van waterschap Aa en Maas vond plaats op 17 augustus 2021. Workshop 3 vond plaats op 2 september 2021 voor de case van het hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. De wrap-up sessie is gehouden op 8 november 2021. De resultaten van de caseworkshop zijn weergegeven in bijlage 1.

2.1. Caseworkshops

Om een eerste inventarisatie te verkrijgen van de gebruikerseisen van een DigiTwin zijn een drietal case workshops gehouden. Bij elke workshop is vanuit de beheerders van dijken een case gebruikt om te inventariseren welke specificaties, wensen en eisen de eindgebruikers van een DigiTwin hebben. De workshops zijn gehouden met cases waterschap Aa en Maas, hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden en waterschap Hollandse Delta. Deelnemers van de workshop waren de eindgebruikers van het desbetreffende waterschappen en dataleveranciers (Geodan, TNO, Fugro).

De workshops bestonden ieder uit een introductie van het DigiTwin concept, waarin de ambitie van het project DigiTwin wordt toegelicht. Vervolgens is vanuit elk waterschap een dijkversterking case voorgebracht waar een DigiTwin voor gebruikt zou kunnen worden. Aan de hand van deze case en de ambitie van DigiTwin zijn aan deelnemers van de workshops een aantal open vragen gesteld:

- Aan welke doelen van het waterschap draagt de DigiTwin bij?
- Welke doelen stel jij aan de DigiTwin?
- Wat zijn de grootste informatiebehoefte waar de DigiTwin een bijdrage aan kan leveren?
- Welke functionaliteiten dient de DigiTwin minimaal te hebben?

De antwoorden van deze vragen zijn verzameld via mentimeter. Tijdens de workshop zijn deze antwoorden toegelicht en besproken.

2.2. Wrap-up sessie

Met behulp van de antwoorden uit de eerste drie workshops zijn een zestal requirement categorieën opgesteld. Deze categorieën zijn bepaald door een analyse van de antwoorden van de eerste drie workshops waarbij de grootste gemene delers zijn vertaald in categorieën. Deze requirement categorieën zijn vervolgens zo concreet mogelijk geformuleerd met behulp van de SM(A)RT methode. De letter A van aanvaardbaar is buiten beschouwing gelaten omdat in principe alle geopperde antwoorden aanvaardbaar zijn.





Specifiek: Hierbij is de requirement categorie uitgebreider beschreven. Hierdoor is de inhoud van de categorie duidelijk. Ook wordt hier mogelijk een doel gesteld aan de categorie.



Meetbaar: Vervolgens is gekeken omtrent welke gegevens de eis gaat. Hiermee is de eis afgebakend en kan de orde grootte van detail vastgesteld worden.



Realistisch: Hierbij is gedacht aan de haalbaarheid van het doel. Aan de hand van de huidige kennis en technologie moet het doel realistisch zijn om de requirement categorie te realiseren.



Tijdsgebonden: Er wordt aangegeven op welk moment in de tijd de categorie toegepast wordt, zoals historische data van gebeurtenissen en toekomstvoorspellingen in modellen. Aangezien een doel is om de DigiTwin 4D weer te geven is dit per categorie aangegeven binnen welk tijdsaspect de categorie toegepast wordt.

Deze requirement categorieën zijn gepresenteerd volgens de bovengenoemde SM(A)RT methode tijdens de wrap-up sessie. Het doel van de wrap-up is om de requirement categorieën definitief op te kunnen stellen. Tijdens de wrap-up zijn de categorieën welke bepaald zijn aan de hand van de voorgaande workshops nader toegelicht en is er de gelegenheid gegeven aan de deelnemers om hier aanvulling op te geven. Hieruit zijn de definitieve requirements tot stand gekomen.





3. Resultaten

3.1. Requirement categorieën.

Tijdens de wrap-up zijn een zestal requirement categorieën gepresenteerd. Tijdens de wrap-up is besloten om één categorie te laten vervallen; het systeembeheer. Hoewel het een belangrijk onderwerp is, is geconcludeerd dat het project in een te vroeg stadium is om hier uitspraak over te doen. Hierdoor zijn er vijf categorieën in dit hoofdstuk beschreven. De analyse voor en resultaten van de wrap-up zijn weergegeven in bijlage 2.

3.1.1. Continu inzicht

De DigiTwin dient continu inzicht te geven. Hierin draait het vooral over inzicht in relevante gegevens van de dijk. Deze gegevens dienen overzichtelijk weergegeven te worden en eenvoudig bereikbaar te zijn voor de gebruiker. Het betreft zowel alle bekende gegevens alsmede monitoringsgegevens welke live geüpdatet worden.

3.1.2. Gedragsvoorspellingen

Aan de hand van de voorspelde hydraulische randvoorwaarden dient de DigiTwin een faalkans te kunnen voorspellen welke optreed bij een bepaalde waterstand. Dit kan mogelijk gekoppeld worden aan een bestaand wettelijk instrumentarium.

3.1.3. Risico analyse

De uitgevoerde berekeningen en de faalkansen dienen ingezien te kunnen worden. Hierbij moet duidelijk zijn welke risico's er zijn aan de hand van een uitgevoerde berekening. Deze faalkansberekening dient geanalyseerd te kunnen worden en waar nodig bijgesteld of aangepast.

3.1.4. Data integratie en uitwisseling

Binnen de DigiTwin moet het mogelijk zijn om verschillende datasets geïntegreerd weer te geven, aan te leveren en op te halen. Denk hierbij aan meet- en monitoringsgegevens, historische gegevens, keuringen etc. Deze data dient geconformeerd te worden aan standaarden. De data integratie dient eenvoudig en inzichtelijk te zijn voor de gebruikers.

3.1.5. Visualisatie

DigiTwin dient visueel een beeld weer te geven van een dijk in een statisch 3D beeld. Hierin moet het tevens mogelijk zijn om 4D veranderingen in de tijd weer te kunnen geven zoals de waterstand bij hoogwater. Ook het creëren van dwarsdoorsnedes moet mogelijk zijn.





3.2. Toelichting

3.2.1. Continu inzicht

De continu inzicht requirement richt zich voornamelijk op het inzicht geven in het dijklichaam. Hierbij wordt gesproken over de volgende gegevens:

- Monitoringsgegevens:
Hier gaat het over relevante atmosferische en hydraulische condities zoals temperatuur en grondwaterstand.
- Historische gegevens:
Onder andere keuringen, inspecties, en onderhoud. Welke gebeurtenissen zijn er vastgelegd in het verleden van de dijk. Idealiter zou dit een topotijdreis van data zijn.
- Omgevingsgegevens:
Gegevens welke van belang zijn voor de dijk. Dynamische gegevens zoals de (actuele) waterstanden en stroomsnelheden. Statische gegevens zoals de maaiveldhoogte, bodemopbouw (boringen, TNO), bekleding en de legger (kunstwerken). Om dit overzichtelijk te houden kan er gedacht worden aan een aparte weergave voor in en op de dijk.
- Veiligheidsoordeel:
Het veiligheidsoordeel van de dijk weergegeven. Hierbij dient er inzicht te zijn in de berekening welke is gebruikt om tot het veiligheidsoordeel te komen. Welke data is er gebruikt en wat zijn de conclusies van de berekeningen. Hieruit volgen locaties welke met een risico voor het optreden van een bepaald faalmechanisme. Daarbij dient aangegeven te worden bij welke waterstand het risico aanwezig is. Ook aandachtspunten

Deze gegevens dienen overzichtelijk weergegeven te worden zodat het snel beschikbaar is voor de gebruiker. Per dijkvak dienen alle gegevens opgehaald te kunnen worden waarbij geschakeld kan worden tussen de meest actuele gegevens en historische data.

3.2.2. Gedragsvoorspelling

Gedragsvoorspellingen zijn belangrijk om in te kunnen zien hoe een dijk stand houdt bij een bepaalde waterstand. Hierbij is het eenvoudig houden belangrijk, de DigiTwin hoeft op zichzelf niet te beschikken over complexe modellering. Het berekenen van een faalkans op basis van bepaalde hydraulische randvoorwaarden is wel wenselijk. Dit dient mogelijk te zijn voor onder andere; overslag, piping, macrostabiliteit en opbarsting.

Hierbij dient tevens ook de koppeling gemaakt te worden met het gedrag van de dijk in voorgekomen hoogwaterstanden en droogtes. Zo kan er met gedrag uit het verleden voorspellingen worden gedaan over het gedrag in de toekomst, de zogeheten bewezen sterkte.





3.2.3. Risico analyse

De risico's dienen in kaart gebracht worden. Waarbij aangegeven dient te worden welk faalmechanisme waar een probleem vormt. Deze risico's dienen geanalyseerd te kunnen worden; makkelijk als het kan, moeilijk als het moet. Bij deze analyse moet het mogelijk zijn om de inputgegevens van een risicoberekening in te zien. Welke parameters en aannames zijn gebruikt. Het moet ook mogelijk zijn om deze aan te kunnen passen en te verifiëren aan de hand van waarnemingen uit het verleden.

Het analyseren van risico's dient ook aan de hand van pluimmodellen gedaan te kunnen worden. Aan de hand van voorspelde waterstanden moet de DigiTwin aangeven waar risico's zijn op het optreden van faalmechanismen. Zo dient de DigiTwin bijvoorbeeld te kunnen voorspellen waar een piping op kan gaan treden. Zo kan deze locatie tijdens het hoogwater extra in de gaten gehouden worden. Ook kan op deze manier de huidige gegevens geverifieerd worden met de werkelijkheid.

3.2.4. Data integratie en uitwisseling

Integratie van data dient in de DigiTwin mogelijk te zijn. Alle beschikbare data dient aangeleverd en opgehaald te kunnen worden. Indien hier standaarden voor zijn dient dit aan de hand van deze standaarden te gebeuren. Als deze standaarden er niet zijn dienen deze binnen de DigiTwin gemaakt te worden.

Er moet een catalogus ontstaan van metadata waar deze data inzichtelijk gemaakt kan worden. Hier kunnen data zoals rapportages, meet- en monitoringsgegevens, keuringen en berekeningen in verwerkt worden. Volledige ruwe datasets aanpassen of downloaden dient niet mogelijk te zijn. Het aanpassen van parameters welke gebruikt zijn voor berekeningen van gedragsvoorspellingen wel.

Hieronder valt ook het aanleveren en toevoegen van data en nieuwe monitoringspunten zoals peilbuizen, rapportages maar ook het plaatsen van opmerkingen/bevindingen in het werkveld.

3.2.5. Visualisatie

Alle data die samenkomt in de DigiTwin dient in een 3D beeld weergegeven te worden. Deze visualisatie dient de actuele staat van de dijk weer te geven. Hierin onder andere:

- Achter- en ondergrondkaarten
- Monitoringsgegevens
- Dwarsprofiel
- Faalkans van de dijk
- Meetdata
- Kunstwerken





Om het overzichtelijk te houden dient de DigiTwin afgebakend te worden. Enkel voor de dijk relevante omgevingsgegevens dienen gevisualiseerd te worden. Ook 2D gegevens zoals dwarsdoorsnedes visualiseren van de dijk en de omgeving. Evenals het ophalen van grafieken.

Gedragvoorspellingen en ontwerpomstandigheden (hoogwater) dienen in 4D weergegeven te worden. Er dient visueel weergegeven te worden aan welke omstandigheden de dijk zou moeten functioneren.





4. Reflectie

Tijdens de verschillende sessies zijn er enkele observaties gedaan met betrekking tot het proces. In dit hoofdstuk zijn deze observaties beschreven en zijn enkele adviezen genoemd.

1. DigiTwin is een maatwerkoplossing voor de gepresenteerde cases en niet uniform voor alle eindgebruikers. Bij elke case spelen andere dingen die mogelijk een hogere prioriteit hebben. Hierdoor ligt de focus in het ontwerp van een DigiTwin mogelijk bij elke case ergens anders. Een DigiTwin is geen uniform systeem voor alle gebruikers.
2. Bij het inventariseren van de ontwerpeisen van een DigiTwin komen twee denkrichtingen naar boven. Enerzijds is er vraag naar ontsluiting van verschillende databronnen met eenvoudige gebruikersfuncties. Hier kan eenvoudig, overzichtelijk en duidelijk de dijk in weergegeven worden, waarop een dijk is ontworpen en hoe deze in de huidige situatie stand houdt bij hoogwater. Anderzijds is er behoefte aan een omgeving voor het uitvoeren van geavanceerde analyses. Hierbij is het de bedoeling dat deze analyses uitgevoerd kunnen worden op het bestaande systeem. Dit verschil in de vraag naar simplicitéit en complexitéit moet worden afgestemd op specifieke user cases.
3. DigiTwin is een nieuw concept. Hierdoor is het nog niet mogelijk om specifieke user requirements af te leiden bij de beoogde eindgebruikers omdat er nog geen werkend voorbeeld is. De deelnemers van de sessies weten niet welke mogelijkheden er zijn. Naarmate dit voor de caseholders duidelijk wordt kunnen de requirements ook veranderen. De eisen aan de DigiTwin zijn daarom nog in ontwikkeling. Naarmate de DigiTwin verder wordt ontwikkeld kunnen er requirements bijkomen of wegvallen. Dit dient bijgehouden te worden zodat dit overzichtelijk blijft. Zo worden deze eisen gewaarborgd door het gehele ontwikkelingsproces.
4. De doelgroep van de DigiTwin is breed geformuleerd. Er werd gesproken van openbaar gebruik en intern gebruik. Daarnaast is het ook niet duidelijk of de eindgebruiker de beheerder van de dijk wordt of de dijkexpert, welke over het ontwerp gaat.
5. We verwachten dat door het uitwerken van een eerste prototype naar aanleiding van de user-cases de mogelijkheden en werking van het DigiTwin concept zich vertaald in een nauwkeuriger en meer gedefinieerd beeld van user-requirements. De aanzet in deze verkenning kan daarna worden verfijnd en verder uitgewerkt worden.





Bijlage 1 Resultaten caseworkshops

Vraag	Caseworkshop 1 waterschap Hollandse Delta	Caseworkshop 2 waterschap Aa en Maas	Caseworkshop 3 hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden			
Aan welke doelen van het waterschap draagt de DigiTwin bij?	<p>Continue inzicht Combineren relevante data Zorgplicht Beheer en onderhoud Nemen van beslissingen Common operational pic Beslissen Doelmatigheid Voorspellen gedrag kering Verkleinen onzekerheden Onderbouwde beslissingen Data samenbrengen Nieuwe data toevoegen Onzekerheden in beeld Gedragvoorspelling Handelingsperspectief Lifecycle monitoring Zorgplicht</p>	<p>Objectieve onderbouwing Vergroting inzicht Transparantie Samenwerken Datagedreven werken Besluitvorming Beheer waterkering Onderhoud waterkering Beoordelen waterkering Versterken waterkering Optimalisering ontwerp Optimalisering asset management Update risico Update onzekerheid Afstand tot de norm Gerichte inspecties Uitlegbaarheid Visualisatie onzekerheden</p>	<p>Centraliseren data Clusteren data Verzamelen data Eenvoudige weergave Aanpasbaar Digitale transformatie Inzicht piping Data combineren Continue inzicht Zorgplicht Vergroten betrouwbaarheid Kennis en ervaring Basis life cycle Data lange termijn Data inzichtelijk Gedrag visualiseren Monitoring</p>	<p>Voorspellen Calimiteitenzorg Sneller Efficiënter Life cycle management Kostenbeheersing Veiligheid Veiligheid Variatie Schematisatie Effectief maatregelen Beheerinzicht Crisisorganisatie Beheersstrategie Inzicht via tijdsreeksen Uitbreidbaar Gebruiksvriendelijk</p>	<p>Optimaliseren onderzoek Communicatie Onzekerheden helder Efficiënte datafusie Data integratie Samenwerking intern en extern Betere communicatie Efficiënter onderzoek Inzicht in beheerlast</p>	<p>Communicatie Samenwerking Veiligheidsbeschouwing Onderbouwing Efficiëntie Product Innovatie Ketensamenwerking Open data</p>
Welke doelen stel jij aan de DigiTwin?	<p>Optimale integratie data Update model dijk Monitoring Praktisch toepasbaar Aanwezige data benutten Beoordelen Zorgplicht en monitoring Voorkeursalternatieven Simuleren Praktische toepasbaar 3 naar 1 scherm Nieuwe inzichten Integratie van alle data Visualisatie van data Exploratie van patronen Modelleren van patronen Beleid of werkvoorbereiding Betrouwbaarheid Inzichtelijk Onderbouwd</p>	<p>Beslissing ondersteunend Voortbouwen en verbeteren Onzekerheden verkleinen Scenario analyses Gezamenlijk vertrekpunt Zorgplicht Meting en monitoring Kering staat centraal Toekomstbestendig Direct inzicht Voldoet aan eisen gebruik Reductie onzekerheden Waarde databronnen Toepasbaarheid waterschap Hulp bij schematisatie AI en ondergrond Realistische faalkans Inzicht kering Monitoring</p>	<p>Efficient updatebaar Flexibel Uitbreidbaar Compatible BOI Inzicht Datafusie Koppeling monitoring Gebruiksvriendelijk Volledig Representatie werkelijkheid 3D-visualisatie Ondergrond schematisering NWO's en bijzondere constructie Simulaties Constante datalevering Standaard format</p>	<p>Gebruiksvriendelijk Uitbreidbaar Validatie Beeldvormend Open standaarden Aanpasbaar Doelgroep Interactief Dynamisch en actueel 4D Open standaarden Basis toekomst Nut en noodzaak DATA cent instrumentarium volgt Tijdreeksen inbouwen Toleranties</p>	<p>Efficiënte updates Praktisch toepasbaar Visualisatie Beheersbaar Eigen info toevoegen Schaaflafhankelijk Opensource 4D Interactief Gebruiksvriendelijk Gestandaardiseerd Onderhoudbaar</p>	<p>Toegankelijk Doorvertalen puntinfo Visualisatie Koppeling met vector Actueel Open Gestandaardiseerd Combineerbaar Beschikbaarheid Toepasbaarheid Aansluiting op ontwikkeling Basis voor lange termijn</p>
Wat zijn de grootste informatiebehoefes waar de DigiTwin een bijdrage aan kan leveren?	<p>Risicogestuurd beheer Realtime veiligheidsinzicht Calamiteiten organisatie Continu inzicht Match theorie praktijk Betrouwbaarheid vergroten Onzekerheden verkleinen Realtime inzicht Gedrag kering begrijpen Risico's bekend Kostenreductie Continu inzicht Common operational picture Onzekerheid ondergrond Continue inzicht Klimaatgevolgen Gedragmodellering Inzicht data tekort Inzicht in onzekerheid Vlakdekkend inzicht bodem Gedrag over de tijd Gedrag bij situaties Vertrouwen in voorspellen Voorspellend inzicht</p>	<p>Integratie data Update obv monitoring Verkleinen onzekerheden Risico inventarisatie Bepalen versterkingopgave Fine tunen ontwerp Leren van gedrag Gedrag grondwater Inzicht opbouw ondergrond Basis voor zorgplicht Basis nu voor na versterken Beeld mogelijkheden toekomst Goede datacombinatie Integreren data Dynamische parameter schematisatie Scherpe scope afhankelijk Verloop stijghoogtes Variaties grondopbouw Update obv monitoring Scope aanscherpen Blootleggen risico's Bijeenbrengen data Opsporen aandachtspunten Scope aanscherpen</p>	<p>Peilbuislocaties kiezen Stroomlijvend Beeldvormend Inzichtgevend Waar missen we zekerheid Combineren data Update model Koppeling monitoring Water en Ondergrond Geometrie NWO en WO</p>	<p>Historische belasting Zorgplicht Toestand dijk en omgeving Vertaling van organisatie lagen Voorspellen mbv tijdreeks Data gaten aanduiden Combineren data Over- en inzicht resultaat Onzekerheid per locatie</p>	<p>Geïntegreerde info, Onzekerheden in beeld Gebiedsdekkend inzicht Grootschalig Inzicht in onzekerheid Gebiedsdekkend Container additionele data dient als 1 basisset</p>	<p>Onzekerheden Common operational picture Standaardisering onzekerheden Borging lange termijn Doorvertalen puntmeting Onzekerheden</p>
Welke functionaliteiten dient de DigiTwin minimaal te hebben?	<p>Heldere kpi Intuitive visualisaties Flexibel Gebruiksvriendelijk Breed toepasbaar Verbeterde datacombinatie Zicht op onzekerheden Snel inzicht keuzes inzicht onzekerheden Begrijpelijk voor iedereen Data statisch en dynamisch Goede basis vervolg Samen tevreden Bekend bij alle lagen organisatie Koppel primaire processen Inzicht bodemopbouw Inzichtelijke visualisatie Datafusie Visualisatie 3D</p>	<p>Hulp schematisatie Fusion databronnen Betrouwbaarheid bron Losse modules Integratie data Data fusie Update obv monitoring Diverse visualisaties Inzicht in onzekerheden Continu te verbeteren Continu aanscherpen Gedragvoorspelling Continu meten Inspectieresultaten Realtime monitoring Goed bedienbaar Goede visualisatie</p>	<p>Dashboarding Uitbreidbaar Open Data fusie Exporteren van info Visualiseren Voorspellen Exporteren Importeren Aanpassen Betrouwbaar Controleerbaar 4D Voorspellen Combineren diverse data Onzekerheden expliciet</p>	<p>Dashboard Data integratie Fasen levenscyclus Basis en archief Exporteren van info Ondergrondschematisatie Dwarsdoorsneden Confidence intervals Flexibiliteit add data Aanpassen Koppeling aan modellen Snel aanpasbaar Goede filtering data Navolgbaar Keep it Simple</p>	<p>Data beheer Open Koppeling modellen Visualisatie Data integratie Efficiënte datafusie Onzekerheden in beeld Praktische dwarsprofielen Benaderbaar Bevraagbaar</p>	<p>Beschikbaar Berekenbaar 4d datafusie open data-systeem integratie Uitbreidbaar Herleidbaar Integratie data Visualisatie Tijd historisch</p>



Bijlage 2 Analyse en resultaten Wrap-up

Eisen	SMART (Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch, Tijdsgebonden)		Resultaten Wrap-up
Continu Inzicht	<p>Specifiek: Bereikbaar en toegankelijk maken van alle gegevens van de dijk binnen een traject of project of dijkvak.</p> <p>Meetbaar: Alle gegevens:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitoringsgegevens <ul style="list-style-type: none"> o Grondwaterstand - Historische gegevens: <ul style="list-style-type: none"> o Keuringen o Inspecties o Onderhoud o Gebeurtenissen - Omgevingsgegevens zowel statisch als dynamisch: <ul style="list-style-type: none"> o Waterstanden o Stroomsnelheden o Vlak dekkend maaiveldhoogte o Bodemopbouw o Bekleding o Kunstwerken - Meetgegevens (rapportages) - Faalmechanismes: <ul style="list-style-type: none"> o Macro instabiliteit o Micro instabiliteit o Piping o Dijkbekleding - Visuele gegevens: <ul style="list-style-type: none"> o Kaarten o Afbeeldingen o Tabellen o Grafieken <p>Realistisch: Overzichtelijk inzicht geven in de bovengenoemde gegevens voor gebruikers.</p> <p>Tijdsgebonden: Inzicht in de huidige situatie met actuele gegevens en monitoringsgegevens die live updaten (live dashboard).</p>	<p>Wat van de dijk?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kruin • Teen <p>Welke dijk?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Per traject? • Per project? • Per dijkvak <p>Waar in wil je inzicht hebben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faalmechanismen <ul style="list-style-type: none"> o Macro instabiliteit o Micro instabiliteit o Piping/heave o Zettingsvloeiing o Instabiliteit bekleding • Omgevingsfactoren <ul style="list-style-type: none"> o Waterstanden o Stroomsnelheden o Vlak dekkende maaiveld hoogte (deformatie) o Bodemopbouw • Kunstwerken <p>Wanneer wil je inzicht hebben? Nu of in de toekomst?</p> <ul style="list-style-type: none"> • De huidige situatie • Monitoring gegevens 	<ul style="list-style-type: none"> • "- verwijderen of maken onderscheid interpretatie (informatie) en data- continue inzicht vervangen door beschikbaarheid" • aandachtsplekken + • Uitgevoerde berekeningen (+) • In relatie tot consistentie van data, afspraken maken over de gerelateerde datasets aan de digitwin • grondonderzoek (+) • legger (+) • beoordelingsresultaten (+) • "Faalmechanime (-) • afhankelijk van invulling (signaleringswaarde oke, wat is er al gedaan) • Lopende projecten (+), mits eenvoudige markering" • omgevings gegevens - (maak onderscheid in op of in de dijk) • Legger (+) • Reparaties • hydraulische condities/ relevante atmosferische condities (+) • + inzicht in RELEVANTE gegevens. Ik wil niet alles kunnen zien. Ik wil alleen die dingen zien die relevant zijn voor die situatie op dat moment. • Bij welke waterstand is welke actie vereist (+) • +gebruikte modellen/aannames
Gedragsvoorspellingen	<p>Specifiek: Het voorspellen van het 'gedrag' van een dijkvak in extreme situaties. Modelleren waarvan de resultaten laten zien hoe de dijk stand houdt in extreme situaties zoals hoogwater en droogte. Welke faalmechanismen treden mogelijk op bij deze situaties. Het gedrag houdt in:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grondwaterstanden <ul style="list-style-type: none"> o In de dijk o Binnendijks o Buitendijks • Stijghoogtes • Stabiliteit 	<p>Welk gedrag van de dijk wil je voorspellen?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grondwaterstanden - Stijghoogtes - Stabiliteit <p>Wanneer wil je het gedrag voorspellen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extreme situaties zoals hoogwater en droogte <p>Welke locatie wil je gedrag voorspellen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zwakke plekken • Afgekeurde trajecten • Plekken waar verandering waarneembaar is 	<ul style="list-style-type: none"> • Houd het simpel (+) • Details (-) • Koppeling met bestaand of wettelijk instrumentarium • Piping (+) • Hoogte toets (+) • Tijdsafhankelijke faalkans/ veiligheidsfactor (+) • Veroudering • Updating modellen obv observaties • Risico op opbarsten • + beschrijven modellen en uitgangspunten • Niet alle faalmechanismes (onrealistisch doel), per case een paar uitlichten



	<p>Meetbaar: Een extreme situatie is of een hoogwaterstand (maatgevende afvoer Rijn en/of Maas). Extreme droogte uitdrukken in langdurige hoge temperatuur (hittegolf) gecombineerd met lage (grond)waterstanden (GLG). Resultaten weergeven in voldoet of voldoet niet (treedt het faalmechanisme op ja of nee)</p> <p>Realistisch: Extreme situaties simuleren is mogelijk. Gedragsvoorspellingen dient aan de hand van de beschikbare gegevens van de dijk en de modellen/formules, deze kunnen mogelijk afwijken van de werkelijkheid. (modelonzekerheid & actualiteit gegevens)</p> <p>Tijdsgebonden: Voorspelling dient voor een gehele hoogwatergolf of gehele droogteperiode gedaan te worden. Momentopnames zijn niet ideaal.</p>		
Analyse van onzekerheden en omgaan met risico's (omgaan met risico's evt. wiki noodmaatregel en koppelen?)	<p>Specifiek: Het kunnen analyseren van onzekerheden in parameters, rekenmodel en de sterkte van de dijk. Deze analyse mogelijk maken door gebruik te maken van een probabilistische toolkit.</p> <p>Meetbaar: De invloed en mate van modelparameters op de onzekerheid onderbouwd zichtbaar maken. Zwakke en gevoelige plekken van de dijk uitlichten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welk faalmechanisme is het probleem (mogelijk parameter specifiek). • Locatie van het probleem. • Opsomming van potentiële preventieve maatregelen. <p>Realistisch: Analyse met behulp van probalistische toolkit. Preventieve maatregelen uit de wiki noodmaatregelen.</p> <p>Tijdsgebonden: Preventieve maatregelen moeten altijd up-to-date zijn. De analyse van onzekerheden kunnen direct weergegeven worden.</p>	<p>Welke onzekerheden?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parameter onzekerheid • Model onzekerheid • Actuele sterkte van je dijk <p>Hoe wil je met onzekerheid omgaan?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Probabilistische toolkit voor faalmechanismen - Zwakke/gevoelige plekken uitlichten <ul style="list-style-type: none"> o Wat/waar is het probleem? o Welke mogelijke preventieve maatregelen? 	<ul style="list-style-type: none"> • Tijdreeks pluimmodel mits betrekking op waarneembare fenomenen • + simpel als het kan, moeilijk als het moet • - opsomming van maatregelen • Probabilistische toolkit (-) • Oplossingen weergeven (-), alleen calamiteit
Systeembeheer	<p>Specifiek: Een organisatie(onderdeel) die een server host welke alle gegevens beheert, update, verstuurd en ontvangt.</p> <p>Meetbaar: Een gedragen SLA (service level agreement) wordt afgesloten.</p> <p>Realistisch: Digishape en Geodan hebben Digitwin Noordzee ontwikkeld. HDSR heeft een 3D model ontwikkeld van de ondergrond sterke Lekdijk. Dit laat zien dat het mogelijk is om zowel 3D te visualiseren alsmede grootschalig gegevens te beheren middels een werkend systeem.</p> <p>Tijdsgebonden: De server moet 24/7 online, bereikbaar en bruikbaar te zijn</p>	<p>Wat wil je beheren?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aanleveren en continue stroom van data. - Updaten van gegevens - Controleren van gegevens <p>Een online server waar alles op staat en die voor iedereen toegankelijk is.</p> <p>Wie gaat er beheren?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Waterschap zelf of extern? - Rijkswaterstaat? 	<ul style="list-style-type: none"> • publiek toegankelijk? • Systeembeheer volgt uit de operationele toepassing. Valt nu geen uitspraak over specificaties te doen. • Veiligheid (+) • Prototype per case?
Data integratie tussen datasets en uitwisseling tussen mensen.	<p>Specifiek: Het kunnen ophalen van verschillende datasets en gegevens:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meet- en monitoringsgegevens - Onderhoudsgegevens - Inspectiegegevens 	<p>Downloaden/ophalen van resultaten</p> <p>Kunnen aanpassen van gegevens en hiervan het effect kunnen inzien.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prototype per case? • Datasets kunnen downloaden en aanpassen tbv gedragsvoorspellingen - • Datasets aanpassen? (-) • Parameters aanpassen +





	<ul style="list-style-type: none"> - Rapportages - Keuringen <p>Datasets en gegevens kunnen downloaden en kunnen aanpassen ten behoeven van de gedragsvoorspellingen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parameters - Inputgegevens voor modellen <p>Toevoegen nieuwe monitoringspunten en -data.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peilbuizen - Waterspanningsmeters - Meetgegevens - Opmerkingen op locatie - Inspectierapportages <p>Visuele data ophalen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kaarten - Tabellen - Grafieken - Dwarsdoorsnedes <p>Meetbaar: Welke mensen moeten bij de data kunnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dijkinspecteur - Dijkbeheerder - Asset manager - Technisch Management - Beleid en strategie - Opdrachtgever - Vergunning aanvrager/ Vergunningverlener <p>Data afschermen voor mensen die niet bij de data mogen komen. De bovengenoemde functies moeten ieder toegang hebben tot de data welke voor zijn/haar functie van toepassing is.</p> <p>Realistisch: Datasets zijn aanwezig op de server of cloud.</p> <p>Tijdsgebonden: Data moet elk moment uitwisselbaar zijn tussen de server en de gebruiker.</p>	<p>Welke datasets zijn beschikbaar?</p> <p>Met wie wil je data uitwisselen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dijkinspecteur - Dijkbeheerder - Asset manager - Technisch Management - Beleid en strategie - Opdrachtgever - Vergunning aanvrager/ Vergunningverlener <p>Welke data wil je uitwisselen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kunnen achterhalen wat er in het verleden is gebeurd met/rondom de waterkering <ul style="list-style-type: none"> o Inspectieresultaten o Waarnemingen/opmerkingen op locatie - Monitoring gegevens <ul style="list-style-type: none"> o Real-time en ook uit verleden. 	<ul style="list-style-type: none"> • metadata catalogus + • Conformereren aan standaarden + • visualisatie in software omgeving waterschap of opensource omgeving? • Visualiseren van ontwerpomstandigheden waterstand/golf/wind ipv huidige blackbox
Visualisatie	<p>Specifiek: Het visualiseren van de dijk in een statisch 3D beeld met 4D beeld van gemodelleerde gegevens. Hierin onder andere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Achtergrondkaart: <ul style="list-style-type: none"> o Topografisch o Luchtfoto o GBKN o Legger • Monitoringsgegevens: <ul style="list-style-type: none"> o Waterstanden rivier. o Grondwaterstand o Waterspanning etc. • Dwarsprofiel: <ul style="list-style-type: none"> o Bodemopbouw o Peilbuizen • Sterkte van de dijk, afgekeurd of niet. 	<p>Welke gegevens wil je visualiseren?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actuele meetgegevens zoals waterstanden. • Dwarsprofiel <ul style="list-style-type: none"> o Bodemopbouw • Sterkte van de dijk, afgekeurd of niet. • Monitoringspunten zoals peilbuizen • Locatie van kunstwerken • Data visualiseren van metingen <p>Hoe wil je deze gegevens visualiseren?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D of 4D? • Data visualiseren: grafieken, tabellen, plaatjes 	<ul style="list-style-type: none"> • 3D (-), Kaart met 2D profielen daarin lijkt me prima • Ontwerpomstandigheden • Actuele waterstanden (met voorspelling)





<ul style="list-style-type: none">○ Waarp afgekeurd• Meetdata:<ul style="list-style-type: none">○ Hoogtemeting (AHN)○ IR meting○ Geofysische data• Kunstwerken:<ul style="list-style-type: none">○ Afstelling○ Locatie <p>De data wordt gevisualiseerd middels:</p> <ul style="list-style-type: none">• Vlakdekkende kaarten• Tabellen• Grafieken• Afbeeldingen <p>Meetbaar: Visualisatie op basis van aangeleverde meet- en monitoringsgegevens. Verticale weergave van de kruin tot onderkant eerste zandpakket welke relevant is voor piping. Horizontale weergave, buitendijks de uiterwaarden en waterlichaam (rivier, zee, meer), binnendijks tot het voorspelde opbarstpunt voor piping (kwelsloot).</p> <p>Realistisch: Het moet overzichtelijk zijn voor alle gebruikers. Niet alle gegevens moeten door elkaar weergegeven worden. Individueel gegevens wel of niet weergeven. 3D modellering is mogelijk.</p> <p>Tijdsgebonden: Huidige staat van de dijk met daarin monitoringsgegevens (zie specifiek). Toekomstige staat van de dijk onder extreme omstandigheden (gedragsvoorspelling visualiseren).</p>	<p>Welk tijdstip wil je de gegevens visualiseren?</p> <ul style="list-style-type: none">• Vanuit het verleden:<ul style="list-style-type: none">○ Op kunnen halen van gegevens uit extreme situaties.• Dashboard met de huidige situatie<ul style="list-style-type: none">○ Waterstanden, debieten, etc.○ Afstelling van kunstwerken• Visualiseren van de gedragsvoorspelling.<ul style="list-style-type: none">○ Visualiseren van de uitkomst uit analyse modellen bij extreme situatie.	
--	--	--

