



# Nut en noodzaak digitalisering geotechniek

Onderbouwing van het belang en eerste aanzet  
roadmap met onderzoeksonderwerpen



# Nut en noodzaak digitalisering geotechniek

Onderbouwing van het belang en eerste aanzet  
roadmap met onderzoeksonderwerpen

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Werkgroep Digitalisering geotechniek</b>	<b>5</b>
2.1	Aanleiding platform Geotechniek	5
2.2	Werkgroep Digitalisering geotechniek	5
<b>3</b>	<b>Onderzoek naar behoeften en kansen</b>	<b>6</b>
3.1	Drie sporen	6
3.1.1	<i>Kaders</i>	6
3.1.2	<i>Bouwblokken</i>	6
3.1.3	<i>Verbindingen</i>	7
3.2	Rode draad: data en datatools	7
<b>4</b>	<b>Geotechniek en data</b>	<b>9</b>
4.1	Status quo	9
4.2	Inspiratie	10
4.3	Momentum	12
<b>5</b>	<b>Maatschappelijke relevantie</b>	<b>13</b>
5.1	Ondergrond en maatschappij	13
5.2	Geotechnische monitoringsdata	13
5.3	Twee voorbeelden	14
5.3.1	<i>BRO</i>	14
5.3.2	<i>AMdEX</i>	14
<b>6</b>	<b>Roadmap</b>	<b>16</b>
	<b>Colofon</b>	<b>17</b>

# 1 Inleiding

De ondergrond speelt een belangrijke rol bij grote maatschappelijke thema's zoals klimaatadaptatie, waterveiligheid, woningbouwopgave, etc. Door de steeds verdergaande digitalisering binnen de geotechniek (denk aan de Basisregistratie ondergrond, geautomatiseerd rekenen, machine learning, artificial intelligence, 3D-grond- en rekenmodellen) ontstaan kansen om die ondergrond beter te benutten. Een breed gedragen roadmap voor digitalisering vanuit kennisinstellingen, bedrijfsleven en overheid is noodzakelijk om deze ontwikkeling zo efficiënt mogelijk samen op te pakken en zal richting geven voor onderzoeksopdrachten op het gebied van digitalisering van geotechniek.

Dit document beschrijft een eerste eenvoudige roadmap voor digitalisering in de geotechniek. Hierbij wordt ingegaan op de keuze voor de eerste onderzoeksopdrachten om te bepalen of monitoringsdata over grondgedrag herbruikbaar is.

In de navolgende hoofdstukken zijn de volgende onderdelen uitgewerkt:

- [HOOFDSTUK 2](#) vertelt kort de ontstaansgeschiedenis van de werkgroep Digitalisering geotechniek.
- [HOOFDSTUK 3](#) laat zien waar de sector behoefte aan heeft en waar kansen liggen: data is de rode draad.
- [HOOFDSTUK 4](#) gaat dieper in op data en de relatie met het vakgebied geotechniek.
- [HOOFDSTUK 5](#) toont aan dat hergebruik van data een belangrijke maatschappelijke relevantie heeft.
- [HOOFDSTUK 6](#) beschrijft de roadmap en eerste onderzoeken.

## 2 Werkgroep Digitalisering geotechniek

### 2.1 Aanleiding platform Geotechniek

Het platform Geotechniek is sinds de zomer van 2020 een plek waar betrokken professionals vanuit het bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheid samenkomen om kennis te delen, ervaringen uit te wisselen en stappen te zetten. Door ontwikkelingen en mogelijkheden gezamenlijk te bespreken en oplossingsruimtes te verkennen, leren de stakeholders elkaar beter begrijpen. De projecten die voortkomen uit dit platform leiden tot (kennis)producten en bewustwording.

Een van de aanleidingen voor het oprichten van het platform was de sterke behoefte van de sector om het werkprogramma Geo-Impuls een vervolg te geven. Vijf jaar lang zette dit programma geotechniek op een positieve manier in de schijnwerpers. De behoefte hieraan is gebleven en het COB heeft hieraan gehoor gegeven, in samenwerking met CROW, het Ministerie van BZK, Rijkswaterstaat en KIVI Geotechniek. Een andere recente ontwikkeling die meespeelde, is het tot stand komen van de Basisregistratie ondergrond (BRO) waardoor sinds kort goed gedocumenteerde digitale XML-formats beschikbaar zijn voor boringen, sonderingen, laboratoriumonderzoek en grondwaterstand-meetreeksen.

Geotechniek is een breed vakgebied. Het vormt de basis voor elk bouwproject en heeft invloed op het succesvol realiseren en onderhouden van gebouwen en infrastructuur. Geotechniek gaat bijvoorbeeld over het ontwerpen en realiseren van bouwputten en funderingen. Ook grondonderzoek en grondverbetering horen erbij. Daarnaast overlappen aspecten van geotechniek met die van bovengronds bouwen, zoals gebiedsontwikkeling, waterveiligheid, bodemdaling, monitoring, risicomanagement en omgevingsmanagement. Het platform Geotechniek is een plek om ontwikkelingen op al deze gebieden te volgen én nieuwe ontwikkelingen op gang te brengen.

### 2.2 Werkgroep Digitalisering geotechniek

In samenspraak met de geotechnische community zijn vanuit het platform Geotechniek drie onderwerpen benoemd om op te pakken: kansen en risico's, aanpak bodemonderzoek en digitalisering. Er werden werkgroepen gevormd om gezamenlijk invulling te gaan geven aan deze onderwerpen.

De werkgroep G501 Digitalisering geotechniek werd opgericht, omdat digitalisering veel kansen biedt voor het vakgebied. In het recente verleden hebben al een aantal activiteiten plaatsgevonden op dit snijvlak:

- [GEOLIB](#), een impuls van meer dan twintig bedrijven om samen met Deltares de bestaande D-serie geschikt te maken voor geautomatiseerd rekenen.
- [KIVI Geotechniek](#) heeft reeds twee keer een lezingenavond rond het thema digitalisering gehad om aandacht te geven aan en noodzaak tot digitalisering te onderschrijven.
- Er zijn diverse geotechnische bedrijven die digitale ontwikkelingen initiëren en publiceren met als meest in het oog springend de [Cobouw Digitalisering Award](#) die CRUX in 2021 heeft gewonnen.

Een mogelijke verklaring waarom dit soort ontwikkelingen juist vanuit geotechniek ontstaan, is de grote mate van onzekerheid waarmee de geotechnisch adviseur te maken heeft. Kunnen omgaan met onzekerheden (of kansen) betekent open willen staan voor alternatieven en nieuwe ideeën. Digitalisering biedt hiertoe enorm veel kansen.

Op een paar gemeenschappelijke initiatieven na is elk bedrijf zelf aan het onderzoeken wat digitalisering van de geotechniek gaat betekenen. Veel van deze kennisontwikkeling ligt in het publieke domein en is daarmee zeer geschikt om gezamenlijk op te pakken. De COB-werkgroep heeft daarom als doel om de algemene kennis rondom digitalisering bij elkaar te brengen, gezamenlijk te onderzoeken en beschikbaar te maken.

## 3 Onderzoek naar behoeften en kansen

Het onderzoek naar behoefte en kansen is verdeeld over drie sporen met kansrijke richtingen voor verder onderzoek. De resultaten hebben als basis gediend voor de huidige roadmap en het uiteindelijk gestarte onderzoekstraject.

### 3.1 Drie sporen

#### 3.1.1 Kaders

Het spoor 'Kaders' is gericht op de geotechnische gemeenschap en de manier waarop deze zich op het gebied van digitalisering optimaal kan ontwikkelen.

##### 1. Community

Met een community wordt bedoeld een groep van geotechnici die binding hebben met de digitalisering van de geotechniek en die samen werken aan het breder toepassen daarvan. De community kan zelfstandig opereren als een open netwerk, maar kan ook vanuit een bestaande organisatie zoals COB of KIVI Geotechniek worden ondersteund. Het GEOLIB-initiatief van Deltares (zie [HOOFDSTUK 1](#)) is een voorbeeld van een community met meerdere doelen.

##### 2. Communicatie en inspiratie

Voor veel collega's in de geotechniek is digitalisering een onduidelijk begrip. Dit komt voor een deel doordat onduidelijk is welke kansen digitalisering biedt voor het vakgebied. Een roadshow met meerdere uitgewerkte voorbeelden zou een eerste stap kunnen zijn om mensen vertrouwd te maken met digitalisering. Hiervoor zou een communicatieplan over de rol van digitalisering in de geotechniek kunnen worden opgesteld.

##### 3. Marktwerking

Bij digitaliseringvraagstukken is er een balans tussen publieke en commerciële ontwikkelingen. Voor commerciële partijen is het van belang om met kennisinstellingen (ondersteund door gemeenschaps-geld) af te spreken tot welk niveau de publieke ontwikkelingen gaan en waar de commerciële partijen aan zet zijn. Dit zorgt ervoor dat commerciële partijen gericht kunnen investeren zonder het risico dat hun investering teniet wordt gedaan door de beschikbaarheid van met publieke middelen ontwikkelde tools. Dit onderwerp is meer een randvoorwaarde dan een kans.

#### 3.1.2 Bouwblokken

Het spoor 'Bouwblokken' is vooral gericht op de technische kant van digitalisering. Welke technische componenten zijn nuttig om in het gezamenlijke domein te gaan ontwikkelen? Voorbeelden kunnen zijn:

##### 1. Digitalisering binnen het normeringstelsel

De toepassing van geautomatiseerd rekenen zal in de komende jaren een vlucht nemen en biedt de mogelijkheid om veel meer berekeningen uit te voeren dan nu het geval is. Dit zou bij goed gebruik een verlaging van het risicoprofiel moeten gaan geven. Welke mogelijkheden biedt de Eurocode om dit voordeel te effectueren? Of welke regels of kennis ontbreken in de Eurocode op dit gebied? Moeten we naar gevalideerde software en gestandaardiseerde invoer- en outputfiles met een gestandaardiseerde digitale beslisboom voor het uitvoeren van berekeningen, welke eisen moeten we stellen om de juistheid van de schematisatie van de ondergrond en berekeningen aan te tonen voordat een definitief ontwerp kan worden goedgekeurd? Een afstudeerder zou als voorbeeld een paar cases kunnen uitwerken om te analyseren waar de kansen en valkuilen liggen.

##### 2. R&D-programma

Er zijn onderwerpen en vraagstellingen op het gebied van digitalisering te definiëren die het huidige kennisniveau ontstijgen. Deze zijn mogelijk wel van groot belang bij het verder profiteren van de voordelen van digitalisering in de geotechniek. Hiervoor kan een R&D-programma worden opgesteld dat door kennisinstellingen verder wordt gebracht. De huidige initiatieven zouden moeten worden geïnventariseerd en worden uitgebouwd met thema's die uit het platform Geotechniek volgen.

### 3. Betrouwbaarheid ondergrondmodel

De beschikbaarheid van ondergronddata leidt tot de vraag hoe betrouwbaar het grondmodel is dat hiermee gemaakt wordt, hoe goed we de afgeleide parameters kennen en op welke wijze de betrouwbaarheid verbeterd kan worden. Zouden nieuwe technieken zoals machine learning (ML) en/of artificial intelligence (AI) kunnen helpen om te komen tot een hogere betrouwbaarheid van het ondergrondmodel? Hoe kunnen we eenduidig in 3D bepalen wat de betrouwbaarheid is van een ondergrondmodel voor de 'zone of influence', zodat we deze gericht kunnen verbeteren met grondonderzoek? Welke minimale betrouwbaarheidseisen stellen we aan een ondergrondmodel voordat een definitief ontwerp kan worden goedgekeurd en we maatschappelijke gelden uitgeven?

#### 3.1.3 Verbindingen

Het spoor 'Verbindingen' heeft als doel om verbindingen van informatiestromen te faciliteren.

##### 1. Standaardisatie formats

Bij ontwikkelingen die door het gehele werkveld plaatsvinden, is het nuttig om afspraken te maken over de formats die gehanteerd worden, zodat communicatie en uitwisselbaarheid vereenvoudigd wordt. Niet alleen wanneer we binnen de geotechniek gegevens uitwisselen, maar ook voor de disciplines waar wij als toeleverancier acteren. Illustratieve voorbeelden zijn de GEF-standaard voor datafiles en inmiddels ook het XML-format, maar ook de opzet en leesbaarheid van softwarecode en beslisbomen die zijn gevolgd om tot een rekenmodel te komen.

##### 2. Monitoring- en ervaringsdatabase

Monitoringsgegevens worden op dit moment vrijwel niet structureel bewaard en centraal opgeslagen. Terwijl deze data net als bodemonderzoek veel zegt over de ondergrond. Om goed gebruik te kunnen maken van gegevens, is het van belang om deze structureel te verzamelen en op te slaan. Zeer wenselijk is het om, naar voorbeeld van de BRO, een ervaringsdatabase te definiëren waarin projectdata en gegevens opgeslagen kunnen worden, zodat feedback-loops voor de ontwerp- en uitvoeringsketen mogelijk worden. Dit kan mogelijk worden gedaan door oude projecten te analyseren, maar vooral door een standaardmethode te bedenken voor het opslaan van gegevens. Deze data kan mogelijk met nieuwe inzichten die in der loop der tijd ontstaan ook op nieuwe manieren geïnterpreteerd worden.

Omdat digitalisering een geheel nieuw onderwerp betreft, is de werkgroep gestart met onderzoeken van behoeften en kansen. Periodiek zijn de resultaten van het onderzoek in een platformbijeenkomst gepresenteerd voor feedback van de community. Uiteindelijk heeft dit geleid tot een eenvoudige roadmap van digitalisering met een eerste onderwerp van onderzoek. Dit hoofdstuk gaat in op de zoektocht en de uiteindelijke roadmap.

## 3.2 Rode draad: data en datatools

Het in korte tijd gegenereerde overzicht van onderwerpen voor digitalisering geeft aan dat het aantal onderzoeksrichtingen groot is. Een rode draad in alle onderwerpen is data, en dan met name data over eigenschappen van de bodem. Binnen de geotechniek is data-interpretatie een belangrijk vaardigheid en nu meer databronnen beschikbaar komen, wordt data-interpretatie belangrijker en ontstaan kansen voor digitalisering.

Dat algemene data omgezet kan worden in waarde, is in het verleden aangetoond door DinoLoket. De daaruit voortvloeiende [Basisregistratie ondergrond \(BRO\)](#) is een van de meest toegankelijke databronnen voor informatie over de ondergrond voor de geotechnische en geohydrologische gemeenschap. In de BRO staan al diverse bodemonderzoekgegevens en deze database zal de komende jaren worden uitgebreid met nieuwe onderzoeksgegevens. Daarnaast zorgt het wettelijke karakter van de BRO dat de data maximaal wordt benut.

Door vanuit het vakgebied na te gaan welke informatie of datatools interessant en geschikt zijn om te gebruiken in de dagelijkse praktijk zal de kans groter worden dat de toepassing ook daadwerkelijk plaatsvindt. Juist hier wil de werkgroep op inspringen door de behoefte van zowel de BRO als de gebruikers samen te brengen.

### **Nieuwe datatools**

Binnen de geotechniek zijn vele tools beschikbaar om allerlei verschillende data te analyseren en om te zetten naar informatie. Omdat er steeds meer data beschikbaar komt en de digitale ontwikkelingen snel gaan, wordt het mogelijk dit soort datatools uit te breiden, te vergroten of te gaan koppelen. Vanuit de georisicomanagementgedachte (GEORM) is het wel wenselijk om de kennis die nodig is voor het analyseren en interpreteren van de data conform uniforme afspraken te doen, zodat een voorspelbare methode ontstaat voor data-analyse. In het verleden hebben dit soort initiatieven eerder plaatsgevonden en de recente GEOLIB is ook een voorbeeld van de gezamenlijke ontwikkeling van datatools.

De eerste serie nieuwe datatools waarmee de werkgroep wil starten, is laaghangend fruit dat óf aangepast en uniform wordt gemaakt óf een eenvoudige analyse is.

### **Uitbreiding databronnen**

Ook kan gedacht worden aan tools die ondersteunend zijn voor het tweede thema, de uitbreiding van data. De BRO is voornamelijk opgebouwd uit data die voortkomt uit bodemonderzoek. Vanuit het vakgebied is tevens behoefte aan andere vormen van data, zoals monitoringsdata of interpretatiedata. Monitoringsdata kunnen een bepaald gedrag van een bodemlaag weergeven, wat mooi aansluit bij de vervangings- en renovatieopgave die eraan gaat komen. Denk hierbij aan satellietmetingen die landelijk de kruip van bodem bepalen of een uitgebreider zettingsgedrag van de bodem vanuit zakbaakgegevens van projecten. Daarnaast is meerwaarde te creëren in de vorm van betrouwbare voorspellingen op basis van historische trillings- en vervormingsmetingen door heien en trillen.

Bij het beschikbaar komen van meer monitoringsdata wordt data-analyse nog belangrijker voor de geotechnische adviseur. Als uit vervolgonderzoek blijkt dat monitoringsdata herbruikbaar is, kan een nieuw onderzoeksvoorstel zich richten op deze data-analyses, zoals lokale proevenverzamelingen op basis van geografische en geologische indeling met behulp van ruwe data.



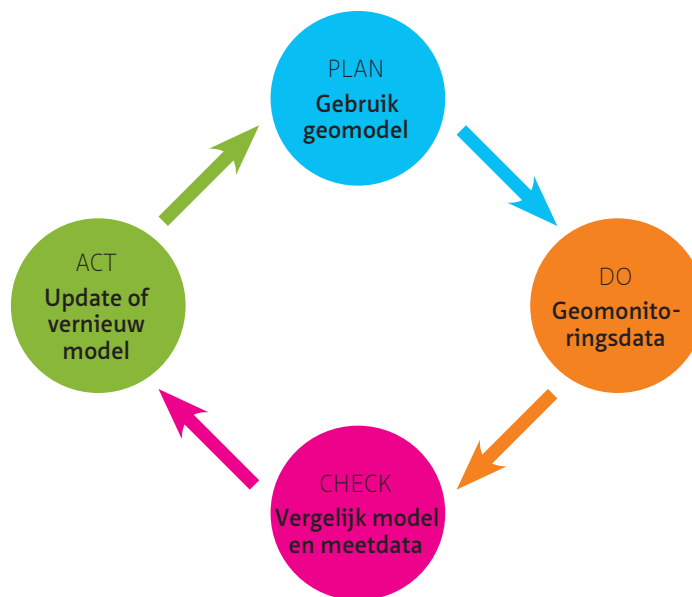
## 4 Geotechniek en data

In dit hoofdstuk wordt toegelicht dat data belangrijk is voor het vakgebied geotechniek. In het verleden zijn al initiatieven geweest om data op te slaan en te hergebruiken, maar deze waren niet altijd succesvol. Door de technologische ontwikkeling is het interessant om opnieuw naar bepaalde databronnen te gaan kijken.

### 4.1 Status quo

Stel een vraag aan vijftien geotechnische adviseurs en je krijgt vijftien verschillende antwoorden. Initieel lijkt dit vreemd, maar wie enige kennis van het vakgebied heeft, weet dat geotechniek synoniem is aan onzekerheden en het moeten doen van aannamen. De inzet van empirie loopt door het gehele ontwerpproces en begint al bij het interpreteren van sonderingen. De bodemopbouw en het gedrag van de ondergrond zijn (mede door gebrek aan voldoende gedegen grondonderzoek) grote onzekerheden in het ontwerpproces en leiden tot het moeten maken van keuzes.

Goede monitoring kan helpen deze keuzes te valideren. Door het ontbreken van eisen op dit gebied gebeurt dit lang niet altijd of onvoldoende, waardoor het opbouwen van relevante ervaring in het grondgedrag niet plaatsvindt. In projecten wordt afhankelijk van de mechanismen soms wel monitoringsdata gebruikt om volgens het plan-do-check-actprincipe ervaring uit monitoringsdata te gebruiken om de projectuitgangspunten aan te passen.



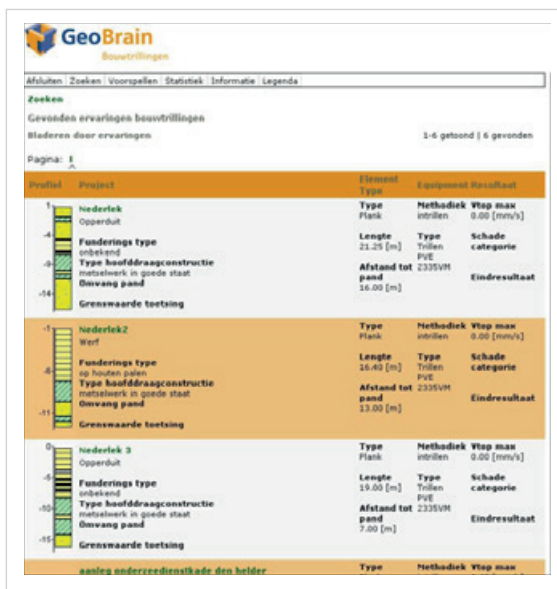
Figuur 4.1 / Plan-do-check-actcirkel geeft de cruciale functie van monitoringsdata aan.

Deze (ervaring)data is dus in potentie een zeer belangrijke informatiebron voor geotechnisch ingenieurs. De technische middelen om structurele verbeterstappen te zetten op het gebied van monitoring dienen zich nadrukkelijk aan. IoT (*internet of things*) sensoren worden steeds goedkoper en beter inzetbaar, zeker ook voor geotechnische toepassingen. Databases in de cloud maken het mogelijk om deze sensordata efficiënt en eenvoudig toegankelijk op te slaan en te ontsluiten. Deze ontwikkelingen bieden ongekende kansen voor geotechnisch ingenieurs om de ervaringscurve te laten groeien en onzekerheden in het vakgebied drastisch te verkleinen. Deze ontwikkelingen gaan met name de monitoring van grondgedrag aanzienlijk helpen, is de verwachting. Hoe deze data zou moeten worden opgeslagen om deze structureel te kunnen hergebruiken, is op dit moment niet duidelijk.

## 4.2 Inspiratie

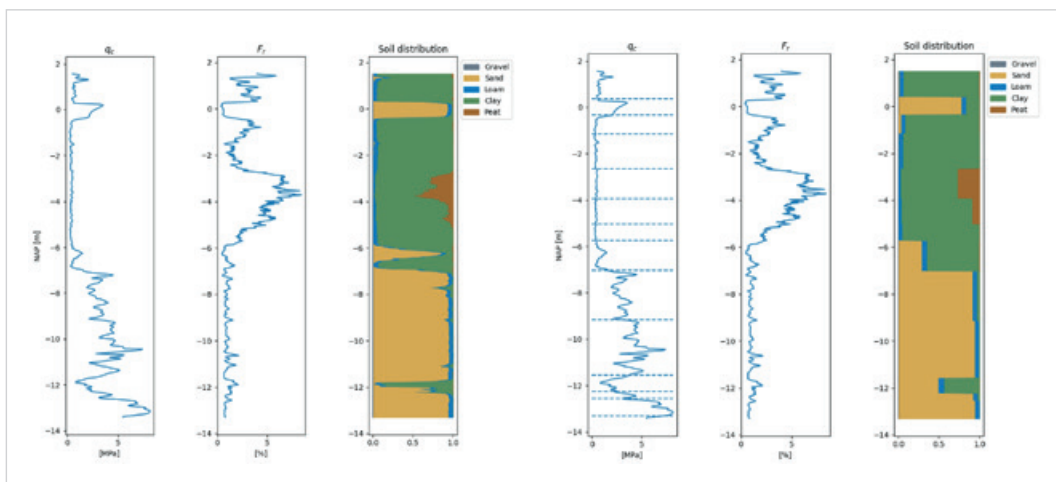
In het vakgebied geotechniek zijn een aantal kenmerkende voorbeelden beschikbaar waarbij wel structureel ervaringsdata wordt verzameld, verwerkt en gebruikt voor verbetering van het ontwerp en uitvoering. In deze paragraaf worden een aantal hier – uit het verleden, heden en met een grote potentie voor toekomst – nader behandeld.

Op het gebied van trillingspredicties is de [database van IFCO Funderingsexpertise](#) een bekend voorbeeld. IFCO verzamelt al meerdere decennia data van monitoring van trillingen en is daarmee in staat om trillingspredicties op basis van de data uit te voeren. In het kader van Delft Cluster-programma [GeoBrain](#) is in 2006 getracht branche-breed eenzelfde model te realiseren. Naast het verzamelen van data, beschikt GeoBrain over een op AI gebaseerde raadpleegtool, om de kans op trillings schade te voorspellen. Deze tool wordt in de praktijk slechts beperkt tot niet gebruikt. Concluderend kan worden gesteld dat het idee van GeoBrain nog altijd zeer goed en meer dan actueel is, maar dat het moment van introductie te vroeg kwam. Nu we ca. vijftien jaar verder zijn, is de slagingskans voor het opzetten en uitvoeren van een dergelijke database en tool aanzienlijk gestegen, vooral als deze gekoppeld wordt aan een wettelijke verplichting in de wet BRO.



Figuur 4.2 / Impressies GeoBrain.

CEMS laat zien dat de BRO zeer goed gebruikt kan worden voor het ontwikkelen van een machine-learning-classificeringsmodel van sonderingen. Het is getraind met boringen en sonderingen die op minder dan zes meter van elkaar zijn uitgevoerd. Uit de BRO zijn op deze wijze initieel ca. 1800 koppels beschikbaar. Met het getrainde ML-model kunnen nieuwe sonderingen automatisch worden geïdentificeerd, een algoritme maakt vervolgens het flexibel groeperen van de grondlagen mogelijk. Bovendien wordt iedere maand het model opnieuw getraind met nieuwe beschikbare informatie. Op de site van CEMS wordt het [model nader uitgelegd](#) en worden illustratieve voorbeelden gegeven van de manier waarop deze functionaliteit in nieuwe tools en geautomatiseerde ontwerprocessen wordt gebruikt.



Figuur 4.3 / Interpretatie op basis van ML-model en groeperen van grondlagen. (Beeld: cemsbv.io)

De Spaanse start-up [SAALG Geomechanics](#) biedt een cloud based dienst, gebaseerd op de principes van de observatiemethode (observational method), waarmee de monitoringsdata van een project gekoppeld wordt aan FEM-ontwerpmodellen om de effecten van de volgende bouwfasen te voorspellen. Monitoringsdata wordt hiermee een sturend onderdeel van het uitvoeringsproces, wat een stap verder is dan het structureel verzamelen en vastleggen van geotechnisch monitoringsdata na afloop van een project. Deze dienst, met verkoopargumenten als 'minimaliseren van risico's' en 'voorkomen van over-dimensioneren', laat uitstekend de potentie zien van het optimaal gebruiken van geotechnische monitoringsdata in projecten.

Op het gebied van geotechnische monitoring zijn er nog meer casussen aan te geven die kansrijk zijn om op te nemen in een centrale database. Hierbij valt te denken aan:

- Horizontale vervormingen bij ophogingen
- Dissipatie van wateroverspanningen bij ophogingen
- Zettingsmetingen bij ophogingen
- Zakkingsmetingen bij grondwaterstandverlagingen
- Paalproefbelasting
- Vervormingen van kerende wanden
- Vervormingen van gewapende grondlichamen
- Vervormingen van paalmatrasystemen
- Vervormingen van waterkeringen (dijken)
- Vervormingen van binnenstedelijke kademuren
- Kwaliteitsmetingen van houten funderingselementen
- Geluidsmetingen bij funderingswerkzaamheden
- Vervormingen bij het inbrengen van funderingselementen

### 4.3 Momentum

In [PARAGRAAF 4.2](#) is aangegeven dat GeoBrain een zeer goed initiatief is geweest, echter achteraf blijkt dat dit initiatief zijn tijd te ver vooruit was. Nu we vijftien jaar verder zijn, zitten we als bouwbranche midden in de digitaliseringsgolf, waarbij de BRO de waarde laat zien van het gestructureerd en systematisch opslaan van ondergronddata. Daarbij zijn vele, zo niet alle, aan de bouw gerelateerde bedrijven actief met het thema digitalisering en herkennen ondertussen dat, door samenwerking op dit vlak, we elkaar kunnen helpen en versterken zonder dat het ten koste gaat van het onderling onderscheidend vermogen en daarmee de concurrentie. Het momentum wordt meer dan gevoeld bij alle aangesloten bedrijven om BRO/ GeoBrain-achtige databases branche-breed te initialiseren en te vullen. Overeenkomstig alle softwareontwikkeling vergt dit initieel een relatief grote investering, maar zal dat zich op termijn meer dan uitbetalen.

De BRO, gekoppeld aan een wettelijke verplichting, laat ook zien dat het beheer van een database door een onafhankelijke partij uitstekend werkt, waarbij de BV Nederland hieraan bijdraagt, maar ook de digitale vruchten van plukt door het gebruik van de data in nieuwe bedrijfstoepassingen en -modellen. Het algemeen bewustzijn van de waarde van data is inmiddels ook dusdanig groot dat het geen nadere toelichting behoeft dat moet worden voorkomen dat deze rol wordt ingenomen door een 'big tech'-bedrijf.

## 5 Maatschappelijke relevantie

In dit hoofdstuk wordt toegelicht dat de maatschappelijke relevantie om geotechnische data te bewaren en te ontsluiten groot is. Een tweetal externe voorbeelden worden gebruikt om dit aan te tonen.

### 5.1 Ondergrond en maatschappij

Een van de grote technische opgaven voor civieltechnisch Nederland is om de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van onze infrastructuur vandaag en in de toekomst te borgen. Onze infrastructuur is een van onze economische pijlers en fundering voor de brede welvaart in ons land. Infrastructuur verbindt de maatschappij: het spoor, de wegen, waterkeringen, civieltechnische kunstwerken, havens, energie- en drinkwatervoorziening, ondergrondse infrastructuur en communicatie. Ze dragen bij aan ons vestigingsklimaat en onze economie. Het CBS schat in dat die bijdrage zo'n 12-14% van het BBP betreft. Onze infrastructuur heeft grote impact op de kwaliteit van leven en maken ons land een van de meest competitieve economieën ter wereld.

De beschikbaarheid van bestaande en het bouwen van toekomstige infrastructuur worden in grote mate bepaald door het gedrag van de ondergrond. De ondergrond en onze infrastructuur zijn onderhevig aan verandering, door intensiever gebruik, verzilting, vervuiling, bodemdaling en klimaatverandering. Bovengenoemde factoren beïnvloeden toekomstige investeringen in de orde van tientallen miljarden euro's. Uitval van bestaande infrastructuur leidt tot grote maatschappelijke kosten en overlast. Nieuwe infrastructuur realiseren gaat gepaard met grote investeringen en is tijdrovend. Projecten zijn vaak duurder dan nodig door onnodige veiligheidsmarges en/of hebben te maken met vertraging, imagoschade en faalkosten, die voor een groot deel veroorzaakt worden door de onderschatte onzekerheden in de ondergrond. Dit heeft veel te maken met gebrek aan data of gedegen grondonderzoek. Het is daarom tijd om als geotechnische gemeenschap eisen te stellen binnen de geotechnische ontwerpnorm aan de maximale toegestane onzekerheden met betrekking tot de ondergrond (of het ondergrondmodel van het invloedsgebied) voordat een definitief ontwerp kan worden goedgekeurd.

### 5.2 Geotechnische monitoringsdata

Geotechnische monitoringsdata heeft natuurlijk met name waarde voor de professional die gebruikmaakt van de data. Door middel van metingen wordt het macro-gedrag van de ondergrond vastgelegd, oftewel het gedrag van de (slappe) Nederlandse bodem en de interactie met infrastructuur en constructies. Het macro-gedrag, in combinatie met de feitelijke data, kan worden gebruikt om de ondergrond beter te beschrijven, dan wel de gebruikte modellen te valideren en te verbeteren. Het verbeteren van modellen is natuurlijk geen doel op zichzelf, maar wanneer de modellen beter voorspellen, kan infrastructuur beter, efficiënter en met minder risico's worden ontworpen, gebouwd en onderhouden. Dit leidt ertoe dat de maatschappelijke kosten van onze fysieke leefomgeving kan worden verlaagd, de hinder en overlast voor de omgeving worden gereduceerd en de impact op het milieu wordt verkleind.

Ten aanzien van verschillende thema's leidt het verzamelen van geotechnische monitoringsdata en het centraal vrij beschikbaar maken hiervan in een eenduidig gedefinieerd digitaal format, tot een significante verbetering:

- De weerbaarheid (resilience) van bestaande Nederlandse fysieke infrastructuur neemt toe. Door verdere kennis en technologie te ontwikkelen, wordt onnodige uitval voorkomen en blijven de gevolgen bij verstoringen beperkt.
- Het realiseren van nieuwe infrastructuur gaat sneller, duurzamer en efficiënter: reductie faalkosten, CO<sub>2</sub>-uitstoot, ontwerp- en bouwtijd en hinder voor de omgeving.
- De levensduur van onze waterbouwkundige en geotechnische constructies wordt beter benut en verlengd.

- Het is mogelijk meer doelmatig te investeren in toekomstige infrastructuur en beheer en onderhoud van bestaande infrastructuur.
- Infrastructuur kan beter klimaatbestendig en robuust gemaakt worden.
- Het ontwikkelen van kennis over de ondergrond gaat sneller, wat helpt de energietransitie te versnellen.
- De technologie-impuls aan aannemers, ingenieurbureaus en onze kennisinstituten versterkt de concurrentie positie van de sector in het buitenland.

Vanuit breed economische en maatschappelijk perspectief geeft dit de volgende baten:

- Het sneller en efficiënter realiseren van infrastructurele opgave verbetert de mobiliteit, vermindert overlast en versterkt onze positie als vestigingsland.
- Het besparen van kosten door het verlengen van de levensduur van bestaande constructies.
- Het vergroten van het verdienvermogen en de concurrentie positie van ingenieurbureaus en aannemers in binnen en buitenland.
- Het creëren van banen rondom de digitale transitie en de hoogwaardige aanpak van asset-management van infrastructuur.

## 5.3 Twee voorbeelden

Er bestaan twee publiekelijke toegankelijke portalen die als basis kunnen dienen om nieuwe geotechnische (monitorings)data te ontsluiten: de BRO en AMdEX.

### 5.3.1 BRO

Het centraal verzamelen van feitelijke gegevens over de eigenschappen van de ondergrond vindt plaats in de [Basisregistratie ondergrond \(BRO\)](#). De BRO is een centrale database met publieke gegevens over de Nederlandse ondergrond. Overheden leggen voor dezelfde objecten dezelfde, betrouwbare, algemene gegevens vast. Vanuit deze centrale digitale plek, de landelijke voorziening, kunnen gebruikers gegevens opvragen over bodem en ondergrond. Omdat de data formats eenduidig gedefinieerd zijn kunnen grote hoeveelheden digitale data eenvoudig voor rekenprogramma's en modellen worden gebruikt.

Op dit moment gaat het vooral om feitelijke data gekoppeld aan een locatie in de ondergrondse ruimte. Dit is data die voortkomt uit grondonderzoek en laboratoriumtesten die op grondmonsters worden uitgevoerd. Voor grondwater wordt hier ook een tijdsaspect aan toegevoegd, want hierbij gaat het om grondwaterstandmetingen, dus tijdsreeksen. Deze metingen dragen, in combinatie met de feitelijke data, bij aan het beschrijven van de geohydrologie van de ondergrond en de constructies, infrastructuur en menselijk handelen die daar invloed op hebben.

De belangrijkste geotechnische voorbeelden uit de BRO zijn op dit moment:

- Geotechnisch sondeeronderzoek
- Geotechnische boormonsterbeschrijving
- Geotechnische boormonsteranalyse

Bodem-informatie uit monitoring is dus nog niet opgenomen in de BRO.

### 5.3.2 AMdEX

Het belang van het verzamelen en delen van data geldt natuurlijk niet exclusief voor geotechnisch ingenieurs, maar is wijd verbreid. Waar de BRO vanuit de centrale overheid geïnitieerd is, is het [AMdEX](#) een initiatief van Amsterdamse organisaties. AMdEX ontwikkelt, test en levert gestandaardiseerde en veilige templates voor het delen van gegevens. Deze templates gebruiken een neutrale digitale infrastructuur die niet in handen is van een of meer partijen, maar functioneert als een openbare voorziening.

Een casus van AMdEX op het gebied van vliegtuigonderhoudsdata heeft een aantal interessant parallellen met geotechnische monitoringsdata. Hoewel van een andere orde, zijn beide vakgebieden op zoek naar het minimaliseren van risico's en falen, alsmede het voorkomen van kosten-gerelateerde overdimensionering (of het vervangen van onderdelen wanneer dat eigenlijk nog niet nodig is). Wanneer de verschillende vliegtuigmaatschappijen hun data in een gemeenschappelijk database delen, zullen zij met meer data en met meer diverse data hun eigen modellen voor preventief onderhoud kunnen voeden en valideren. De uiteindelijke waarde en het onderscheidend vermogen voor de bedrijven zit in adequate voorspellingsmodellen, niet in de data zelf.

Voor bedrijven die actief zijn in de geotechniek kan een parallel worden getrokken: de waarde zit niet in de data zelf, maar in de manier waarop deze gebruikt wordt in hun product. Aangezien de (geotechnische) producten veelal ingezet worden bij overheidsprojecten zit hier nog een extra dimensie ten opzichte van vliegtuigsector: de verbetering van het product door middel van data wordt ook relevant voor maatschappelijke kosten. Hiermee is er een directe of indirecte rol voor de overheid weggelegd.

## 6 Roadmap

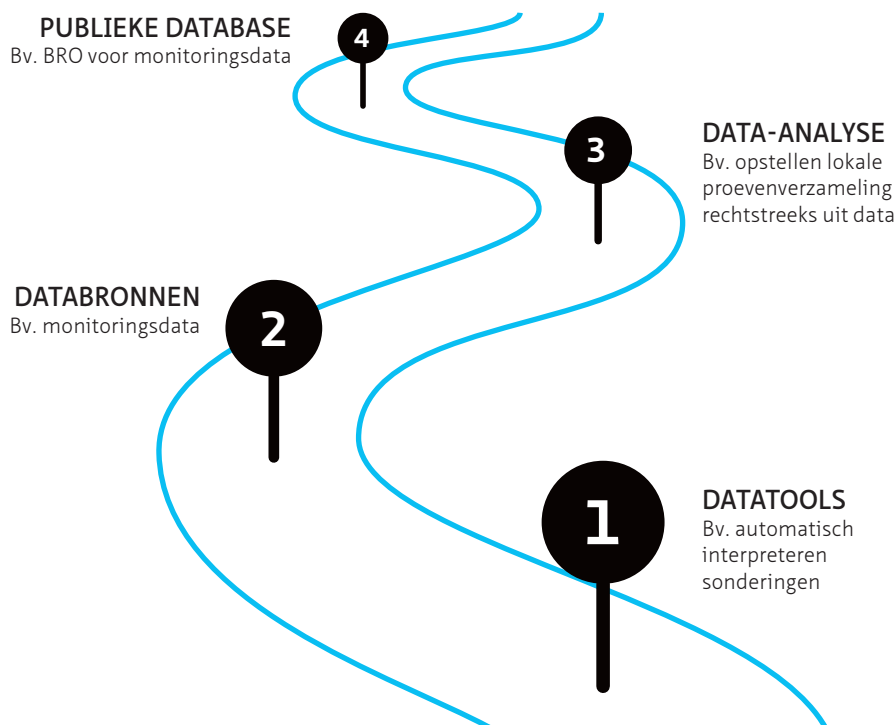
Het onderzoek naar behoeften en kansen heeft geleid tot een zeer eenvoudige roadmap. De roadmap (versie 1) heeft als doel een beeld te geven van de 'stip aan de horizon' en de stappen die daarnaartoe leiden. De doelstelling van het COB is het willen ontwikkelen en borgen van kennis, maar commerciële partijen daarbij niet belemmeren in hun werk. De BRO heeft aangetoond dat beschikbare data herbruikbaar kan zijn in het publiekelijk domein. Daarom is uiteindelijk in samenspraak met de geotechnische community gekozen om te starten met het uitwerken van twee veelvoorkomende databronnen. De verwachting is dat de roadmap later verder wordt uitgewerkt en gedetailleerd, maar voor nu dient deze als kapstok voor de eerste onderzoeksopdrachten.

De werkgroep heeft daarom besloten om twee cases uit te werken tot een proof-of-concept. Dit wordt gedaan voor:

1. Trillingen ten gevolge van intrillen van palen of damwanden.
2. Zettingen ten gevolge van aanbrengen van belastingen op de ondergrond.

Voor beide cases is een apart projectteam aangesteld dat onderzoek doet naar de haalbaarheid van de proof-of-concept en aanbevelingen geeft. Beide onderzoeken worden gerapporteerd als technische rapportages<sup>1</sup>. Afhankelijk van het resultaat wordt bepaald hoe verder.

De technische onderzoeken gaan aantonen of voor beide onderwerpen (trillingen en zettingen) een proof-of-concept haalbaar is: of het mogelijk is om monitoringsdata te hergebruiken, welke data moet worden bewaard en in welk format. De vervolgstap is – per onderwerp – de proof-of-concept opschalen naar brede maatschappelijke toepasbaarheid. Dat betekent dat de informatie op een of andere manier publiekelijk toegankelijk moet worden gemaakt.



<sup>1</sup> Zodra deze rapporten beschikbaar zijn, vindt u ze op de kennisbank van het COB ([www.cob.nl/kennisbank](http://www.cob.nl/kennisbank)) en via de projectpagina ([www.cob.nl/digitaliseringgeotechniek](http://www.cob.nl/digitaliseringgeotechniek)).



# Colofon

## Uitgever

Het Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik (COB).



Van der Burghweg 2, 2628 CS Delft • gebouw De Bouwcampus  
Postbus 582, 2600 AN Delft  
085 4862 410 • info@cob.nl • www.cob.nl

## Auteurs

- Léon Tiggelman, Dura Vermeer
- Jacco Haasnoot, CRUX/CEMS

## Werkgroep

- Léon Tiggelman (voorzitter), Dura Vermeer
- Jacco Haasnoot (secretaris), CRUX/CEMS
- Renger van der Kamp, Rijkswaterstaat
- Kees-Jan van der Made, VOTB/Wiertsema en Partners
- Klaas Siderius, Fugro
- Ad Verweij, Arcadis
- Marcel Visschedijk, Deltares
- Jos Wessels, COB/CROW
- Inge de Wolf, TU Delft

## Eindredactie en opmaak

Marije Nieuwenhuizen, COB/Gryffin

## Publicatiedatum

17 maart 2022

## Coverfoto's

Wiertsema & Partners

## Downloaden

Deze publicatie is gratis te downloaden via [www.cob.nl/kennisbank](http://www.cob.nl/kennisbank).

## Hergebruik

Teksten uit deze publicatie mogen vrij worden overgenomen, mits voorzien van een duidelijke bronvermelding. Voor hergebruik van figuren en foto's dient u vooraf toestemming te vragen van de aangegeven bronhouder. Als er geen bron is vermeld, dan geldt deze publicatie als bron.

*Het COB en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van de uitgave. Toch moet niet worden uitgesloten dat er fouten of onvolledigheden in voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker. Het COB sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens het COB en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.*

# Nut en noodzaak digitalisering geotechniek

Onderbouwing van het belang en eerste aanzet roadmap met onderzoeksonderwerpen

**Vele, zo niet alle, aan de bouw gerelateerde bedrijven zijn actief met het thema digitalisering. Uit lopende initiatieven is gebleken dat digitalisering in het vakgebied geotechniek kan helpen om de onzekerheden en risico's die verbonden zijn aan het bouwen in en op de ondergrond te verkleinen. Uit onderzoek van het COB-netwerk blijkt dat er op dit moment met name veel te winnen is door het registreren en inzetten van monitoringsdata.**

Monitoringsdata is – naast bodemonderzoek – naar verwachting zeer interessant en belangrijk voor geotechnisch specialisten is om onzekerheden te verkleinen en modellen te optimaliseren. Het rapport laat zien dat de maatschappelijke relevantie hiervan ook groot is. Onze infrastructuur is een van de economische pijlers en fundering voor de brede welvaart in ons land. Wanneer geotechnische modellen beter voorspellen, kan infrastructuur beter, efficiënter en met minder risico's worden ontworpen, gebouwd en onderhouden. Monitoringsdata kan daar in potentie een grote bijdrage aan leveren.

In het rapport wordt een eenvoudige roadmap gepresenteerd als kapstok voor verder onderzoek. Voor twee veelvoorkomende en belangrijke situaties wordt het inzetten van monitoringsdata nader onderzocht: bij trillingen ten gevolge van het trillen of heien van funderingselementen, en bij zettingen ten gevolge van het aanbrengen van belastingen op de ondergrond. De technische onderzoeken gaan aantonen of voor beide onderwerpen (trillingen en zettingen) een proof-of-concept haalbaar is: of het mogelijk is om monitoringsdata te hergebruiken, welke data moet worden bewaard en in welk format.

