

Visiedocument Digital Twin Voor Waterkering en Ondergrond



Visiedocument Digital Twin Voor Waterkering en Ondergrond

Auteur(s)

Chris Bremmer

Kin Sun Lam

Visiedocument Digital Twin Voor Waterkering en Ondergrond

Opdrachtgever	TKI Deltatechnologie p/a Vereniging van Waterbouwers
Contactpersoon	
Referenties	-
Trefwoorden	-

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	12-07-2023
Projectnummer	11206761-002
Document ID	11206761-002-GEO-0001
Pagina's	28
Classificatie	
Status	Definitief

Auteur(s)

	Chris Bremmer	
	Kin Sun Lam	

Samenvatting

In 2021 is gestart met het TKI-project 'Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond'. Dit project heeft tot doel gehad om te komen tot een framework waarmee een prototype van een Digital Twin ontwikkeld kan worden en getest kan worden in een viertal cases. Het in dit project ontwikkelde framework bestaat uit een open en uitbreidbaar instrumentarium met bestaande en nieuwe modellen, algoritmes en tools voor visualisatie, datafusie en model updating. Het framework beschrijft hoe een DigiTwin kan worden opgebouwd vanuit (veld)waarnemingen naar schematisaties tot het uiteindelijke gedrag. En hoe het werkelijke waargenomen gedrag de DigiTwin weer kan verbeteren. Het project is een samenwerking van Deltares, TNO, HKV, Geodan, Fugro, BZIM, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Waterschap Aa en Maas, Waterschap Hollandse Delta en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.

Op grond van de uitkomsten van de test en validatie van de cases is verkend hoe de resultaten aansluiten op wat verwacht mag worden van een Digital Twin en in welke richting verdere ontwikkeling gewenst is. Dit is input voor het huidige 'Visiedocument' dat een beeld wil geven voor de discussie over mogelijke technische en organisatorische ontwikkelingen die verder kunnen bijdragen aan het realiseren van verdere implementatie, valorisatie en gebruik van een Digital Twin ter ondersteuning van het beoordelen, ontwerp en beheer & onderhoud van waterkeringen.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	6
1.1	Achtergrond	6
1.2	Doel Visiedocument Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond	6
2	Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond	7
2.1	Concept Digital Twin	7
2.2	Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond	7
3	Ontwikkelrichtingen voor een Digital Twin Waterkering en Ondergrond	10
3.1	Teugblik op de resultaten	10
3.2	Richting voor verdere ontwikkeling	11
4	Samenvatting en conclusies	15
5	Referenties	17
	Bijlage	18

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In 2021 is gestart met het TKI-project 'Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond'. Dit project heeft tot doel om een framework te maken voor de ontwikkeling van een prototype van een Digital Twin, te testen in een viertal cases. Het in dit project ontwikkelde framework bestaat uit een open en uitbreidbaar instrumentarium met bestaande en nieuwe modellen, algoritmes en tools voor visualisatie, datafusie en model updating. Het framework beschrijft hoe een DigiTwin kan worden opgebouwd vanuit (veld)waarnemingen naar schematisaties tot het uiteindelijke gedrag. En hoe het werkelijke waargenomen gedrag de DigiTwin weer kan verbeteren.

Er is zowel technisch als procesmatig nog een inspanning nodig om een volledige operationele DigiTwin van een waterkering te realiseren. Dit project heeft daaraan bijgedragen in een aantal praktijkcases. Wij hebben keringbeheerders gevraagd hierop te reflecteren, als belangrijkste eindgebruiker.

Het betreft de volgende vier praktijkcases bij 4 keringbeheerders:

- Sterke Lekdijk bij het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden met TNO.
- Spui bij het Waterschap Hollandse Delta met HKV.
- Doeveren bij het Waterschap Aa en Maas met Fugro.
- Purmer bij het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier met Geodan, BZIM en Deltares.

Per case is op basis van het framework en de beschikbare en ontwikkelde instrumenten een DigiTwin van een kleine dijkstrekking opgezet door experts van marktpartijen en kennisinstellingen. De DigiTwin is gedemonstreerd aan de keringbeheerders. Tot slot hebben de keringbeheerders de gerealiseerde DigiTwin zelf kunnen testen en valideren aan hun behoeftes en wensen. De resultaten van WP 4 zijn vastgelegd in [1].

Op grond van de uitkomsten van de test en validatie van de cases is verkend hoe de resultaten aansluiten op wat verwacht mag worden van een Digital Twin en in welke richting verdere ontwikkeling gewenst is. Dit is input voor het huidige 'Visiedocument' dat een beeld wil geven van mogelijke technische en organisatorische ontwikkelingen die verder kunnen bijdragen aan het realiseren van verdere implementatie, valorisatie en gebruik ter ondersteuning van het beoordelen, ontwerp en beheer & onderhoud van waterkeringen.

1.2 Doel Visiedocument Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond

Dit Visiedocument heeft tot doel om op basis van de ervaringen in het TKI-project 'Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond' een beeld te geven van mogelijke technische en organisatorische ontwikkelingen die verder kunnen bijdragen aan het realiseren van verdere implementatie, valorisatie en gebruik ter ondersteuning van het beoordelen, ontwerp en beheer & onderhoud van waterkeringen.

2 Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op het concept Digital Twin. Daarbij worden voorbeelden gegeven uit andere sectoren, uit het waterbeheer en wordt kort ingegaan op hoe het concept is uitgewerkt binnen het TKI-project 'Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond'.

2.1 Concept Digital Twin

Er is veel belangstelling voor het concept Digital Twin. Oorspronkelijk bedoeld om van toepassing te zijn in de digitalisering van productieprocessen en invulling te geven aan Industrie 4.0, is het concept Digital Twin uitgewaaierd naar veel andere sectoren en toepassingsgebieden: productie, Life-cycle management, predictive maintenance, smart cities, milieubeleid en gezondheidszorg zijn voorbeelden. Hierdoor wordt veelal ervaren dat een heldere definitie ontbreekt.

Binnen het project hadden we niet tot doel om te komen tot een volledig passende definitie voor een DigiTwin. In deze ontwikkelfase van een DigiTwin voor waterkeringen en ondergrond is een voldragen definitie ook niet nodig. We hanteren vooralsnog de volgende werkdefinitie voor een DigiTwin:

Digital Twin wordt meestal gedefinieerd als een digitale representatie van een fysieke asset, een fysiek systeem of een proces, met voorspellingscapaciteit en real-time informatie om het functioneren te optimaliseren of andere waarde te creëren.

In de bovenstaande werkdefinitie willen we van een Digital Twin voor waterkeringen en ondergrond benadrukken dat er sprake is van continue updates door nieuwe informatie en dat daardoor de Digital Twin in de tijd steeds beter wordt. De gewenste inzichten over het object of systeem door gebruikt te maken van een Digital Twin worden daardoor ook steeds beter en kunnen zo door de (asset)beheerder optimaal worden benut. Dit sluit goed aan bij waterkeringen en ondergrond waarbij (grote) onzekerheden door beperkte informatie bepalend is. Een Digital Twin kan bij waterkeringen en ondergrond de onzekerheden in de loop van de tijd steeds verkleinen.

Intermezzo – Achtergrond van Digital Twins

In navolging van Grieves [3], een van de grondleggers van het concept, kan een Digital Twin beschreven worden als een digitaal model dat (1) een voldoende nauwkeurige beschrijving geeft van het gedrag van een object, proces of systeem, (2) automatisch ge-update wordt met sensordata afkomstig van het object, proces of systeem en (3) aan dit object, proces of systeem op een geautomatiseerde wijze informatie levert op grond waarvan het onderhoud, gebruik of beheer geoptimaliseerd wordt. Een kenmerk is dat zoveel mogelijk aan de koppeling tussen object, proces of systeem en het digitale model geautomatiseerd is. Het concept is oorspronkelijk toegepast en ontwikkeld door NASA voor het optimaliseren van ontwerp, productie en predictive maintenance van hun infrastructuur.

2.2 Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond

De Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond is specifiek gericht op de toepassing van Digital Twin technologie voor het optimaliseren van ontwerp, toetsing en beheer van waterkeringen. Een belangrijke aspect daarbij is de invloed die de ondergrond daarbij heeft, bijvoorbeeld in het beheersen van het risico op piping. In WP 1 is een verkenning gedaan van de verwachtingen die de eindgebruikers hebben ten aanzien van de toepassing en functionaliteit van een Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond waarbij het volgende aan de orde kwam (zie ook rapportage [2]):

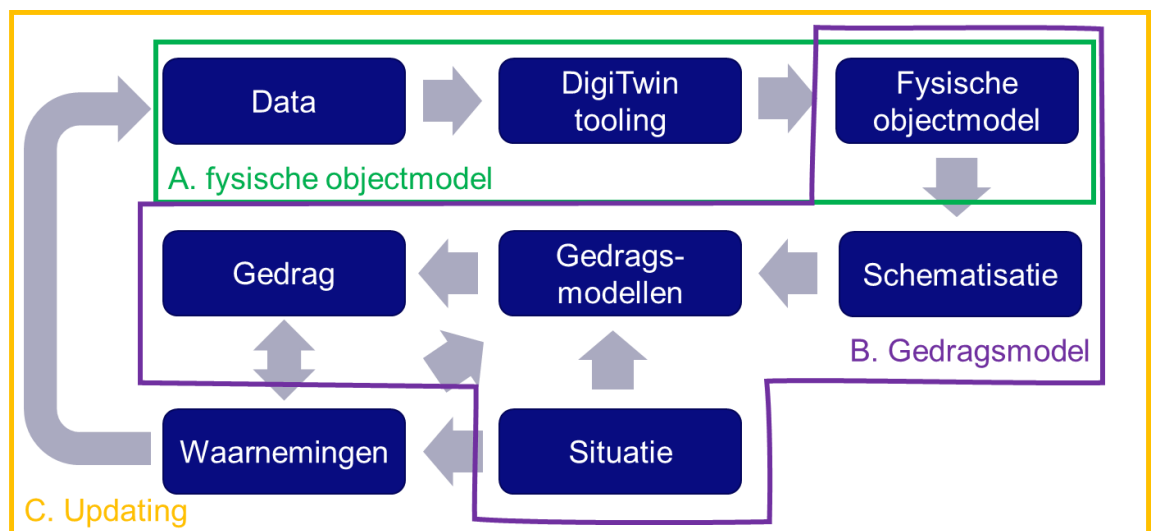
Hierbij werden de volgende aspecten genoemd:

- Continu inzicht:
De mogelijkheid 'live' inzicht te hebben in de toestand van de waterkering en het niveau van waterveiligheid.
- Gedragsvoorspellingen:
De mogelijkheid verschillende scenario's van hoogwater en bezwijken te kunnen draaien.
- Risico analyse:
De mogelijkheid risico's te kunnen analyseren en kwantificeren.
- Data integratie en uitwisseling:
Het mogelijk maken binnen de DigiTwin-omgeving om verschillende datasets geïntegreerd weer te geven, aan te leveren en op te halen.
- Visualisatie:
Mogelijkheid voor het visueel weer kunnen geven van de gegevens en resultaten op een wijze die de gebruiker ondersteunt.

Vervolgens is op grond hiervan een framework ontwikkeld en zijn tools ontwikkeld voor data fusie, data analyse, model updating en visualisatie. Dit ziet er als volgt uit:

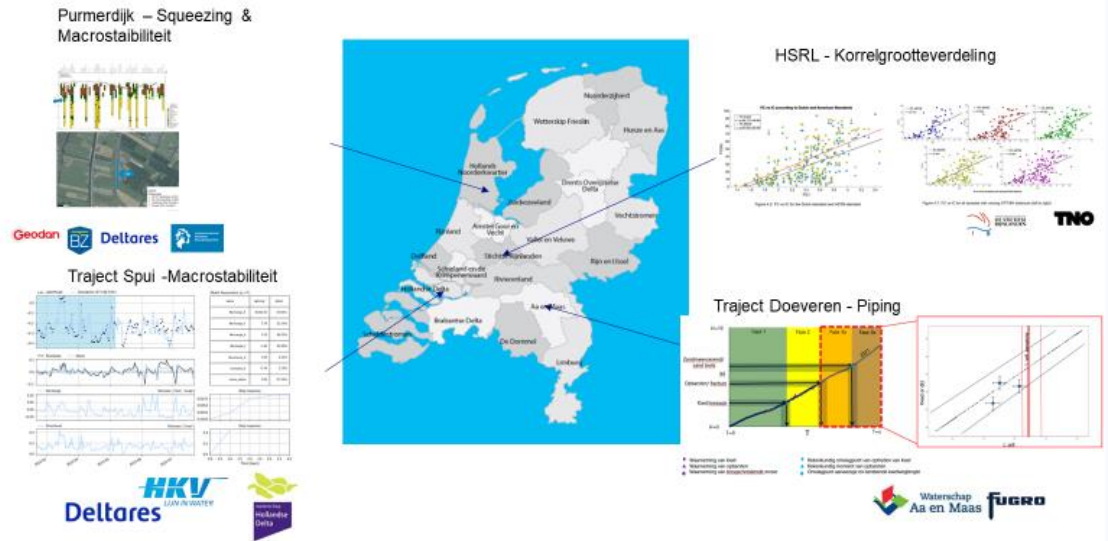
- Hanteren van afgesproken formaten voor de data, zodat deze zonder conversie in verschillende tools is te gebruiken.
- Ondersteunen van bestaande werkwijze en data van keringbeheerders door conversie van de keringdata in dataformaten van het framework waardoor de keringdata te gebruiken is in alle tools.
- Aansluiten op bestaande databases, modellen en tools door doormiddel van parsers die het gebruik van de data van het framework in bestaande tools mogelijk maakt.
- Opwerken van (meet)data met data fusion tools naar fysische objectmodel en van schematisaties van het objectmodel met gedragsmodel naar "gedrag"/reactie onder bepaalde situatie/omstandigheden (zie Figuur 1).
- Updaten (verbeteren) van de modellen door middel van waarnemingen en (aanvullende) data (zie Figuur 1).
- Visualiseren en beheer van de data is expliciet onderdeel van het framework.

Het framework is toepassingsonafhankelijk. Dit wil zeggen dat het framework geschikt is voor verschillende toepassingen. Binnen waterkeringen kan hierbij worden gedacht aan beoordelen/toetsen, ontwerpen, calamiteitenbeheer, zorgplicht, enz.



Figuur 1: Een schematische weergave van de stappen en relaties tussen de data en modellen voor een DigiTwin framework voor waterkeringen en ondergrond.

De resultaten van de toepassing zijn beschreven in [2]. Een overzicht van de cases en resultaten is onderstaande Figuur 2 weergegeven.



Figuur 2 Overzicht van pilots waar het DigiTwin-framework is toegepast in het TKI-project 'Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond'.

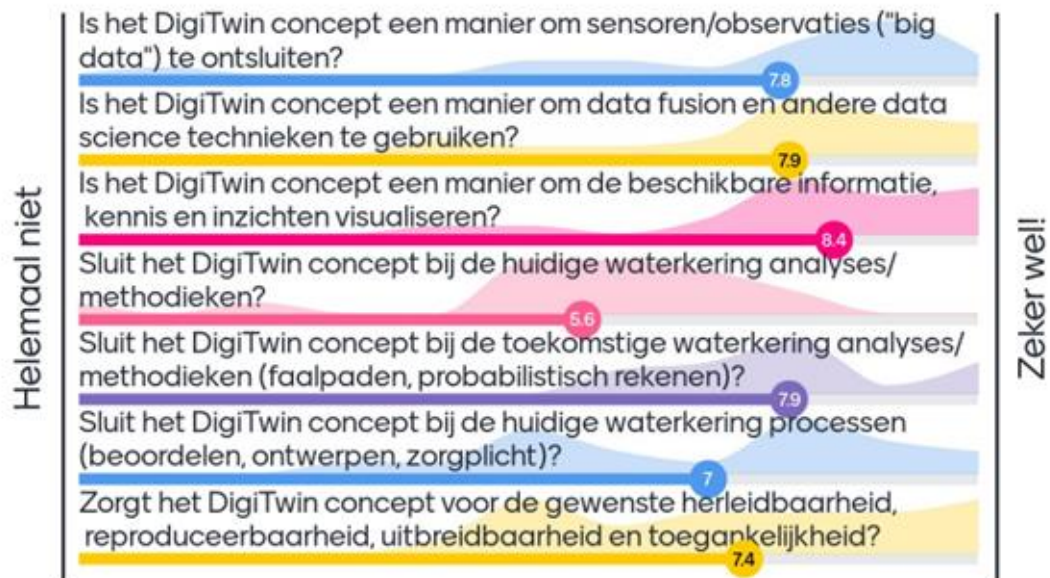
3 Ontwikkelrichtingen voor een Digital Twin Waterkering en Ondergrond

Als onderdeel van het TKI-project Digital Twin voor Waterkering en Ondergrond zijn in een afsluitende sessie aan de hand van een presentatie van de uitkomst van de cases de mogelijkheden en wenselijkheid van de verdere ontwikkeling van Digital Twin-technologie voor waterkering en ondergrond besproken. De resultaten hiervan zijn opgenomen in de bijlage en worden hierna besproken. Aan de discussie namen 25 personen deel waarvan 10 afkomstig van waterschappen en RWS, dat wil zeggen eindgebruikers, en 15 van bedrijfsleven en onderzoeksinstellingen, dat wil zeggen ontwikkelaars. Deelnemers werd gevraagd naar hun ervaring ten aanzien van het project en gebruikten daarvoor trefwoorden als 'leerzaam', 'innovatief', 'interessant', 'inspirerend', 'goed begin'. De algemene indruk die gedeeld werd was dat het project een goede bijdrage heeft geleverd aan de samenwerking tussen bedrijfsleven, onderzoeksinstellingen en waterschappen bij het verder ontwikkelen van technologie die noodzakelijk is voor het in gebruik nemen van een Digital Twin.

3.1 Teugblik op de resultaten

De uitvoering van de cases werd als positief gezien. Meer dan de helft van de partijen bevestigde dat toepassing van de ontwikkelde tools in de cases tot resultaten heeft geleid die voldeden aan de verwachtingen waarbij ontwikkelaars dit grotendeels zonder terughoudendheid bevestigden en de eindgebruikers iets terughoudender waren. De deelnemers stonden positief tegenover de potentie van de Digital Twin om de uitdagingen waarvoor de keringbeheerders (in de toekomst staan) aan te gaan en tegenover de impact die een Digital Twin heeft op het waterkeringbeheer. Tevens werd positief geoordeeld over of de Digital Twin in de cases voldoet aan de 'user requirements' zoals opgesteld in werkpakket 1 van het project ((1) Continue Inzicht, (2) Gedragsvoorspelling, (3) Risico analyse, (4) Data integratie en uitwisseling, (5) Visualisatie). Men was iets terughoudender ten aanzien van de vraag of de ontwikkelde technologie al geschikt is voor gebruik in het dagelijks beheer van de waterkering. Dit laatste hangt samen met een algemeen oordeel dat nog onvoldoende zichtbaar is dat de Digital Twin hetzelfde doet als de waterkering in de echte wereld. Dit ligt in de lijn van verwachting ten aanzien van de aard van het project. Het TKI-project is bedoeld om proto-type technologie te ontwikkelen die gebruikt kan worden in de verdere ontwikkeling en implementatie van een Digital Twin en is nog niet uitontwikkeld. Tevens wordt hiermee een belangrijk aspect benoemd: namelijk dat voor verdere acceptatie van een Digital Twin het ontwikkelen, integreren en valideren van het modelinstrumentarium een belangrijk aandachtspunt is.

Bij het plaatsen van de ontwikkelde en geteste tools in het geheel van de mogelijkheden van een Digital Twin valt op dat het er voldoende handvatten zijn ontwikkeld voor het ontsluiten en bewerken van sensor-informatie en observaties gebruik makend van data fusie en andere data science technieken en visualiseren van beschikbare informatie, kennis en inzichten.



Figuur 3 Mentimeter-resultaten voor de vraag waar de Digital Twin aan bijdraagt.

Ook worden voldoende mogelijkheden gezien om het ontwikkelde aan te laten sluiten bij de toekomstige waterkering analyses (faalpaden en probabilistisch rekenen) en huidige waterkering processen (beoordelen, ontwerpen, zorgplicht). Bij de deelnemers scoorde het toegenomen zijn op de huidige waterkering analyses/methodieken het laagste. Dit is in lijn met de verwachting omdat het Digital Twin-concept een nieuwe benadering van het omgaan met waterkeringanalyses voorstaat. Wel wordt daarmee duidelijk dat voor acceptatie van een Digital Twin een gefaseerde implementatie, waarbij elementen los van elkaar worden geïmplementeerd, een goede aanpak zou kunnen zijn.

3.2 Richting voor verdere ontwikkeling

Naast het vaststellen waar en in welke mate het project heeft geresulteerd in technologie voor het ontwikkelen van een Digital Twin is tevens gekeken naar waar in de verdere ontwikkeling nog behoefte is. In onderstaande tabel zijn de verschillende opmerkingen samengevat en tot een aantal categorieën samengevoegd. In grofweg gelijke mate wordt door de betrokkenen ervaren dat *model updating*, het *expliciet maken van onzekerheden* en *datamanagement* nog gemist worden. Hoewel het updaten van modellen mogelijk is met de ontwikkelde toolbox worden nog belemmeringen ervaren in gebruikersgemak. Hetzelfde geldt voor het omgaan met onzekerheden. Datamanagement betreft ook het toegankelijk maken of krijgen van databronnen en inzicht in de datakwaliteit. Dit heeft sterk te maken met het ontsluiten van data als grondstof voor het ontwikkelen van een Digital Twin. Minder genoemd als nog ontbrekend maar wel herkenbaar als een aparte categorie is het zichtbaar krijgen van de *opbouw van de dijk* en de *gebruiksinterface en analyse-mogelijkheden*. Als laatste wordt als ontbrekend genoemd aspecten die te maken hebben met organisatie en beleid, zoals "juridisch kader", "centrale aansturing vanuit HWBP" en "implementatie en draagvlak".

Tabel 1 Overzicht van aspecten die nog gemist worden in de Digital Twin.

Categorie	Opmerkingen
Model updating	"Model updating", "updating", "model updating", "toepasbaarheid modellen (bereik)", "eenvoudig updaten door gebruiker", "snel updaten van ondergrond modellen"
Onzekerheden	"Onzekerheden expliciet", "geostatistiek", "onzekerheden", "standaarden, waarde databronnen, onzekerheden", "risico's in complexe situaties zoals hoogwater Maas"
Datamanagement	"Implementatie analoge archieven", "inzicht in datakwaliteit", "datamanagement en validatie", "gebruik van landelijke datasets", "private data openbaar maken", "sensoriek/IoT"
Analyses/gebruiks-interface	"Uitvoeren analyse in de digital twin", "volledige reken ketting en interactie van de webviewer"
Opbouw dijk	"Opbouw van de dijk", "BIM"
Organisatie/beleid	"Juridisch kader", "centrale aansturing zoals HWBP", "opleidingen", "implementatie", "nadenken over draagvlak in de hele organisatie"
Algemeen	"Kennis van het fysisch systeem"

Dit leidt tezamen tot de conclusie dat er voor verdere toepassing van het concept Digital Twin vooral behoefte is aan het versterken van het modelinstrumentarium waarbij het updaten en expliciet maken van onzekerheden een belangrijk aspect zijn om het concept ten volle te kunnen benutten alsmede het goed toegankelijk hebben van databronnen en data infrastructuur. De uitkomsten van de cases bieden daarbij meer detail (zie rapportage WP4). In de rapportages van keringbeheerders en de betrokken partners wordt een scala aan mogelijkheden gegeven die sterk gevoed zijn uit de betreffende praktijkcases. Dit levert dan ook geen duidelijke richting, maar een breed palet aan gewenste/noodzakelijke doorontwikkelingen. Hieronder is aan de hand van de eerder aangehaalde aspecten van een DigiTwin een globaal beeld gegeven van de gewenste/benodigde doorontwikkelingen:

Tabel 2 Aspecten van het DigiTwin-framework en mogelijke ontwikkelrichtingen.

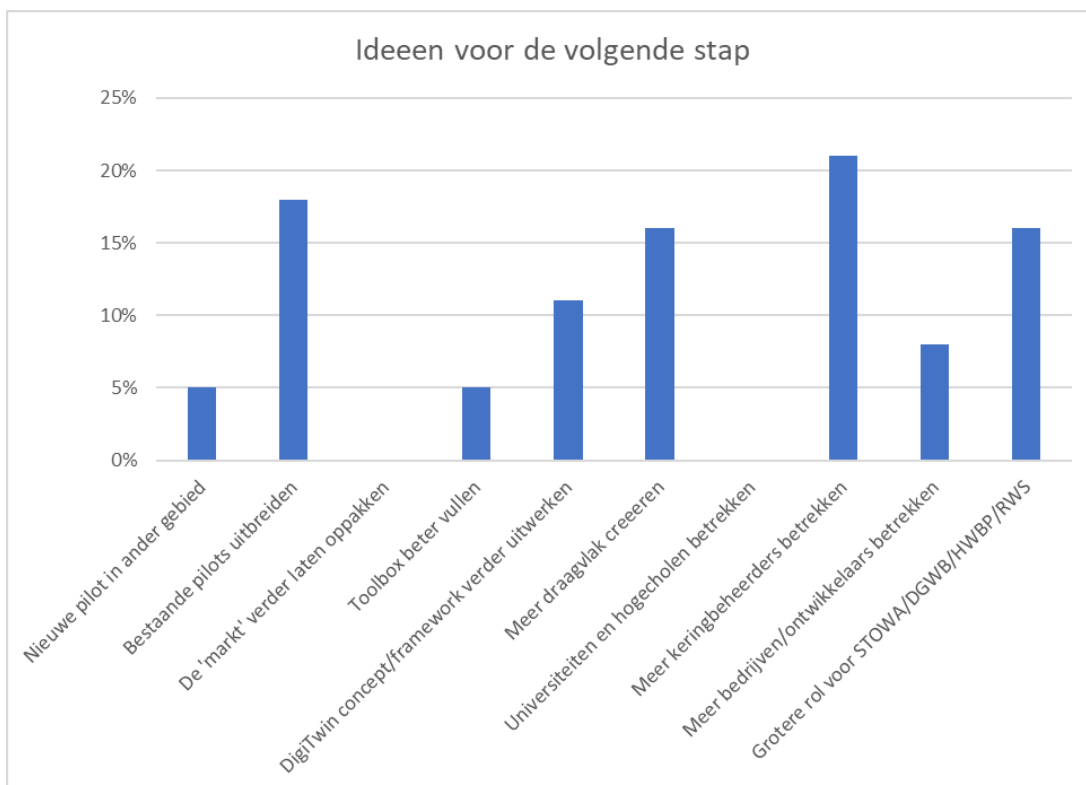
Aspecten DigiTwin	Invulling in pilot DigiTwin
Objectmodel	Een objectmodel met alle elementen naast ondergrondmodel, grondparameters en waterspanningen. Meenemen van onzekerheden/geostatistiek. Inzicht in datakwaliteit. Meenemen van meer type data/metingen/sensoren. Meer data fusion tooling ontsluiten.
Gedragsmodel	Ontsluiten van meer gedragsmodellen Toepasbaarheid van gedragsmodellen voor DigiTwin (3D/4D, fijne resoluties)
Updating	Realiseren van updating, zodat het gedrag steeds beter wordt voorspeld. Eenvoudig updaten door gebruiker.
Visualisatie	Interactie in de webviewer. Volledige visualisatie van de reken/bewerkingsstappen. Uitvoeren van analyses in visualisatie-omgeving.
Actualisatie	Actualisatie realiseren.
Integrale beschouwing	Toepasbaar voor verschillende gedragsmodellen en toepassingen.
Benutten van nieuwe technieken	Benutten van remote sensing technologie, IoT.

Om daadwerkelijk in de praktijk DigiTwins toe te passen moeten we het framework verder ontwikkelen en verbeteren. Het pilotproject richtte zich op praktijkcases van beperkte schaal en omvang. Ook het beschouwde aantal aspecten, situaties en omstandigheden waren beperkt. De volgende ontwikkeling van een DigiTwin voor Waterkering en ondergrond richt zich op ontwikkelingen in het framework om grootschalige praktijkcases uit te voeren. Daarbij willen we meerdere combinaties van aspecten, situaties en omstandigheden beschouwen. Dit komt ook tot uitdrukking in suggesties voor het vervolg op het project. Als beoordeelt moet worden waar het consortium staat dan wordt overwegend aangegeven dat de stand van ontwikkeling op het niveau is van 'proof-of-concept'(TRL-3) tot 'validatie van het prototype'(TRL-5). Hierbij wordt het kunnen koppelen van de modellen met viewer en observaties/data als een belangrijk onderwerp voor een vervolg gezien. Daarnaast wordt ook hier aandacht gevraagd voor acceptatie van de ontwikkelde technologie, producten en werkwijze in de organisatie en het belang van het kunnen demonstreren van betrouwbaarheid en validatie van de Digital Twin.

Tabel 3 Aspecten die van belang zijn voor verdere ontwikkeling.

Categorie	Opmerkingen
Koppelingen	"Modellen en viewer koppelen", "Tools koppelen in DigiTwin", "integratie van tools/modellen/viewer", "koppelen modellen met observaties", "koppelen aan datamanagement en data infrastructuur."
Fysische modellen	"Basis op orde (opbouw dijklichaam)", "Fysische beschrijving op orde brengen."
Betrouwbaarheid en validatie	"Doorontwikkelen o.a. betrouwbaarheid", "Synthese case ervaringen", "integratie, validatie en terugkoppeling", "breed validatie promoten."
Acceptatie	"Management discussie binnen elke waterschap", "gebruik in andere projecten en terugkoppeling", "Draagvlak binnen organisatie gebruikers", "verdieping en opschaling in afgebakende stappen."

Voor een vervolg wordt vooral gewezen op het belang van het betrekken van meer keringbeheerders en creëren van meer draagvlak. Dit kan gedaan worden door de pilots verder uit te breiden waarmee de toegevoegde waarde van de Digital Twin meer zichtbaar gemaakt kan worden en door een grotere rol te geven aan STOWA, DGWB, HWBP en RWS. Daarmee kan ook bereikt worden dat de technische ontwikkelingen en resultaten uit pilots aangesloten worden op beleid en normering. Voorts wordt er voor gepleit om het Digital Twin-concept verder uit te werken wat eventueel in combinatie met het uitbreiden van bestaande pilots kan plaats vinden.



Figuur 4 Suggesties voor de organisatie van de volgende stap.

4 Samenvatting en conclusies

Samenvattend kan gesteld worden dat het TKI-project heeft laten zien dat de ontwikkelde tools voor een Digital Twin aansluiten bij de uitdagingen waarvoor de keringbeheerders staan en een positieve impact hebben op het waterkeringbeheer. Gezien de stand van ontwikkeling, ergens tussen 'proof-of-concept' (TRL-3) en 'Validatie van prototype' (TRL-5) is een stap naar valorisatie nog te groot. In het algemeen kan bijvoorbeeld gesteld worden dat de integraliteit van verschillende mechanismen tot het "gedrag van de dijk" nog om een flinke verdiepingsslag op het vlak van "probabilistische" faalpaden vraagt. Op grond van de opgehaalde inzichten en ervaringen zijn er verschillende scenario's denkbaar waarlangs een verdere ontwikkelingen richting implementatie en gebruik kan verlopen. Vertrekpunt daarbij is een scenario dat voortbouwt op (a) de ontwikkeling van open-source software en tooling in een Community-of-Practice, (b) de integratie van een Digital Twin in de Digitale Transformatie die op dit moment in gang gezet is bij veel waterschappen en waarbij de ontwikkeling van de Digital Twin vertrekt vanuit de opgave van data management en visualisatie of (c) het vergroten en bestendigen van het draagvlak voor een Digital Twin door het door ontwikkelen van het bestaande product in een operationeel en gevalideerde Digital Twin. Dit levert de volgende scenario's:

Scenario 1 – Versterken Community of Practice met Open Source Toolbox

In dit scenario wordt het zwaartepunt gelegd bij het onderhouden en door ontwikkelen van de Toolbox met scripts die in het project gemaakt zijn. Van alle scenario's is dit het scenario waarvoor de minste investeringen benodigd zijn. Het zwaartepunt komt te liggen in het opzetten van een Community-of-Practice waarin partners een mogelijkheid zien om door gezamenlijke ontwikkeling en overdracht van kennis tot innovaties te komen. Deze Community-of-Practice kan onderdeel zijn van bijvoorbeeld Digishape (<https://www.digishape.nl/>) of DEC-Digital Engineering Community (<https://www.digitalengineeringcommunity.nl/>). Het financiële model hiervoor bestaat uit sponsoring door belanghebbende partijen zoals bijvoorbeeld STOWA, RWS, bedrijfsleven, waterschappen of via in-kind bijdragen van deelnemende partijen. De ontwikkeling vindt plaats op basis van consensus en kan daarnaast opportuniteitsgedreven zijn. Typisch voor dit scenario zal zijn het uitbreiden van de bibliotheek van scripts met applicaties die andere typen data kunnen verwerken, nieuwe methodes op het gebied van machine learning, en nieuwe visualisatie routines en API's om deze te kunnen gebruiken en koppelen. Ook meer geavanceerde technieken zouden hierin verkend kunnen worden zoals het uitbreiden van het gebruik van generatieve AI om de datafusietools verder te verbeteren. Bijvoorbeeld het gebruik van generatieve AI om dijkprofielen te schematiseren op dezelfde manier als de experts dat doen. Validatie en toepassing vindt plaats buiten de Community-of-Practice.

Scenario 2 – Integratie met Digitale Transformatie door versterken data management en visualisatie

In dit scenario ligt het zwaartepunt op de ICT-component van de Digital Twin zoals data management, visualisatie en het objectmodel met alle data over dijk, ondergrond en omgeving. Gezien de zwaarte die hierbij ligt op het data model en de ontsluiting van data is het logisch om de ontwikkelingen mee te laten lopen met trajecten die bij waterschappen op touw worden gezet op het gebied van Digitale Transformatie. Voordeel is dat er veel aandacht is voor kwaliteitsborging en ontsluiting van de gegevens die bij het waterschap beschikbaar zijn en dat functionaliteiten van een Digital Twin daar goed gebruik van kunnen maken. Nadeel is dat ervaring en de toegevoegde waarde van de Digital Twin pas zichtbaar worden als alle data en het digitaliseringstraject op orde zijn. Tevens is vooraf niet helder wanneer financiering voor de ontwikkeling van een Digital Twin beschikbaar komt omdat dit

de besluitvorming hiervan afhangt van de besluitvorming en voortgang van het digitaliseringsproject. Tevens zal de ontwikkeling grotendeels per waterschap gebeuren en er weinig stimulans tot samenwerken en uitwisseling van kennis en ideeën zijn omdat er aangesloten wordt bij digitaliseringstrajecten die voor ieder waterschap verschillend kunnen zijn.

Scenario 3 – Vergroten en bestendigen draagvlak door operationaliseren en valideren Digital Twin

Dit scenario sluit aan op een aantal meest genoemde inzichten naar aanleiding van de cases en de ontwikkeling van de toolbox. Daarbij is geconstateerd dat de cases al waardevolle resultaten hebben opgeleverd maar dat dit nog betrekking heeft op kleine, afgebakende opgaven. Een volgende stap zou zijn om de cases meer te laten overeenkomen met grootschalige opgaven rondom een dijkvak en passend binnen de uitdagingen waar de waterschappen nu voor staan. Vertrekpunt kunnen de bestaande cases zijn maar dan verder geschikt gemaakt voor een operationele test. In dit scenario komt de nadruk op het vervolmaken van de koppeling van model – data – gebruikersinterface in een operationele omgeving. De tools die nu ontwikkeld zijn worden toegankelijk gemaakt via een gebruikersinterface die het ongemak van scripting wegneemt en eindgebruikers meteen laten ervaren hoe een Digital Twin gebruikt kan worden in een meer operationele setting. De keuze van pilots is hiervoor belangrijk. Op het gebied van de tools zijn er ook kansen om nieuwe datasets (bijvoorbeeld boringen) te implementeren en te koppelen met real time databestanden, zoals grondwaterniveaus. Dit zou kunnen leiden tot een actieve voorspelling van de dijkveiligheid. Om meer draagvlak te creëren, kunnen we het Digital Twin-concept uitbreiden van alleen het dijkobject naar de omgeving en de interactie met omgevingseffecten en de ruimtelijke inrichting van de fysieke leefomgeving.

Voorbeelden van pilots waarop aangesloten kan worden zijn o.a. Purmerdijk in het beheersgebied van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier waar wordt geëxperimenteerd met sensoren en nieuwe type metingen en met automatische updating van het geotechnisch model DAM-Live. Een nadere case kan de pilot ARK (Amsterdam-Rijnkanaal) van RWS zijn. Ook hier wordt geëxperimenteerd met sensoren en nieuwe meettechnieken en de mogelijkheden voor een Digital twin. Om er voor te zorgen dat de resultaten goed hun weg vinden naar eindgebruikers in de waterschapswereld en om er voor te zorgen dat het instrumentarium optimaal aansluit op de huidige werk- en modelprocessen zou adoptie en sponsoring vanuit koepelorganisaties als STOWA of het Hoogwaterbeschermingsprogramma wenselijk zijn.

Bovenstaande scenario's zijn voorbeelden van hoe de verdere ontwikkelingen van een Digital Twin voor waterkering en ondergrond gestalte kunnen krijgen. Variaties hierop, zowel met betrekking tot proces als met betrekking tot inhoud, zijn natuurlijk mogelijk.

Na afronding en evaluatie van dit project, is het de intentie om in co-creatie met betrokken partijen te werken aan aanbevelingen voor de toekomst.

5 Referenties

[1] Digitale Twin voor Waterkeringen en Ondergrond - Werkpakket 4 Test en validatie. Deltares rapport 11206761-005-GEO-0001_v1.0.

[2] Rapportage wrap-up Digital Twin - User requirements aan een Digital Twin voor dijken. BZIM-rapport BZ276A.

[3] Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. White paper by Michael Grieves, 2014.

Bijlage

Discussie DigiTwin sessie

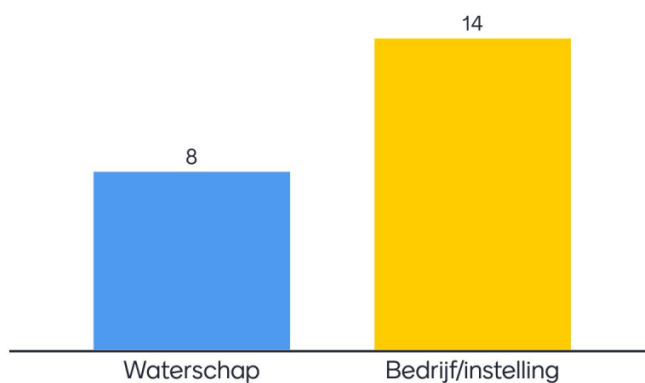
Ga naar
www.menti.com

Voer de code in

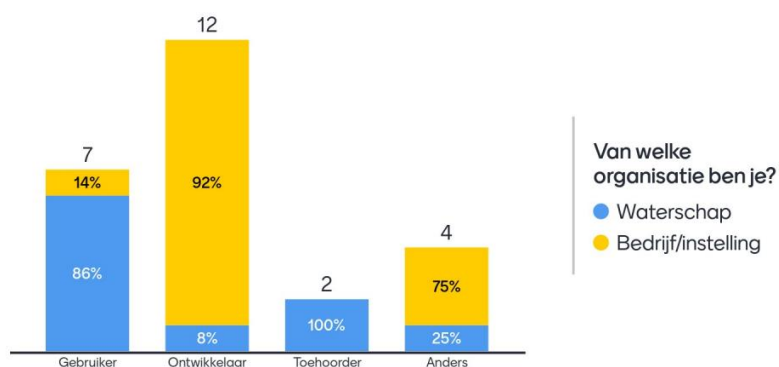


Of gebruik een QR code

Van welke organisatie ben je?



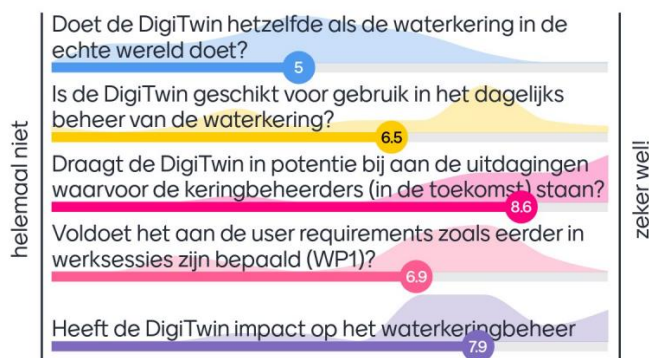
Wat is je rol bij DigiTwin?



Hoe hebben jullie project DigiTwin ervaren?



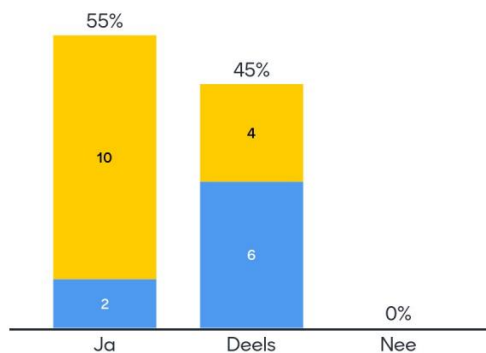
Test en validatie vragen



- User requirements (WP1):
- Continue inzicht
 - Gedragsvoorspelling
 - Risico analyse
 - Data integratie en uitwisseling
 - Visualisatie

22

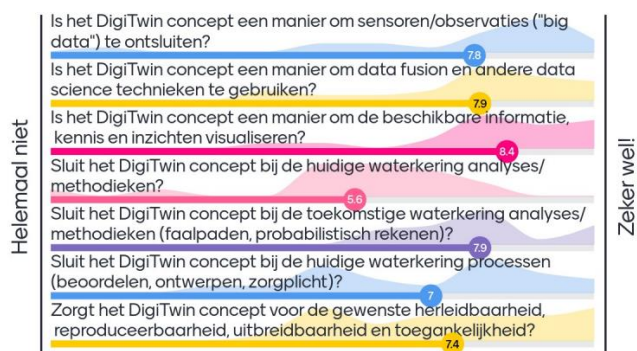
Sluit de opgestelde DigiTwin aan op de verwachtingen relatie tot het vraagstuk van de case?



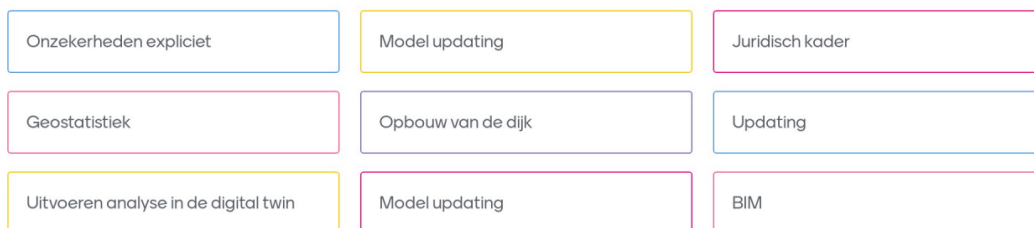
- Van welke organisatie ben je?
- Waterschap
 - Bedrijf/instelling

22

DigiTwin concept voor ondergrond en waterkeringen



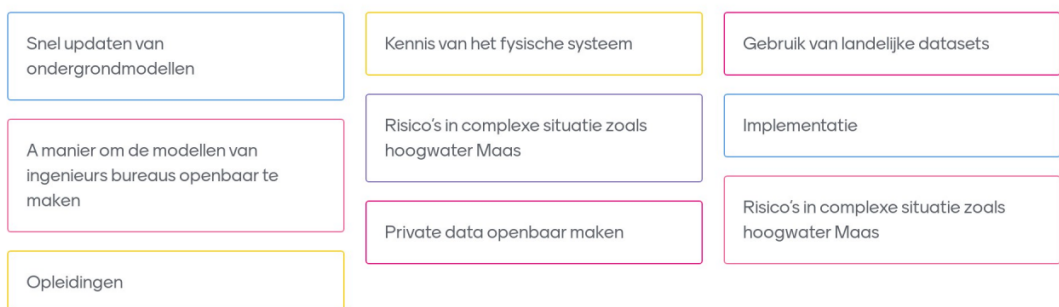
Wat missen we nog in het DigiTwin concept voor ondergrond en waterkeringen ?



Wat missen we nog in het DigiTwin concept voor ondergrond en waterkeringen ?



Wat missen we nog in het DigiTwin concept voor ondergrond en waterkeringen ?

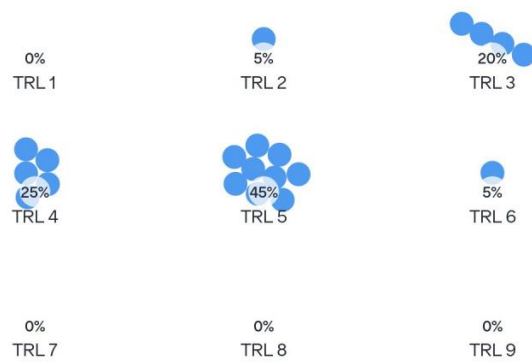


Wat missen we nog in het DigiTwin concept voor ondergrond en waterkeringen ?

Sensoriek, IoT

Nadenken over draagvlak in de hele organisatie

Waar staan we nu?



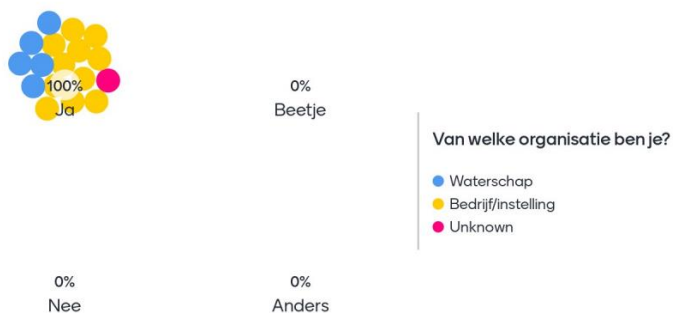
Wat zien jullie als vervolg op dit project/ontwikkeling/cases?



Wat zien jullie als vervolg op dit project/ontwikkeling/cases?



heeft dit consortium meerwaarde voor de ontwikkeling van de DigiTwin?



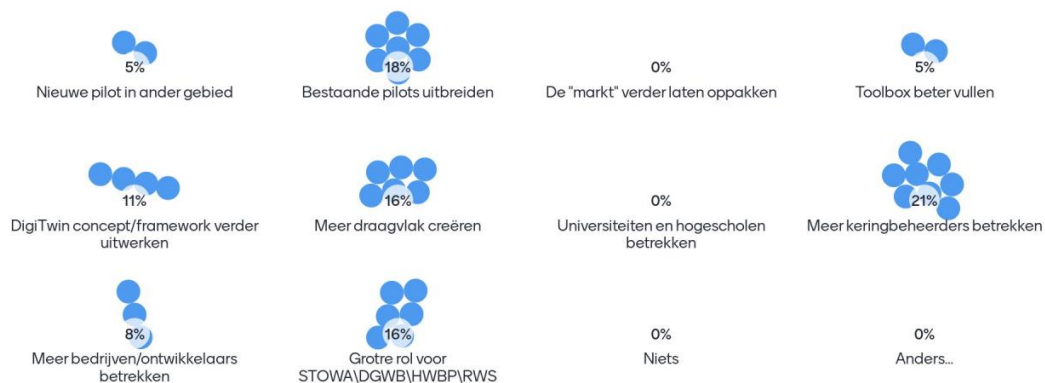
Hoe organiseren we de doorontwikkeling?

Aan de voorzitter

Bij de borrel



Zou de eerste volgende stap zijn?



Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl