

Sterke Lekdijk

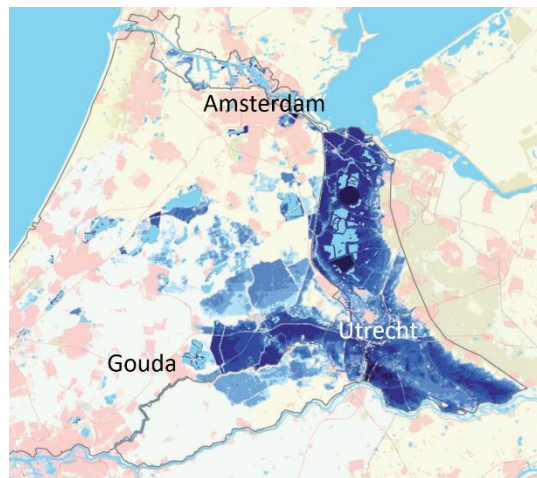
**inzicht in de ondergrond
kansen, risico's en opgaven in beeld**

www.basisregistratieondergrond.nl





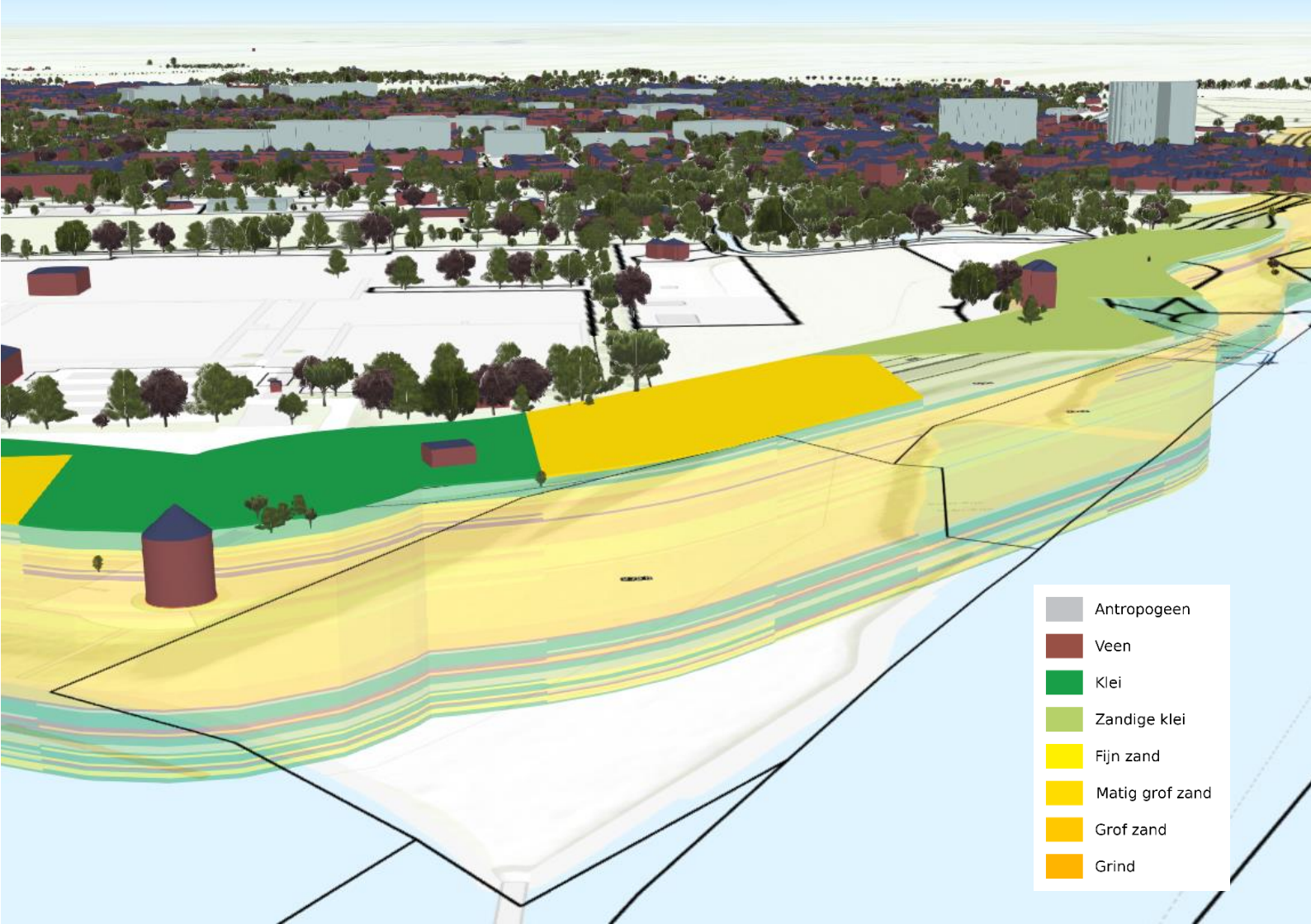
Bij een doorbraak van de noordelijke Lekdijk is de economische en ook de menselijke schade enorm. Een groot deel van de Randstad, zelfs tot aan Amsterdam, zou onder water komen te staan. Door onder andere klimaatverandering kan de wateraanvoer door de rivieren de komende decennia op piekmomenten sterk toenemen. Een groot deel van de Lekdijk tussen Amerongen en Schoonhoven is daar niet op berekend en voldoet niet meer aan de veiligheidseisen. Dus moet de Lekdijk over een afstand van ruim 50 kilometer worden versterkt.



Sterk waar het moet, slank waar het kan

De Lekdijk kan op verschillende manieren worden versterkt. Dat is afhankelijk van de lokale situatie en verschillende omgevingsfactoren, maar vooral van de ondergrond. De Basisregistratie Ondergrond (BRO) brengt alle gegevens van de ondergrond bijeen en maakt ze vrij toegankelijk. Maar om de juiste aanpak te ontwikkelen, is één samenhangend beeld van boven- en ondergrond nodig. Gegevens uit allerlei verschillende bronnen moeten met elkaar worden gecombineerd. Bovendien zijn bij de plan- en besluitvorming veel verschillende stakeholders betrokken, bewoners voorop. Hoe geef je die op toegankelijke wijze inzicht in de problematiek en de verschillende oplossingsrichtingen?

Het kaartje rechtsboven illustreert de mogelijke gevolgen van een doorbraak van de Lekdijk bij Amerongen. Die gevolgen zijn afhankelijk van verschillende factoren, zoals de waterstand in de rivier. (In blauw de gebieden die mogelijk overstromen). Bron: Veiligheid Nederland in Kaart, 2014.



“Door alle ruimtelijke gegevens bijeen te brengen en inzichtelijk te maken, kunnen we risico’s beter beheersen en komen kansen in beeld.” Martin Peersmann, Programmadirecteur Basisregistratie Ondergrond

In het project Sterke Lekdijk, onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma, verkennen het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Geodan de mogelijkheden en meerwaarde van de nieuwste technieken om alle relevante data te verzamelen, te integreren, te combineren, te analyseren en te visualiseren.

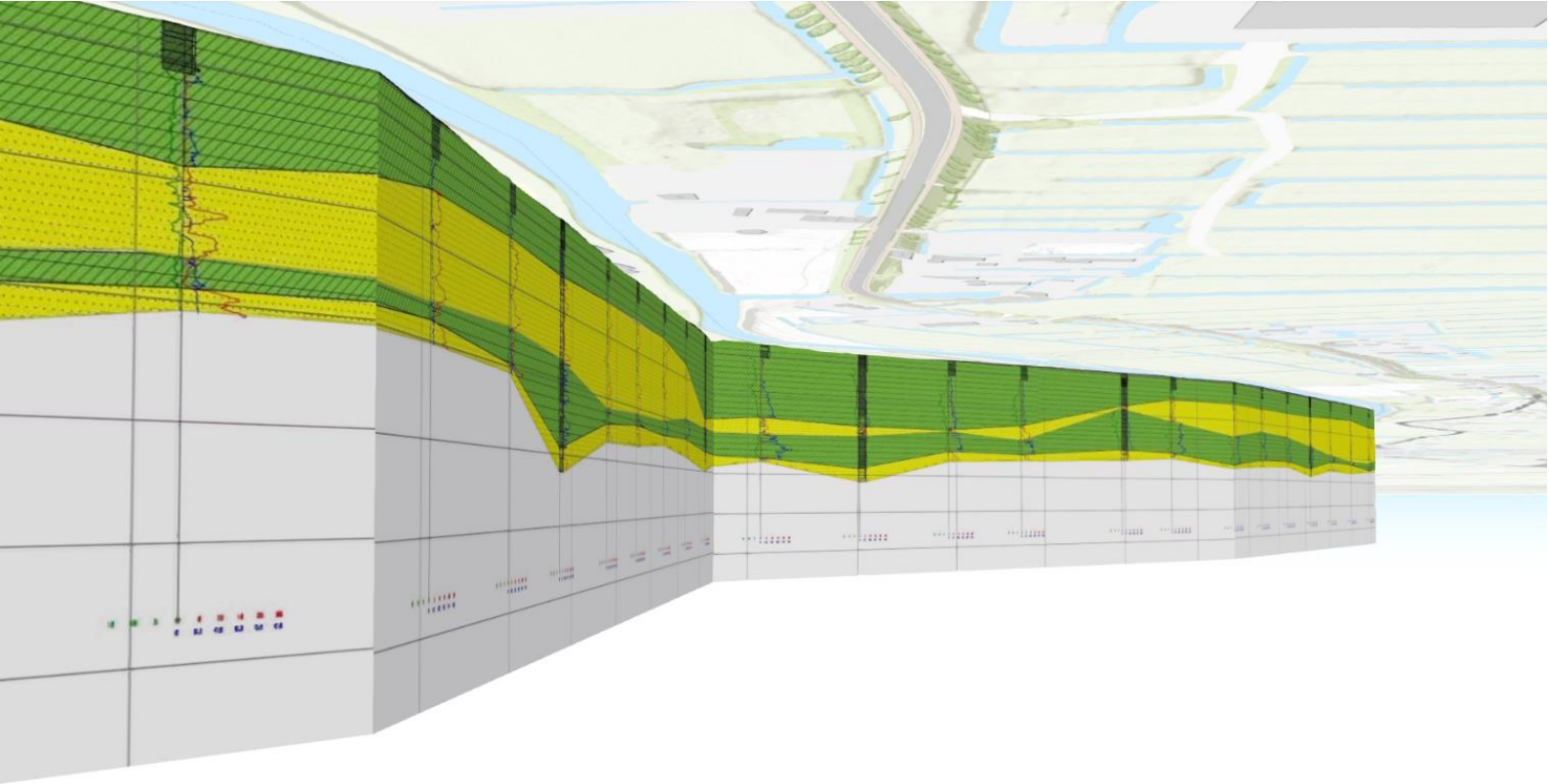
3D dataroom verschaft overzicht en inzicht

In een 3D data room worden alle mogelijke plaatsgebonden gegevens van verschillende partijen digitaal, gestandaardiseerd en geharmoniseerd opgeslagen. Daardoor gaat geen informatie verloren en wordt informatie ook niet dubbel gecreëerd. Deze gegevens kunnen worden aangevuld en gecombineerd met eigen gegevens.

Kansen, risico’s en opgaven in beeld

Het bijeenbrengen en visualiseren van zowel onder- als bovengrond gegevens uit alle relevante bronnen, genereert inzicht over de grenzen van verschillende vakgebieden en sectoren heen. Met een interactieve 3D viewer kan de gebruiker selecteren welke gegevens hij of zij in onderlinge samenhang wil bekijken, vanuit iedere gewenste invalshoek. Verbanden, kansen, risico’s en opgaven komen bij alle betrokkenen beter in beeld. Niet alleen tijdens de plan-, ontwerp- en realisatiefase van de versterking van de Lekdijk, maar ook daarna. Dat maakt co-creatie en een integrale aanpak van gebiedsontwikkeling mogelijk, waarbij maatregelen uit verschillende domeinen op elkaar aansluiten en elkaar kunnen versterken.

Links de Lekdijk bij Wijk bij Duurstede in vogelvlucht. Op de voorgrond zien we de uiterwaard met een krib uitsteken in de rivier. Gevisualiseerd: bebouwing in 3D (BAG+AHN2), bomen (boomregister.nl), topografie en kadastrale perceelgrenzen (Kadaster) en GeoTOP - uitsnede onder de Lekdijk. De verschillende kleuren tonen dat de samenstelling van de ondergrond van de dijk zeer variabel is. Meer informatie over GeoTOP vindt u op pagina 16. Bron: Digital Twin Lekdijk.



Geotechnisch profiel onder de dijk. We kijken vanuit de ondergrond naar boven. Het profiel toont de verwachte samenstelling van de ondergrond op basis van een correlatie van boormonster- en sonderingsgegevens. Bron: Digital Twin Lekdijk.

"3D visualisaties zijn geschikt voor een breed publiek. Dan gaan de plannen meer leven."

Jan-Willem Vrolijk, Omgevingsmanager

De digital twin van de Lekdijk

Een digital twin is een virtuele kopie van de werkelijkheid, die ontstaat door alle beschikbare locatie gebonden gegevens bij elkaar te brengen, te integreren en te visualiseren. Hoe meer gegevens erin worden gestopt, hoe beter de digital twin de werkelijkheid benadert. Zo mogelijk ook dynamische data; gegevens die worden gegenereerd door sensoren die processen monitoren. Denk bijvoorbeeld aan mobiliteit of bouwwerkzaamheden. Zo kun je in de digital twin *real time* gadeslaan wat gaande is en verschillende processen optimaal afstemmen.

De toekomst in beeld

De digital twin kan ook toekomstscenario's tonen, nu geometrieën en andere relevante bouwwerk informatie naadloos vanuit een BIMmodel kunnen worden geïmporteerd naar een GIS-omgeving. Zo kunnen we van te voren een beeld krijgen van geplande maatregelen. Belevingstechnologie maakt het bovendien mogelijk de digital twin virtueel binnen te stappen om de consequenties van gekozen maatregelen van te voren te verkennen en ervaren. Denk bijvoorbeeld aan toekomstige schaduwwerking of gewijzigde zichtlijnen als gevolg van aangepaste taluds. Dat helpt bij het informeren van belanghebbenden en het creëren van draagvlak. Toekomstscenario's kunnen al tijdens de ontwerpfase in 3D worden geëvalueerd en zo nodig aangepast. Het letterlijk in beeld brengen van problematiek is vaak de start van creatieve en effectieve oplossingen.



Ministerie van Binnenlandse Zaken en
Koninkrijksrelaties





De Lek tussen Nieuwpoort en Vianen, met de noordelijke Lekdijk in rood. De navolgende kaartbeelden geven ditzelfde gebied weer.

“Veel gedoe tijdens de realisatiefase komt voort uit het niet beschikbaar hebben van informatie over de samenstelling van de ondergrond c.q. het historisch en huidig gebruik hiervan. Met de goed gevulde en eenvoudig toegankelijke 3D-data room zetten we een enorme stap voorwaarts in de beheersing van ondergrond gerelateerde risico’s. We kunnen als het ware even in de ondergrond kijken.”

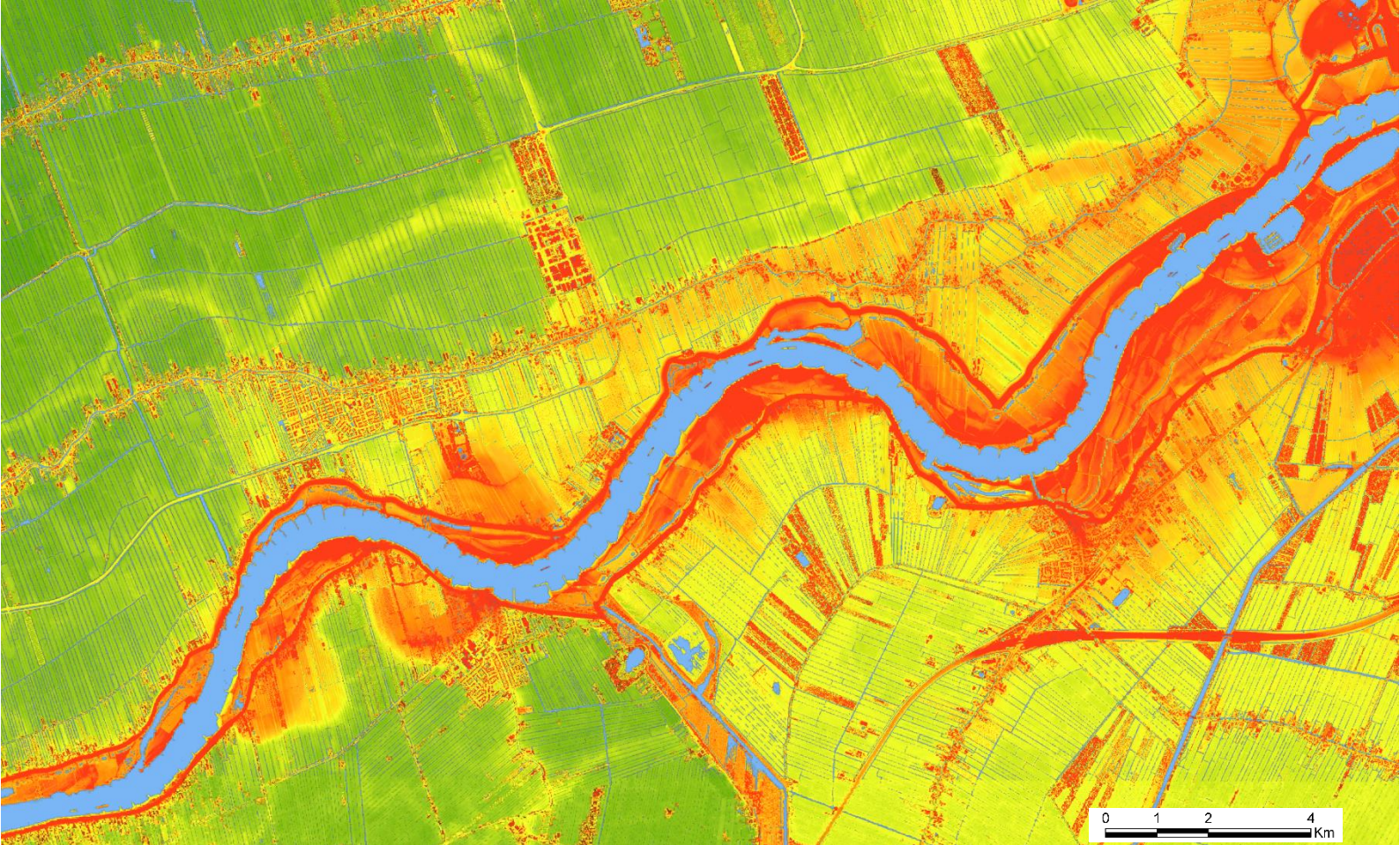
Waldo Molendijk, Contractmanager

De Lekdijk - geen bovengrond zonder ondergrond

Het Rivierengebied dankt zijn naam en ontstaan aan de grote rivieren die er doorheen stromen. Die hebben zich gedurende de afgelopen millennia voortdurend verplaatst. Door het afzetten van klei en zand kwamen zij hoger te liggen dan de omgeving en vormden relatief hoge stroomruggen in het landschap. In de tijd dat de rivieren nog niet bedijkt waren, kon het gebeuren dat een hoog gelegen rivier haar bedding verliet om een nieuwe koers te volgen. De oude bedding groeide dicht, waarbij veen werd gevormd. De oeverwallen bleven als relatief hoge ruggen in het landschap achter.

In de ondergrond is de geschiedenis van het rivierenlandschap met voormalige, meanderende rivierlopen terug te vinden. De Universiteit Utrecht heeft deze rivierlopen gekarteerd en gedateerd. De rivierlopen zijn ook mooi zichtbaar op het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN).

De samenstelling van de ondergrond is dus zowel horizontaal als verticaal gezien zeer variabel. Dat maakt verschillende locaties voor verschillende doeleinden geschikt en bepaalt hoe de ondergrond kan worden belast. Een betrouwbaar risicoprofiel, gebaseerd op locatie specifiek inzicht in de ondergrond, is nodig voor goed onderbouwde maatregelen voor dijkversterking.



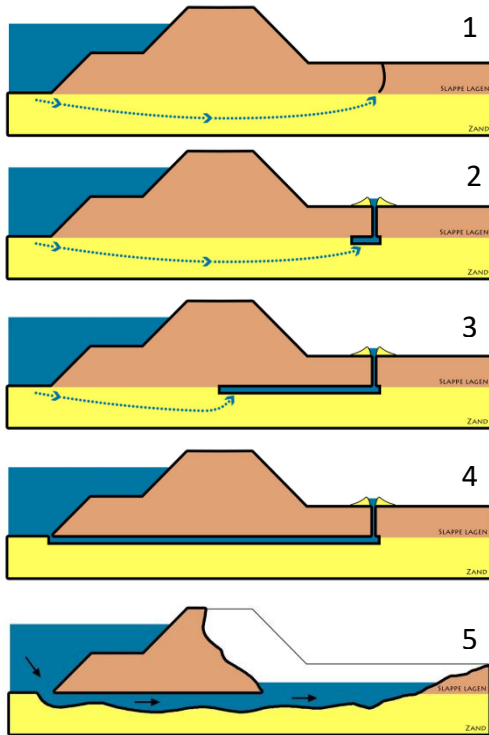
Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) geeft voor heel Nederland van elke vierkante meter tot op 10 cm nauwkeurig de hoogte weer. Gekozen kleurweergave in bovenstaand kaartbeeld: van rood (hoog) via geel naar groen (laag). De hoogte varieert tussen -2m en $+50\text{m}$ NAP (waaronder de bebouwing; alles hoger dan $+5\text{m}$ NAP wordt rood weergegeven). 8



De voormalige rivierlopen zoals die door de Universiteit Utrecht zijn gekarteerd en gedateerd (zie legenda op pagina 11). Deze vormen zandbanen: grondwatervoerende elementen in de ondergrond die pakketten klei en veen versnijden. Voor iedere dijkpaal is aangegeven hoe groot het risico op piping is. Rood = hoog risico, groen = laag risico.

“Bij dijkversterking zit het grootste risico in de ondergrond.”

Luc Kohsiek, Dijkgraaf



 Poreus materiaal (zand, grind)
 Cohesief materiaal (klei, veen)

1: Het water in de rivier staat hoger dan in het achterland. Als gevolg van het verschil in waterdruk komt een grondwaterstroming op gang die onder de dijk door gaat.

2: De waterstand in de rivier bereikt een kritiek verval. De grondwaterstroming neemt toe en als gevolg daarvan ontstaan pipes. Achter de dijk verschijnen zandvoerende wellen.

3: De waterhoogte in de rivier blijft constant of stijgt. Als gevolg van terugschrijdende erosie groeien de pipes richting het intredepunt.

4: Het terugschrijdende proces wordt voltooid: de pipe bereikt het intredepunt. Door de ‘open pipes’ kan het water sneller stromen en krijgt steeds meer erosieve kracht. De pipes worden steeds groter.

5: De holtes onder de dijk zijn zo groot dat de dijk inzakt.

Deltares, 2013: 'Het pipingproces in stripvorm'

Het 'risico-DNA' van de dijk in beeld

Als je de zandbanen kaart en de topografische kaart over elkaar heen legt, wordt snel duidelijk waarom het belangrijk is om te weten waar zich in de ondergrond zandbanen bevinden. Kolkgraten ('wielen'), die ontstonden door dijkdoorbraken, blijken vaak voor te komen op plaatsen waar zandbanen de dijk kruisen. Dat kan piping veroorzaken.

Piping

Piping, ook wel terugschrijdende erosie of onderloopsheid genoemd, is een verzamelbegrip voor verschillende vormen van interne erosie. Je kunt dit in het achterland waarnemen in de vorm van wellen in sloten of op het maaiveld; plekken waar een geconcentreerde uitstroming van grondwater plaatsvindt.

Piping kan plaatsvinden wanneer onder de dijk een cohesieve deklaag ligt met daaronder een watervoerend pakket. Cohesieve gronden zijn bijvoorbeeld natte klei, leem of veen. Een watervoerend pakket bestaat meestal uit zand en grind. Door een verschil in waterdruk aan weerszijden van de dijk, kan er een grondwaterstroming tussen de rivier en het achterland ontstaan, onder de dijk door. Deze stroming kan zo sterk worden dat gronddeeltjes worden meegenomen. Uiteindelijk kan dit leiden tot holle ruimten onder de dijk die zo groot zijn, dat de dijk erboven bezwijkt.

Legenda bij de kaart op pagina 9 ; ouderdom van de stroombanen zoals gekarteerd en gedateerd door de Universiteit Utrecht (de Berendsen data).

	Huidig (1950 AD)
	1 - 100 14C BP = 1850 AD
	100 - 450 14C BP = 1500 AD
	450 - 800 14C BP = 1200 AD
	800 - 1150 14C BP = 900 AD
	1151 - 1500 14C BP = 500 AD
	1501 - 1950 14C BP = 100 AD
	1951 - 2350 14C BP = 500 BC
	2351 - 3000 14C BP = 1200 BC
	3001 - 3500 14C BP = 1800 BC
	3501 - 4000 14C BP = 2500 BC = 4500 cal BP
	4001 - 4500 14C BP = 3100 BC = 5100 cal BP
	4501 - 5000 14C BP = 3800 BC = 5800 cal BP
	5001 - 5500 14C BP = 4300 BC = 6300 cal BP
	5501 - 6000 14C BP = 4900 BC = 6900 cal BP
	6001 - 6500 14C BP = 5400 BC = 7400 cal BP
	6501 - 7000 14C BP = 5900 BC = 7800 cal BP
	7001 - 7500 14C BP = 6200 BC = 8200 cal BP
	7501 - 8000 14C BP = 6900 BC = 8900 cal BP
	8001 - 9400 14C BP = 8600 BC = 10600 cal BP
	9401 - 10000 14C BP = 9700 BC = 11700 cal BP
	10010 - 10500 14C BP = 10500 BC = 12400 cal BP
	10510 - 12000 14C BP = 12000 BC = 13900 cal BP
	12010 - 14000 14C BP = 15000 BC = 17000 cal BP



Oude kaarten tonen historische gegevens van het gebied. Een voormalig sluisstelsel kan de oorzaak van een vergroot risico op piping zijn: dan is de cohesieve laag onder de dijk niet door een voormalige rivierloop, maar door historische activiteit verstoord.

“Hiermee kunnen we nog beter op moeilijke locaties maatwerk in het ontwerp toepassen.”

Paul Neijenhuis, Technisch Manager

Historische activiteiten

Een andere oorzaak van dijkdoorbraken zijn historische activiteiten van de mens, die de oorspronkelijke structuur van de dijk verstoorden. Denk aan de locatie van een oude sluis. Maar ook de locatie van een oude boomgaard vlak achter de dijk kan van belang zijn: de wortels van de bomen kunnen een kleilaag hebben doorboord en tot in een zandbaan reiken en zodoende piping veroorzaken. Daarom bevatten historische kaarten belangrijke gegevens voor het ‘risico-DNA’ van de dijk.

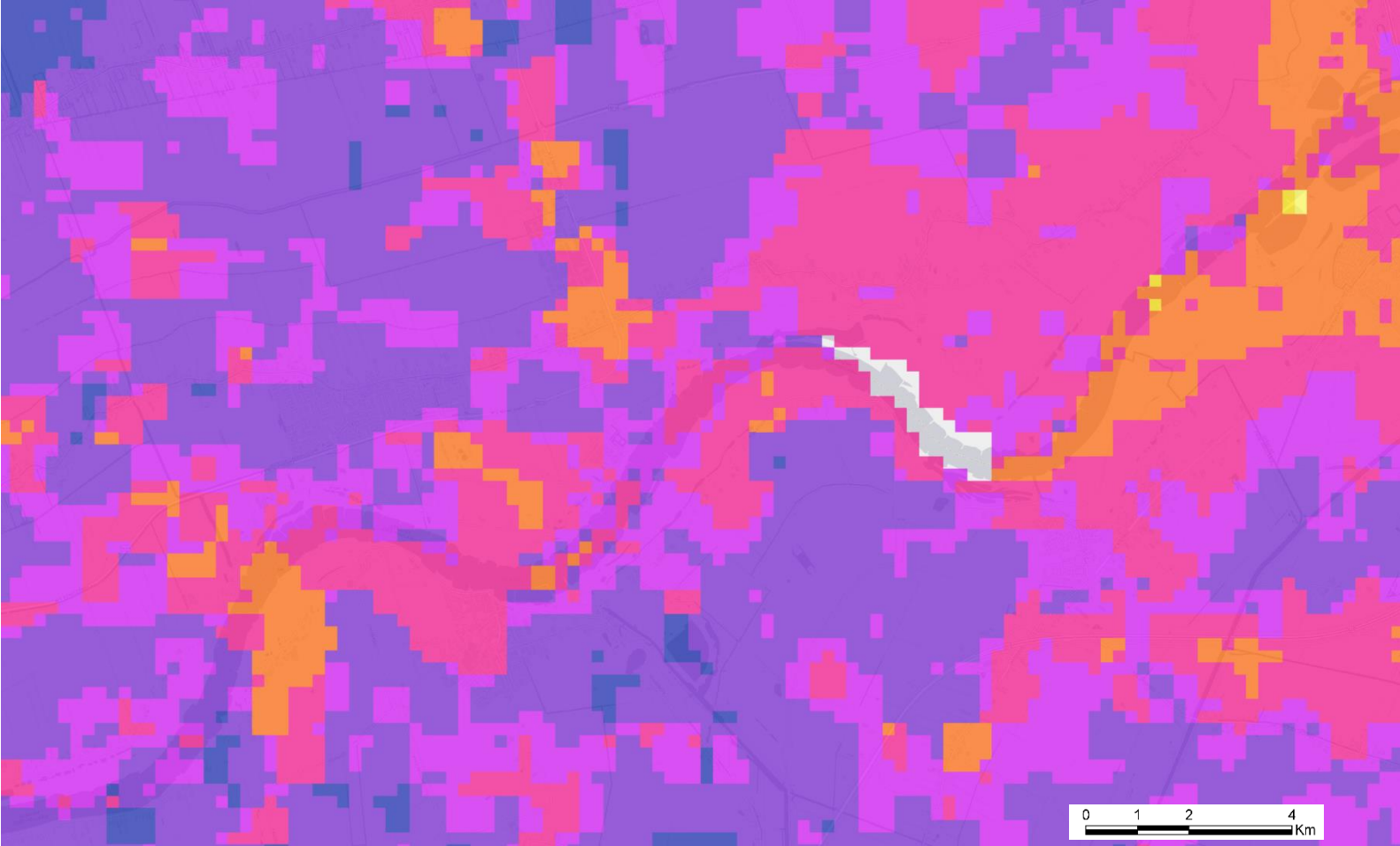
Zettingsgevoeligheid

Verschillende factoren hebben invloed op de kwaliteit van dijken en de kosten van dijkverbetering. Bestaat de ondergrond van een dijk uit klei en veen, dan zal die worden samengedrukt door het gewicht van de dijk, wat bodemdaling (zetting) veroorzaakt. Zandgronden zijn minder gevoelig voor compactie en hebben dus meer draagkracht. Voor de ‘Atlas Natuurlijk Kapitaal’ werd een draagkrachtkaart van Nederland gegenereerd. Dit is een schatting, gebaseerd op een ondergrond- en rekenmodel dat de werkelijkheid vereenvoudigt. De betrouwbaarheid daarvan neemt af naarmate de heterogeniteit van de ondergrond toeneemt. De waarden kunnen daardoor plaatselijk sterk afwijken van de werkelijkheid, zeker in een gebied dat qua ondergrond zo variabel is als het Rivierengebied.

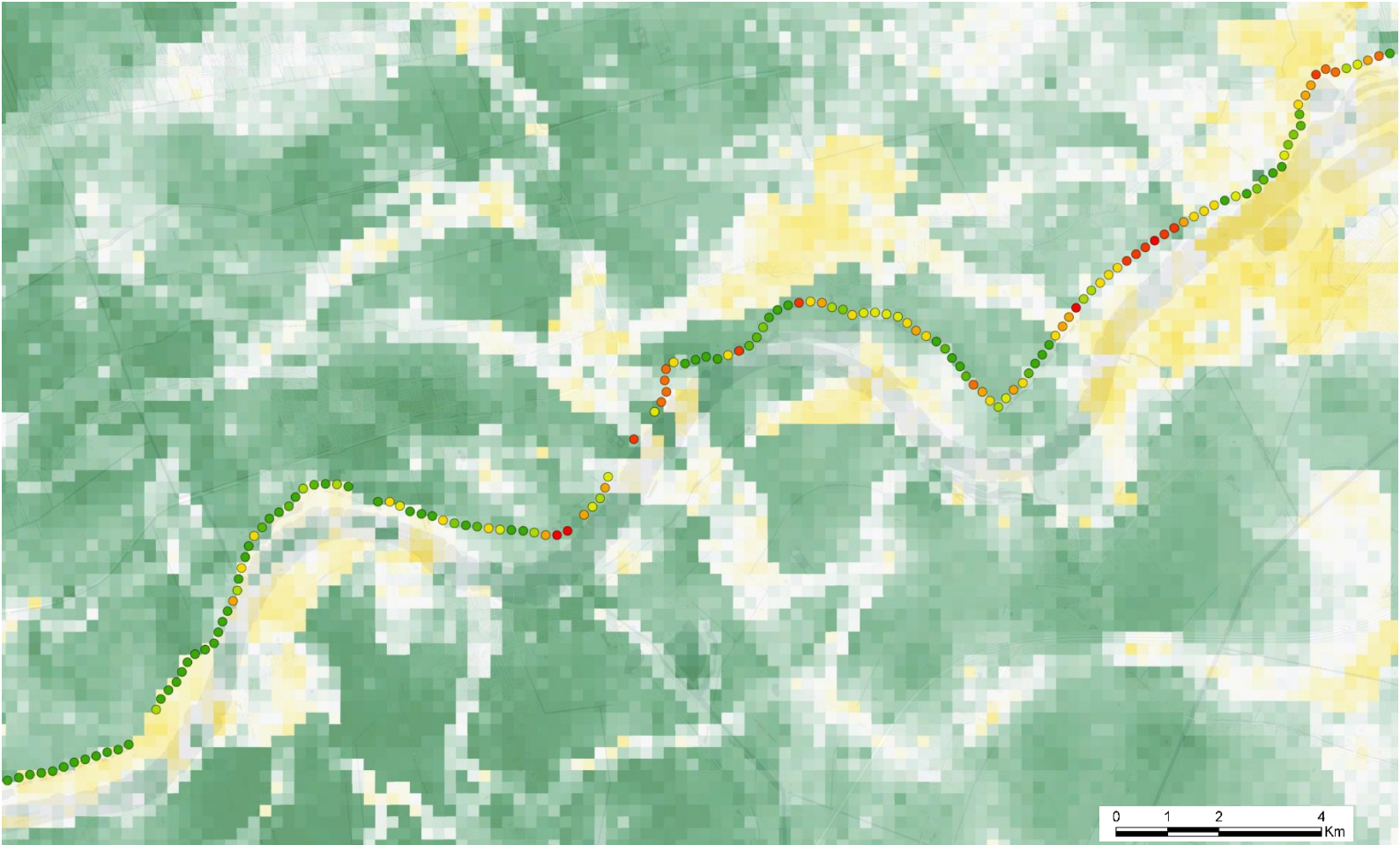
Legenda bij de kaart op pagina 14.

De draagkracht wordt uitgedrukt in de totale zetting na opbrenging van 1 m³ zand.

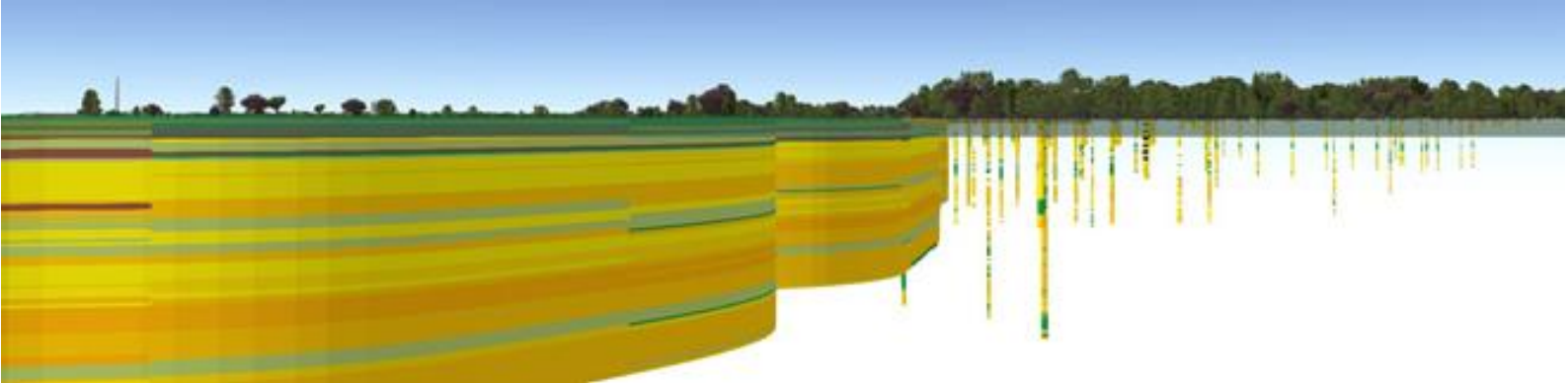
	0 - 0.001 cm
	0.001 - 0.5 cm
	0.5 - 1 cm
	1 - 10 cm
	10 - 30 cm
	30 - 50 cm
	30 - 100 cm
	> 100 cm



Draagkracht van de ondergrond op basis van de Draagkrachtkaart uit de Atlas Natuurlijk Kapitaal (Deltares, 2014).
Legenda: zie pagina 13.



Zandfractie in de bovenste 10 meter van de ondergrond, op basis van openbaar beschikbare GeoTOP gegevens (DINOloket, straks in de Basisregistratie Ondergrond (BRO)). Geel = 100% zand, groen = 100% klei. Ook toont dit kaartbeeld voor iedere dijkpaal van de noordelijke Lekdijk het risico op piping. Rood = hoog risico, groen = laag risico.



Over GeoTOP

Op basis van alle beschikbare gegevens van de ondergrond, heeft de Geologische Dienst Nederland bij TNO het GeoTOP model ontwikkeld. Dit geologische model van de ondergrond tot 50 meter onder NAP is voor iedereen beschikbaar via DINOloket (straks onderdeel van de BRO). GeoTOP benut de gegevens van de meer dan 430.000 boringen uit de DINO database. Voor het Rivierengebied is ook gebruik gemaakt van boormonsterprofielen van de Universiteit Utrecht. Daarnaast wordt GeoTOP gebaseerd op sonderingen en digitaal kaartmateriaal, zoals geologische kaarten.

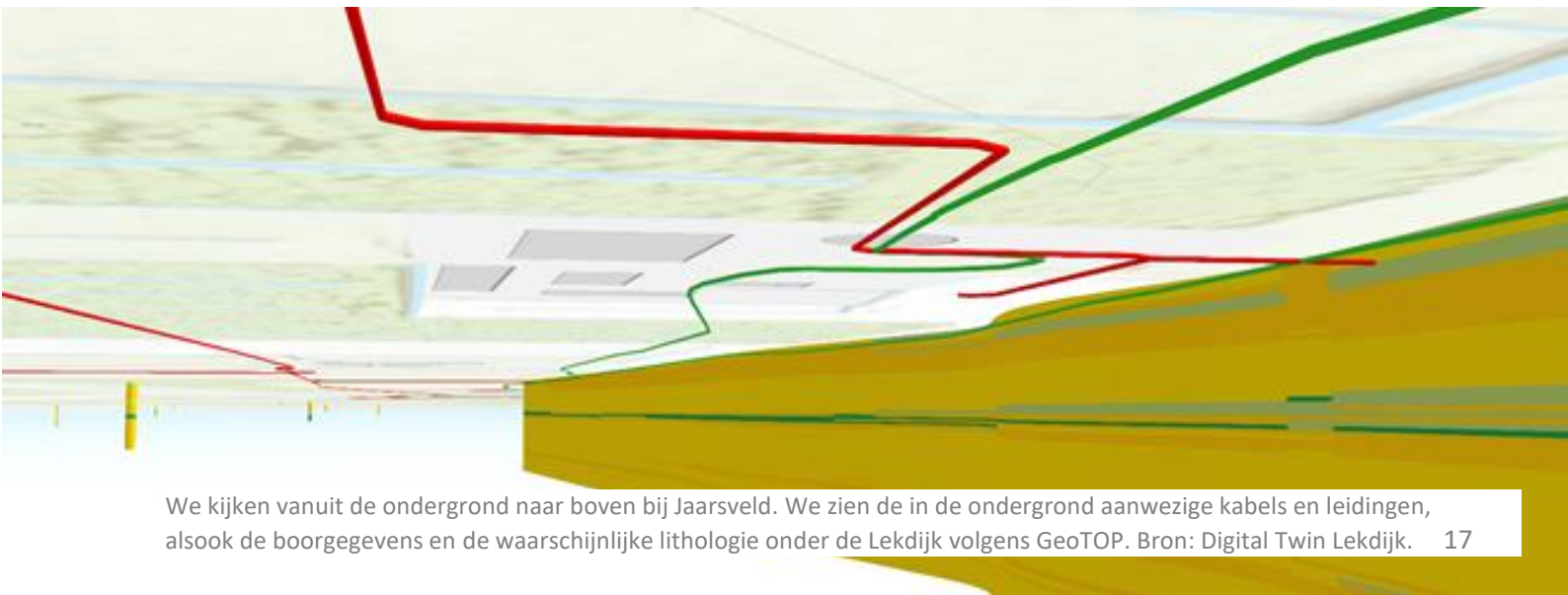
GeoTOP is een zogenaamd voxelmodel: per blokje van 100 bij 100 meter horizontaal bij 0,5 meter verticaal geeft GeoTOP aan waaruit de ondergrond waarschijnlijk bestaat. Voor heel Nederland gaat dat om honderden miljoenen blokjes! Aan elk blokje zijn geologische parameters gekoppeld, zoals de grondsoort (de lithologie), de stratigrafische eenheid en de modelonzekerheid.

De voxels in GeoTOP geven de meest waarschijnlijke lithologie weer, op basis van alle beschikbare gegevens en alle geologische kennis die over de vorming van de Nederlandse ondiepe ondergrond is verzameld. Het is belangrijk te realiseren dat GeoTOP een model is en geen absolute waarheid vertegenwoordigt. Er moet dus altijd rekening worden gehouden met een bepaalde mate van onzekerheid bij gebruik van dit model. Hoe meer boorgegevens van een bepaald gebied beschikbaar zijn, hoe groter de zekerheid van het model.

“Een 3D dataroom met geavanceerde integratie- & visualisatietools, gevoed door alle gegevens uit de Basisregistratie Ondergrond, faciliteert het nemen van de juiste beslissingen van plan- tot beheerfase.”

Martin Peersmann, Programmadirecteur Basisregistratie Ondergrond

Het GeoTOP voxel-model van TNO verdeelt de Nederlandse ondergrond in blokjes van 0,5 meter hoog en 100 meter in het vierkant, en toont waaruit elk blokje waarschijnlijk bestaat. Deze gegevens zijn voor iedereen beschikbaar (DINOloket TNO, straks opgenomen in de BRO). De zandfractiekaart (p.15) is gegenereerd door uit te rekenen en weer te geven hoeveel zand er volgens dit model in de bovenste 10 meter van de ondergrond zit. De verschillen en overeenkomsten met de draagkrachtkaart zijn opmerkelijk. Door de gegevens uit de BRO te benutten in de planfase, kan gericht worden vastgesteld op welke locaties extra grondonderzoek nodig is.



We kijken vanuit de ondergrond naar boven bij Jaarsveld. We zien de in de ondergrond aanwezige kabels en leidingen, alsook de boorgegevens en de waarschijnlijke lithologie onder de Lekdijk volgens GeoTOP. Bron: Digital Twin Lekdijk. 17

Alle gegevens die momenteel in de 3D dataroom bijeen zijn gebracht

Basisregistratie Ondergrond (BRO):

- Sonderingen
- Bodemkaart 1:50.000
- Boringen (geologisch booronderzoek)
- GeoTOP

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden:

- Historische Boringen
- Hoogte en bodemdaling Lekdijk
- Geofysisch onderzoek (elektromagnetisch en grondradar)
 - Dikte bovenste kleilaag in cm-mv
 - Dikte zandlaag in cm
 - Boringen met boorbeschrijving
 - Enkel ingemeten met EM, nauwkeurigheid lager
 - Binnen onderzoeksgebied, niet ingemeten
 - Bovenkant zand Radarmeting
 - Bovenkant zand EM meting
 - Onderzoeksgebied
 - Kaartvlakken_kleiner
- Onderzoek piping en macrostabiliteit
- Historische Objecten
- Kabels en Leidingen
- Bomen
- Dijkpalen
- Dijktracé

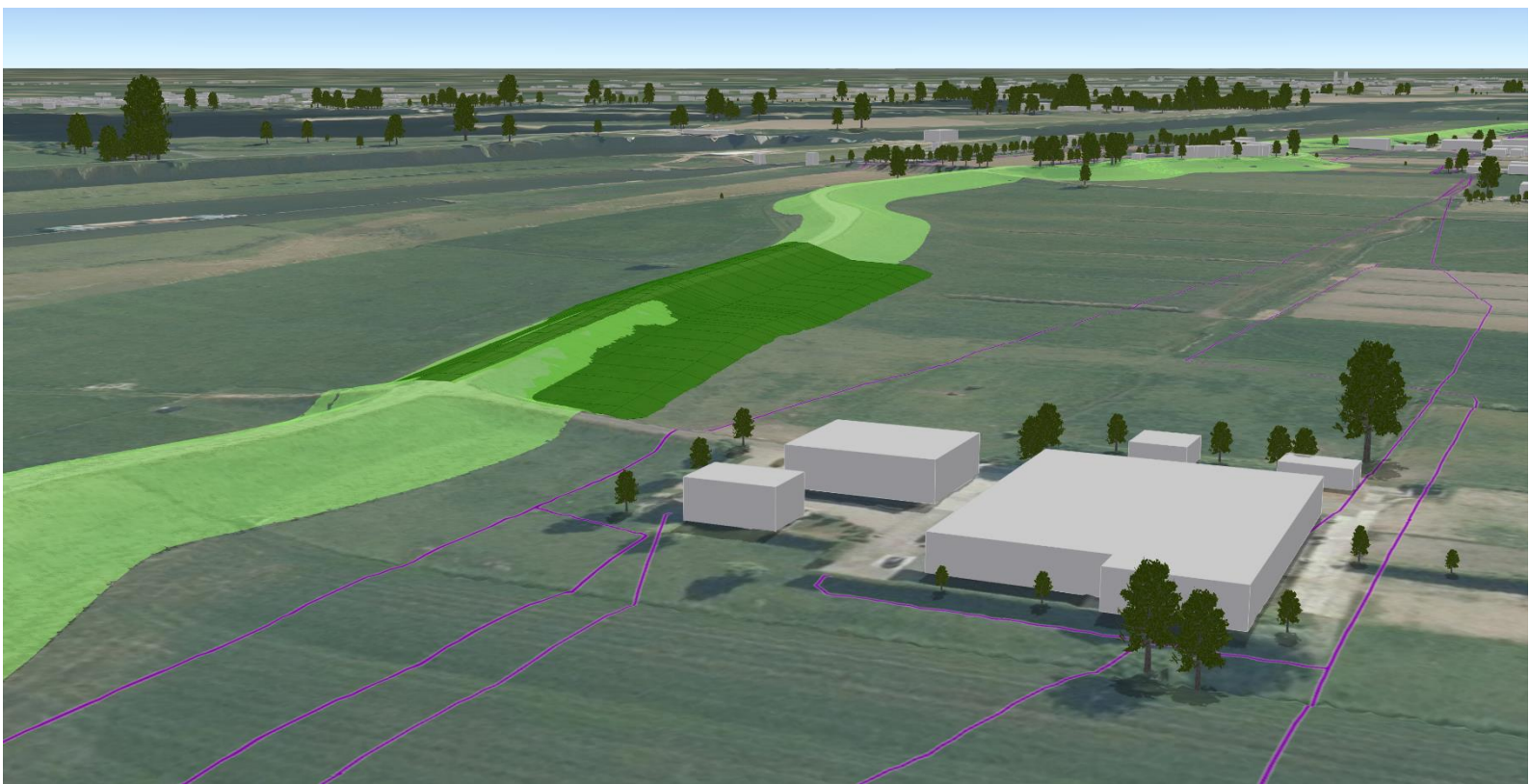
Kadaster:

- Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG) 2D
- Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT)
- Basisregistratie Kadaster (BRK)
- Luchtfoto 25 cm RGB Actueel
- Top10NL (gebouwen, wegdelen & water) 2D
- 3D kaart NL – Gebouwen

Overige bronnen:

- Archeologische verwachtingskaarten, bron: RCE
- Archeologische landschappenkaart, bron: RCE
- Topotijdreis, bron: ESRI
- Het Waterschapshuis:
 - Waterkeringen
 - Sluis
 - Schutsluis
 - Grondduiker-Sifon
 - Duiker
 - Dam / Stuw
 - Brug
 - Aquaduct
- Einddatering rivieractiviteit, bron: Universiteit Utrecht
- Berendsen Boringen Dataset, bron: Universiteit Utrecht
- 3D Dijklichaam, bron: HDSR, AHN3

Business benefits	BRO Input	Toelichting
Plannen efficiënt grondonderzoek	++	• hergebruik boringen en sonderingen • invoer boringen en sonderingen • lithologische input (GeoTOP)
Veiligheidsanalyse dijkvakken	++	• modellering lithologie • grondwaterlichamen • aanwezigheid antropogene constructies • inzet stochastisch ondergrond model TNO
Informatie ten behoeve van aanbestedingen	++	• uitvoer lithologie (opbouw ondergrond) • uitvoer geohydrologie • uitvoer antropogene constructies
Informatie benutten in ontwerpproces	++	• uitvoer lithologie • risico's beperken obv bekende typen knelpunten
Risicomanagement	+	• modellering lithologie • aanwezigheid antropogene objecten
Transparantie en participatie	+	• visualisatie ondergrond • visualisatie van data uit diverse bronnen in onderlinge samenhang • visualisatie toekomstig dijkontwerp in context
Informatie-overdracht tussen fases		• 3D dataroom faciliteert optimale informatie uitwisseling



Geometrie van het nieuwe dijkontwerp (donkergroen) geïntegreerd en gevisualiseerd in de digital twin van de Lekdijk. We zien de Lekdijk tussen Wijk bij Duurstede en Amerongen, met op de achtergrond de uiterwaarden en de rivier. In paars is aangegeven waar zich onder de grond kabels en leidingen bevinden. (Digital Twin Lekdijk)

“Niet iedereen kan even goed een platte kaart interpreteren. Dit soort visualisaties maakt het voor de mensen en óók voor onszelf duidelijker en makkelijker te begrijpen wat een (technische) oplossing aan de dijk precies betekent.”

Jannes van Hove, Omgevingsmanager

De toekomst in beeld in de *digital twin* van de Lekdijk

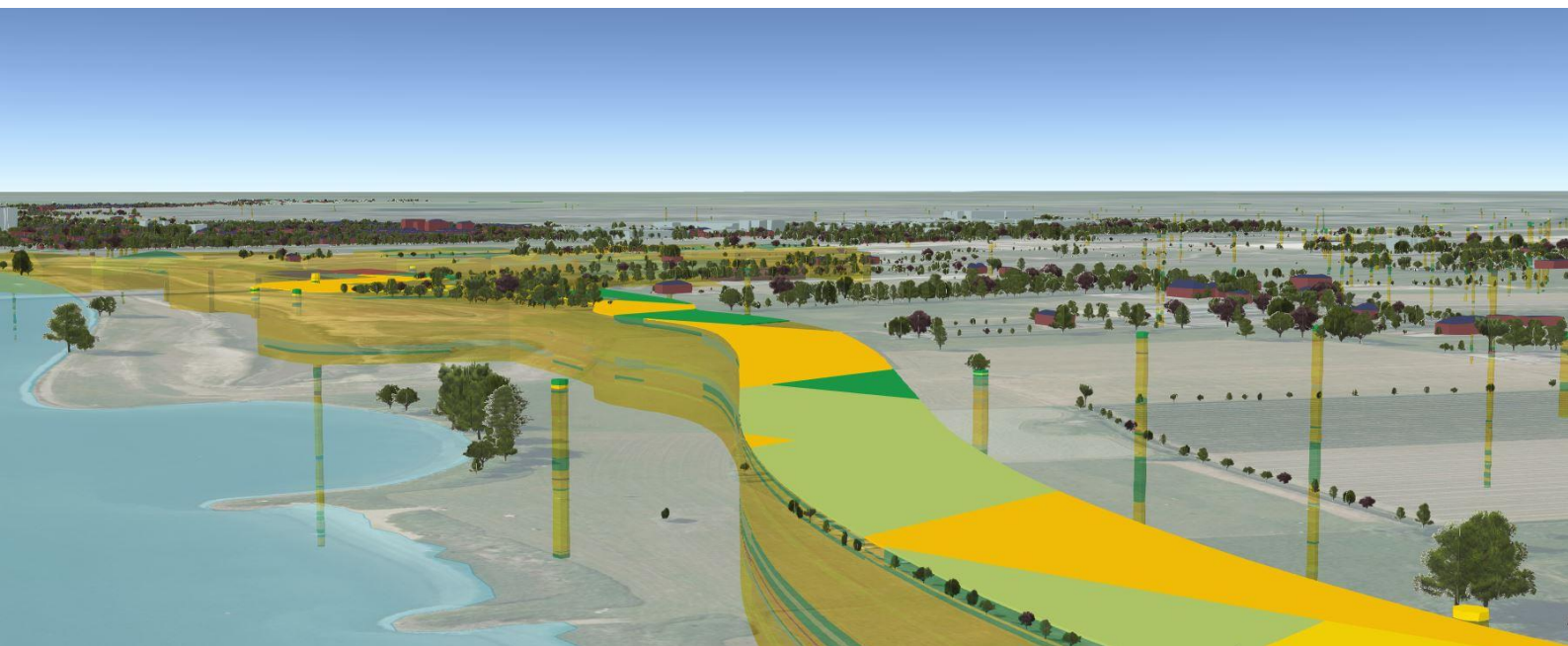
Geometrieën en andere relevante informatie uit Bouwwerk Modellen (BIM data) kunnen naadloos worden geïmporteerd in de digital twin (GIS-omgeving). Zo kunnen we de impact van voorgenomen plannen in het landschap van te voren in beeld brengen. Doordat in de digital twin alle relevante informatie in onderlinge samenhang wordt samengebracht en gevisualiseerd, komen de consequenties van de gekozen maatregelen inzichtelijker in beeld.

Belevingstechnologie maakt het bovendien mogelijk de digital twin virtueel binnen te stappen om de consequenties van gekozen maatregelen van te voren te verkennen en ervaren. Denk bijvoorbeeld aan zichtlijnen die veranderen door dijkverhoging, of toekomstige schaduwwerking. Dat helpt bij het informeren van belanghebbenden en het creëren van draagvlak. Toekomstscenario's kunnen zo al tijdens de ontwerpfase in 3D worden geëvalueerd en zo nodig aangepast.



“Door informatie over de ondergrond toegankelijk en transparant te maken, kunnen we de kansen die de ondergrond biedt beter benutten en de risico’s op de leefomgeving beter beheersen.”

Martin Peersmann, Programmadirecteur Basisregistratie Ondergrond



“We kunnen veel makkelijker inzichtelijk maken waarom waar welke maatregelen voorgesteld worden.”

Jannes van Hove, Omgevingsmanager

Links: Visualisatie van de Lekdijk bij 'Tull en Het Waal'. Gecombineerd zijn gegevens uit de Basisregistratie Ondergrond (aanwezige boorprofielen, lithologie onder het dijktracé volgens GeoTOP), gegevens van het Kadaster (3D kaart NL) en het boomregister, luchtfoto. Bron: Digital Twin Lekdijk.

Achterzijde: Blick over de Lek richting Salmsteke en Jaarsveld, op de voorgrond Ameide. Gecombineerd zijn gegevens uit de BRO (boorprofielen, locaties grondwaterputten, lithologie onder het dijktracé volgens GeoTOP), gegevens van het Kadaster (3D kaart NL), het boomregister, luchtfoto. Bron: Digital Twin Lekdijk.

Voorzijde: Blick langs de noordelijke Lekdijk naar Amerongen (bron: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden).



© Geodan, oktober 2018

in opdracht van de Stuurgroep Project Sterke Lekdijk

Voor een pdf van dit boekje, zie <https://www.geodan.nl/nl/cases/een-stevig-fundament-voor-een-sterke-lekdijk/>

De visualisaties en kaartbeelden zijn gegenereerd met behulp van software van Geodan en Esri en gebaseerd op data van het Kadaster, DINOloket (GDN, TNO), RWS, Deltares, WEnR, HERE, Garmin, INCREMENT P, USGS, METI/NASA, NGA en Esri Nederland & Community Maps Contributors.

Disclaimer:

De in deze hand-out gepresenteerde beelden zijn uitsluitend gemaakt en bedoeld voor deze hand-out.



HOOGHEEMRAADSCHAP
DE STICHTSE
RIJNLANDEN



Ministerie van Binnenlandse Zaken en
Koninkrijksrelaties



een 3D dataroom met geavanceerde integratie- & visualisatietools
faciliteert het nemen van de juiste beslissingen
van plan- tot beheerfase

