

Digital Twin: De ondergrond erin!

Het grondgedrag digitaal,
voor efficiënter bouwen en beheren

Arjan Venmans

Bruno Zuada Coelho

Marcel Visschedijk (presentator)



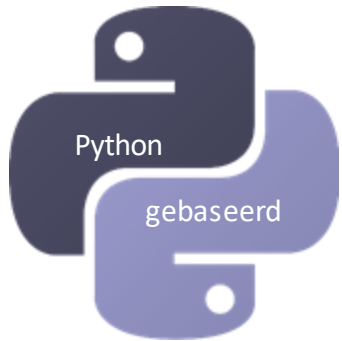
1 juli 2020

Digitaliseren/automatiseren is 'trending'

Dijkontwerptool Wilma:
een nieuwe, digitale manier van ontwerpen

- Herhaalbaar, herleidbaar, herbruikbaar
- Minder handmatig werk
- **Meer optimalisatiemogelijkheden** (tijd, kosten, kwaliteit)

- Minder fouten bij informatieoverdracht
- **Minder faalkosten** (nu geschat op 5 tot 11 % van de bouwsom)



Daarom: GEOLIB



Een **Python bibliotheek** met betrouwbare geotechnische softwaremodulen voor het automatiseren van werkprocessen



Een “**community**” die kennis en componenten deelt



Een **kerngroep** die betaalt en bepaalt (gestart februari 2020)

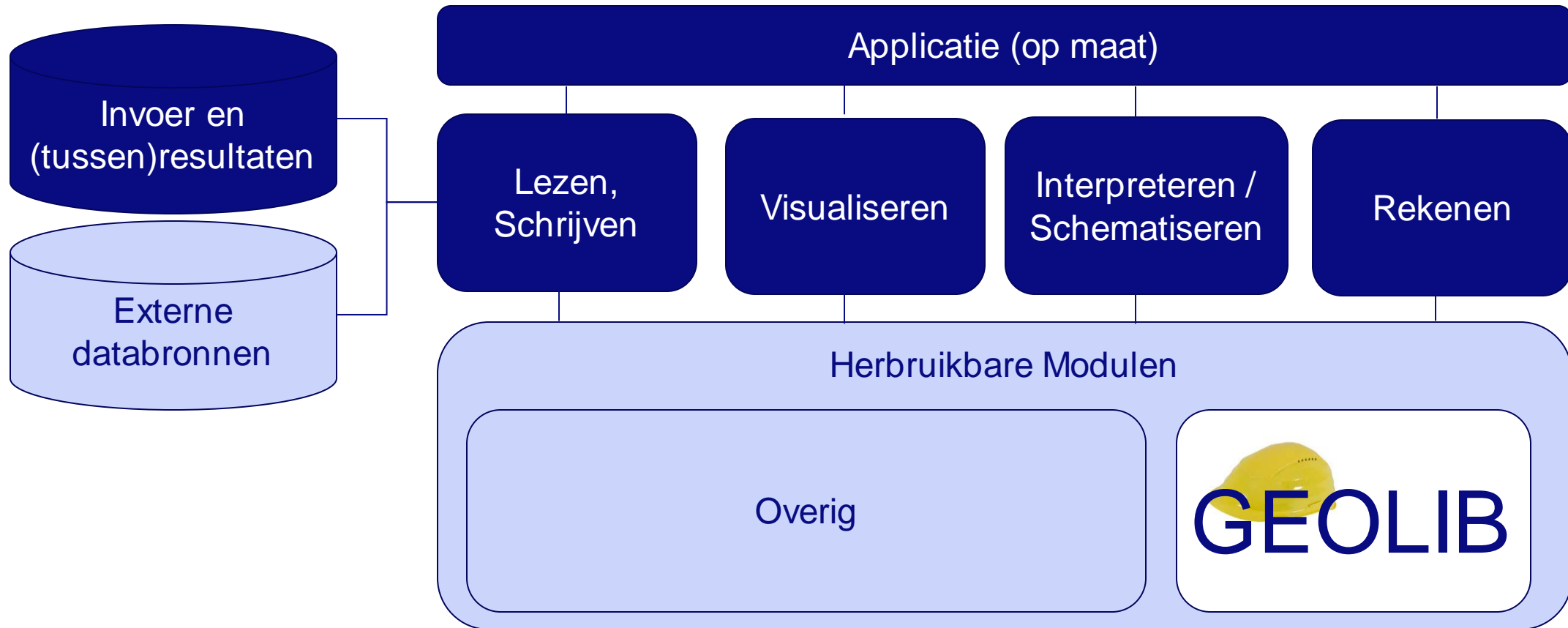
Huidige focus: ontwerpen en beoordelen

GEOLIB Wie doen er al mee in de kerngroep



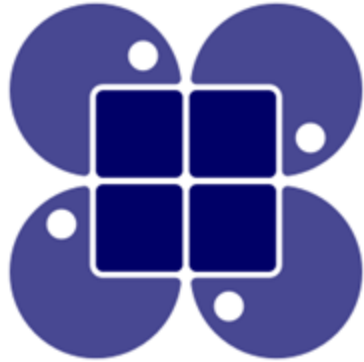
Waarom modulair automatiseren

Minder werk, Hogere betrouwbaarheid, Eenvoudige koppelingen



GEOLIB

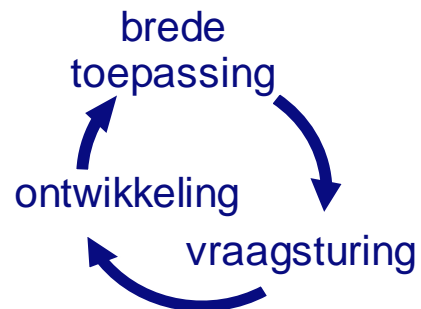
Waarom GEOLIB modulen



- Gestandaardiseerd
- Gezamenlijk ontwikkeld: sneller & goedkoper

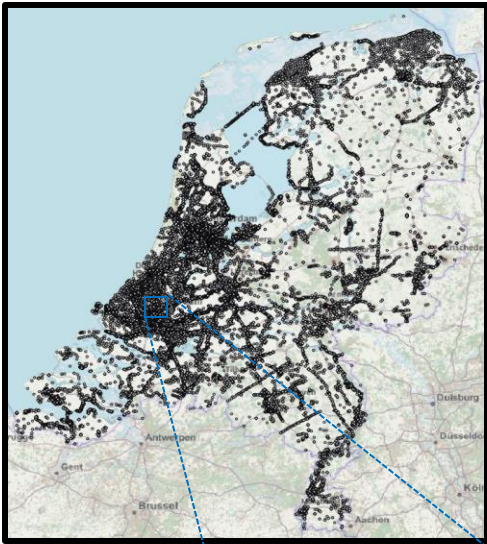


- Betrouwbaar: Deltares kwaliteitsstempel
- Ondersteuning en onderhoud geregeld

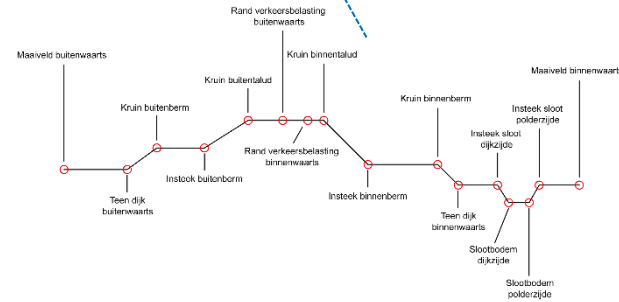
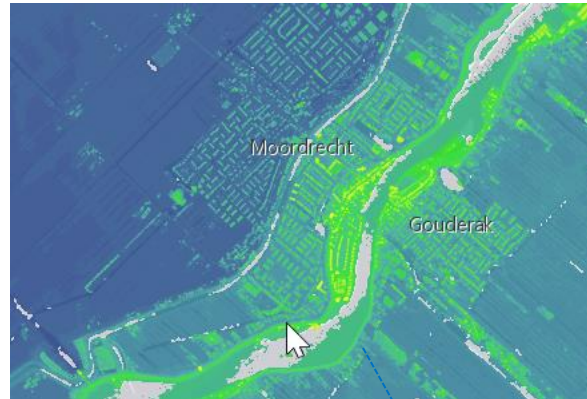


- Praktijkgericht

1. Gebied kiezen en data ophalen

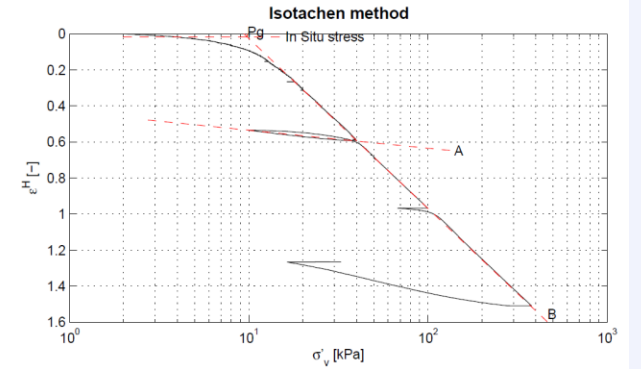
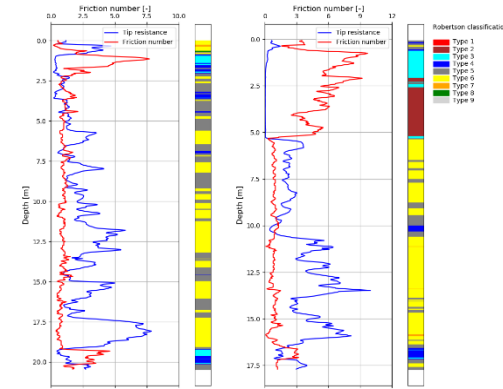


2. Maaiveldlijnen uit AHN

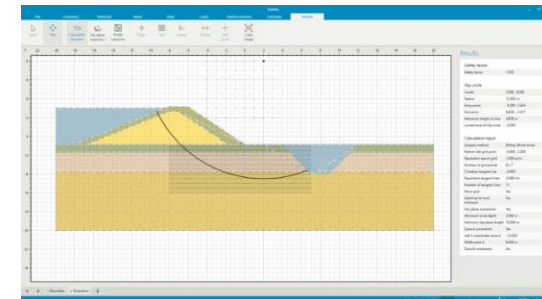


3. Laagindeling uit CPTs en boringen

Parameters uit proeven en proevenverzameling



4: Samenstellen tot profielen en rekenen



GEOLIB Waar staan we nu

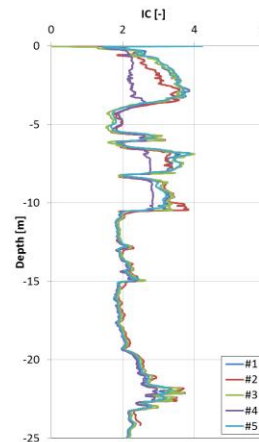
Eind juli gereed: Python aansluiting op D-Serie consoles*



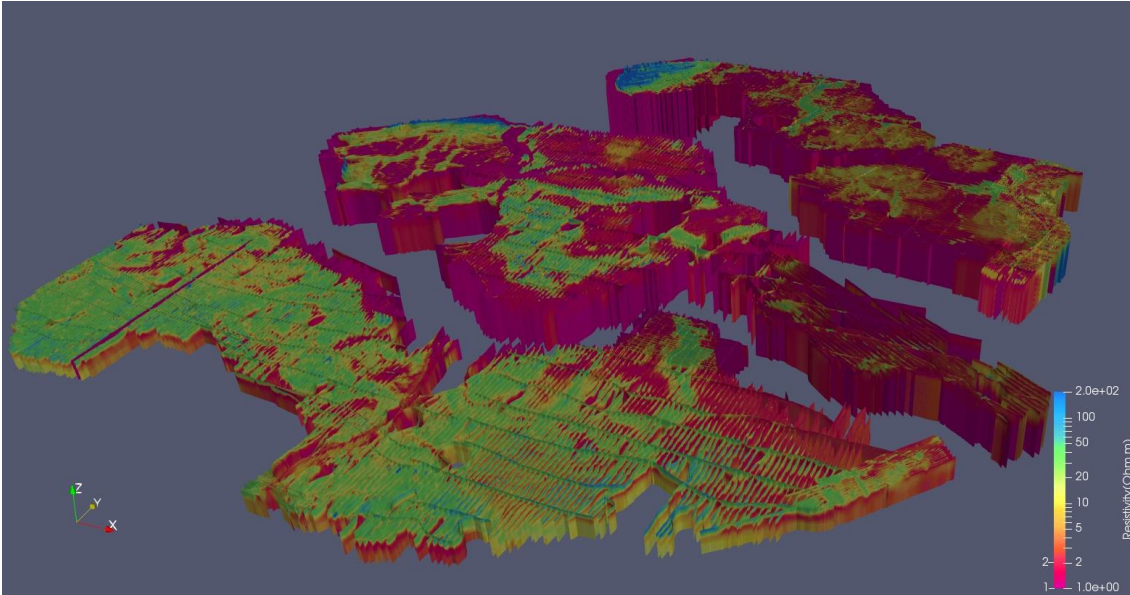
- D-Settlement, D-Stability, D-Sheetpiling, D-Foundation
- Parallel rekenen (max 500 runs tegelijk)
- Gemengd gebruik mogelijk (GUI + Python)

* Console = rekenhart, zonder grafische user-interface (GUI)

Vanaf juli tot eind 2020: Modulen voor het ontsluiten en interpreteren van data (laagindeling, parameters)



GEOLIB Toekomst?



Voorbeeld slimme interpretatie: Zeeland, combinatie CPTs + Geofysica (FreshEM)

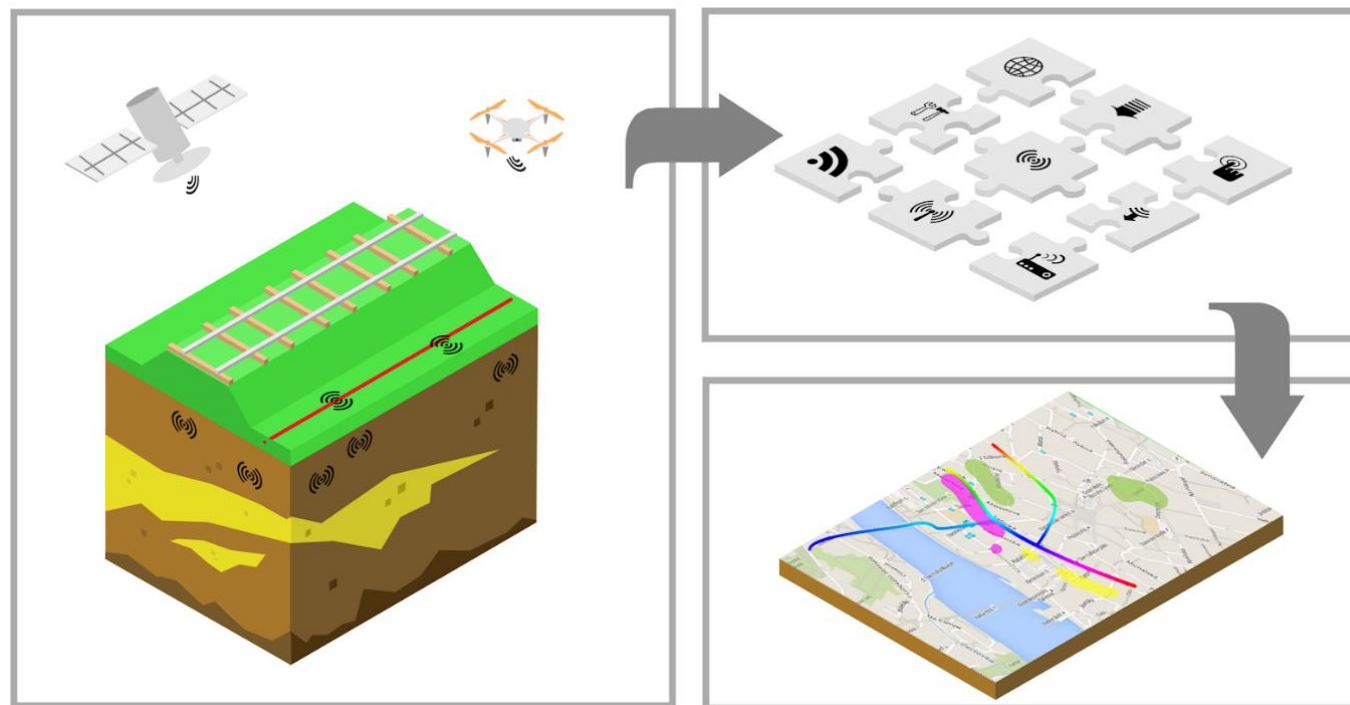
- Actuele 3D ondergrondmodellen (inclusief ondergrondse objecten), door slimme interpretatie van gecombineerde bronnen.
- Uitbreiding naar (geo)hydrologie
- Koppeling met gedrag van leidingen en constructies (ondergronds en bovengronds)
- Bandbreedtes in prognoses kwantificeren
- Prognoses beïnvloeden met monitoring data
- Onderdeel van 'Digital Twins'?

Wat is een Digital Twin?

Infrastructuur 'asset'



Digitaal simulatiemodel van samengesteld gedrag in de tijd, onder invloed van meetdata en belastingen



Waarom een Digital Twin?



Foto: Tunnels & Infrastructures

Efficiënter asset-management ...

- 'Real time' beoordeling van de veiligheid & bruikbaarheid
- Conditie-afhankelijke prognoses voor onderhoud, renovatie en vervanging
- Effect-analyse van ingrepen/ toekomstscenario's

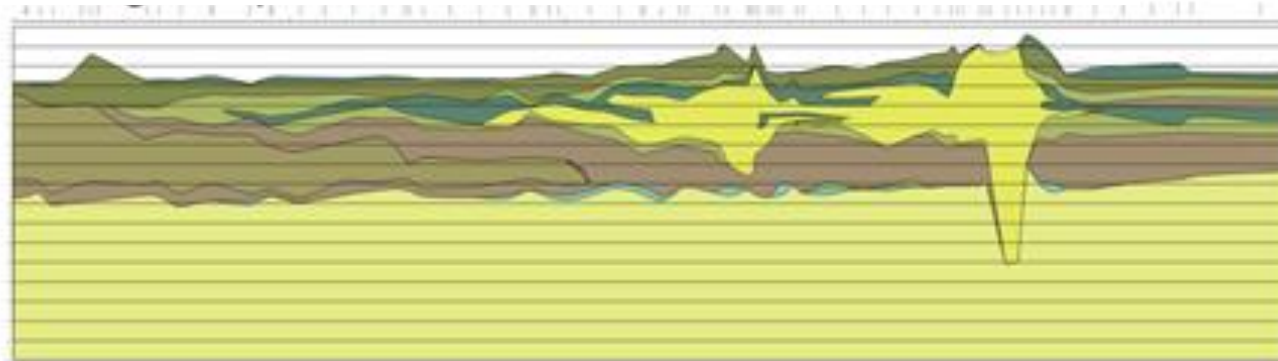
... maar ook: efficiënter ontwerpen en bouwen

- Optimaal benutten van al bestaande (ondergrond)data
- Automatisering/digitalisering van ontwerp en uitvoering

DT is bruikbaar tijdens hele levenscyclus

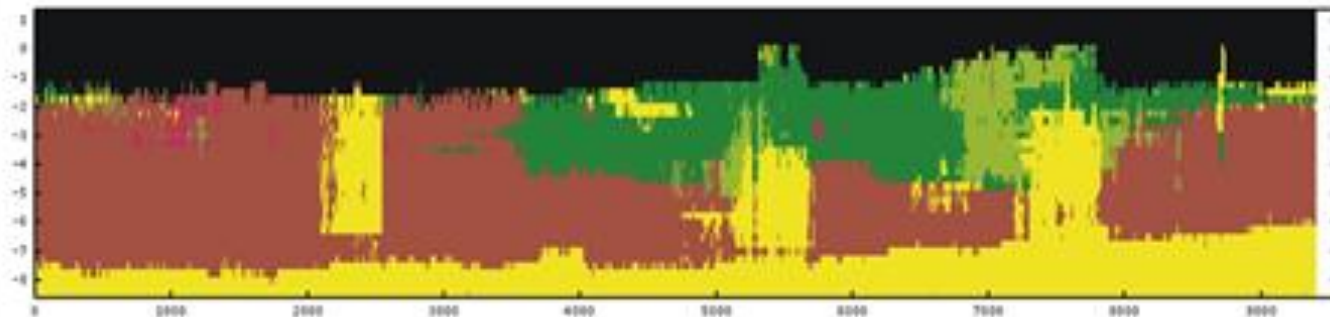


Geologisch model



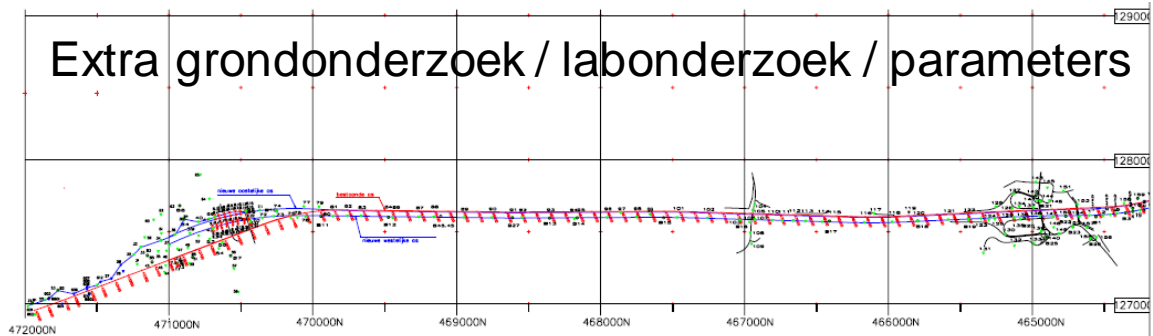
- Klei / ingedroogd veen
- Bosveen
- Kleilig veen
- Zand/kleilig zand/zandige klei
- Klei, gelaagd
- Kleilig veen
- Verzand veen
- Veenlaag
- Leemlaag
- Pleistocene zand

Slimme interpretatie van al beschikbare sonderingen, geofysica (FreshEM) en labonderzoek

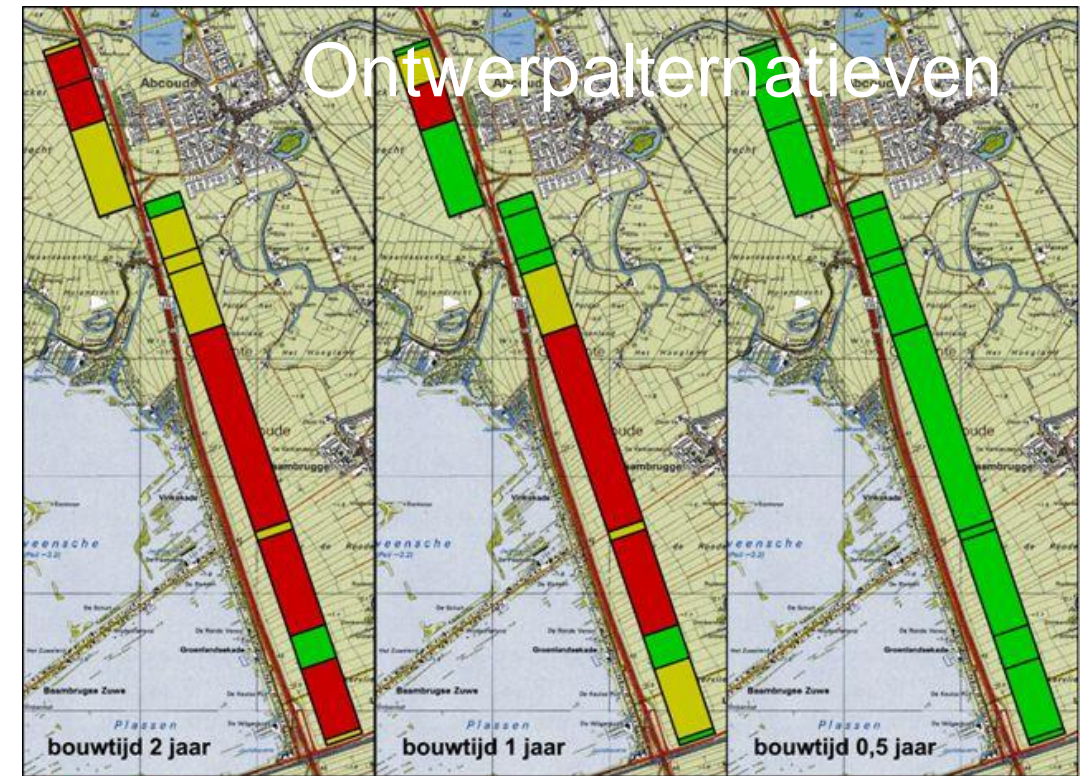
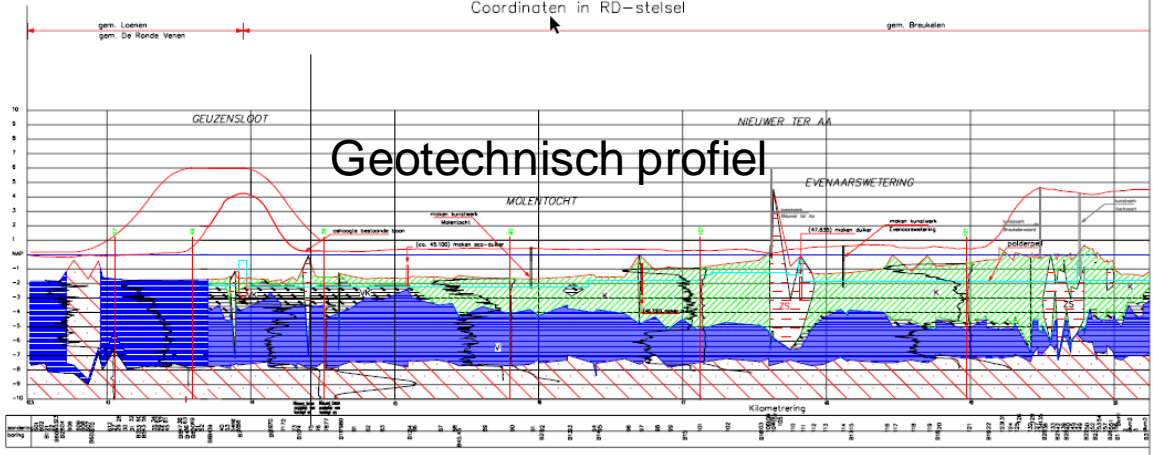


- Veen
- Kleilig veen
- Organische klei
- Klei
- Zandige klei
- Zand

DT is bruikbaar tijdens hele levenscyclus

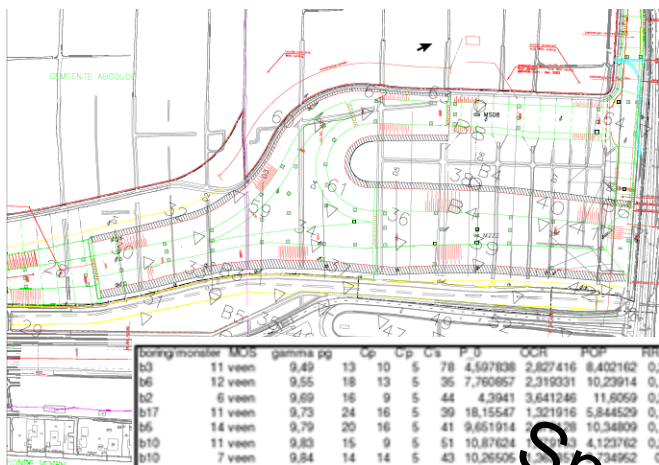


Bovenaanzicht sondeer- en boorlocaties
Coördinaten in RD-stelsel



- zandophoging met tijdelijke overhoogte met kunststofdrains
- zandophoging met tijdelijke overhoogte met Beadrain/IFCO
- paalmatrassysteem

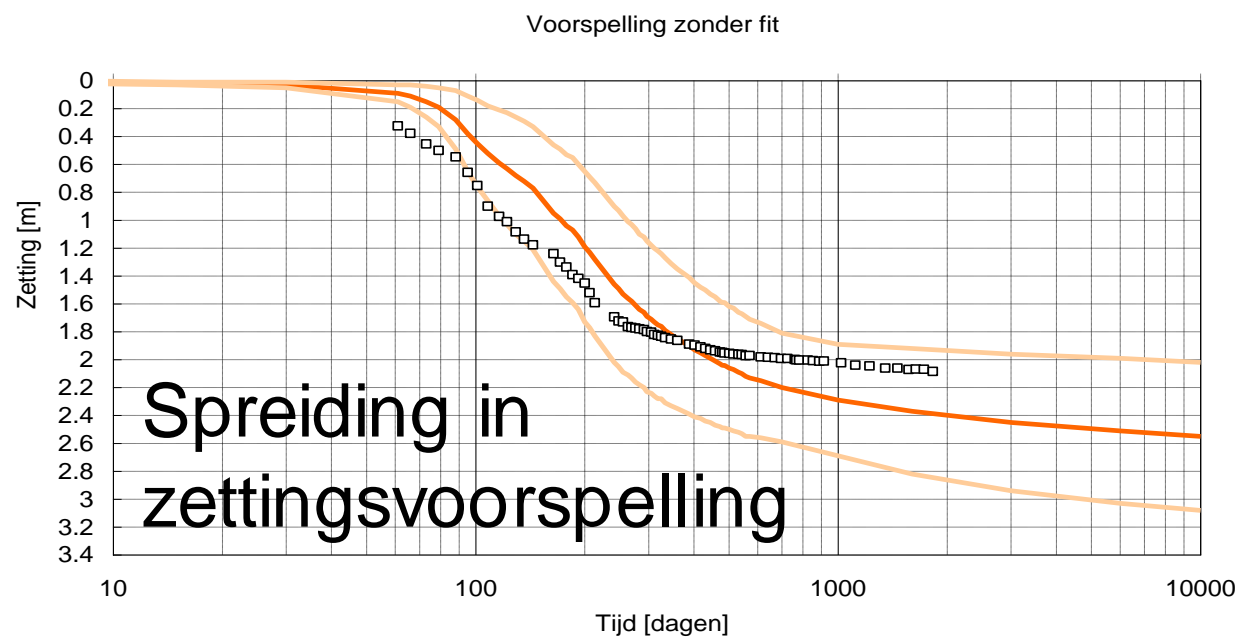
DT is bruikbaar tijdens hele levenscyclus



Eindzetting Bandbreedte 95%		Restzetting vanaf 600 dgn Bandbreedte 95%	
2.55 m	± 0.53 m	0.40 m	± 0.28 m

Spreading in parameters

Benaming	monster	MJS	gamma	pg	Cp	Cp	Cs	P/D	OCR	POP	RR	CR (best)	CR (approx)	C alpha	a isolatie	b isolatie	c isolatie
b3	11 veen	9,49	13	10	5	78	4,597838	2,827416	8,402162	0,290259	0,465132	0,46051702	0,02441322	0,105588	0,297838	0,022198	
b6	12 veen	9,55	18	13	5	35	7,790857	2,319331	10,23914	0,177122	0,470803	0,46051702	0,04192436	0,079525	0,257535	0,029411	
b2	6 veen	9,69	16	9	5	44	4,3941	3,641246	11,8059	0,255843	0,468899	0,46051702	0,0267764	0,119945	0,273138	0,019086	
b17	11 veen	9,73	24	16	5	39	18,15547	1,321916	5,844529	0,143912	0,469748	0,46051702	0,0290964	0,063052	0,233501	0,017324	
b5	14 veen	9,79	20	16	5	41	9,651914	2,222728	10,34809	0,143912	0,469298	0,46051702	0,030508118	0,063968	0,251703	0,023854	
b10	11 veen	9,83	15	9	5	51	10,87624	1,222728	4,123762	0,255843	0,467576	0,46051702	0,03234655	0,113144	0,25477	0,022810	
b10	7 veen	9,84	14	14	5	43	10,26505	3,222728	7,4952	0,16447	0,468889	0,46051702	0,039969	0,072232	0,252917	0,028354	
b14	10 veen	9,95	16	18	5	29	17,8454	1,222728	1,127921	0,472931	0,46051702	0,04062626	0,055405	0,226672	0,02345		
b9	11 veen	10,01	14	8	6	61	6,411405	2,153928	1,399666	0,38376418	0,02942628	0,13153	0,226307	0,022044			
b7	14 veen	10,07	18	13	5	29	8,601657	2,051592	9,883	0,389931	0,46051702	0,03656478	0,079194	0,240208	0,022196		
b14	6 veen	10,19	18	16	5	34	17,171	1,051592	0,883	0,389931	0,46051702	0,0311876	0,062598	0,225596	0,017558		
b1	5 veen	10,28	15	9	6	40	3,5174	1,051592	11,48639	0,255843	0,467576	0,46051702	0,0310675	0,121168	0,228235	0,021821	
b6	7 veen	10,33	17	11	7	42	9,4299	1,051592	10,01212	0,209326	0,467576	0,46051702	0,030675152	0,094794	0,177798	0,023394	
b9	6 veen	10,35	16	9	6	45	14,2299	1,051592	10,01212	0,255843	0,467576	0,46051702	0,030675152	0,119052	0,227919	0,027599	
b11	14 veen	10,39	51	16	11	23	57,45166	1,051592	1,43912	0,22487	0,467576	0,46051702	0,030675152	0,062268	0,092332	0,009873	
b7	6 veen	10,47	21	22	7	36	7,458371	2,815628	1,399666	0,389931	0,46051702	0,030675152	0,072232	0,046559	0,161128	0,013452	
b5	6 veen	10,51	25	29	6	43	8,458295	2,955678	1,399666	0,389931	0,46051702	0,030675152	0,072232	0,046559	0,161128	0,013452	
b17	4 veen	10,6	22	13	7	55	17,12364	1,284774	4,876362	0,32894073	0,02221402	0,077674	0,161364	0,01229			
b8	6 veen	10,62	18	12	8	59	8,189124	2,198037	9,810876	0,191111	0,467576	0,46051702	0,02616422	0,086194	0,150653	0,015736	
b10	6 veen	10,64	22	11	5	39	10,09607	2,179065	11,90393	0,209326	0,467576	0,46051702	0,030675152	0,094288	0,252175	0,021464	
b13	5 klei-h	11,23	16	13	7	43	11,18746	1,430173	4,812543	0,177122	0,337317	0,46051702	0,02739911	0,078001	0,161307	0,015016	
b27	6 klei-h	13,26	22	14	10	42	16,8597	1,304887	5,1403	0,16447	0,23883	0,255843	0,030675152	0,072116	0,109299	0,015979	
b17	6 klei-h	14,23	19	22	10	74	15,94567	1,191546	3,054333	0,104663	0,235123	0,23025851	0,01849155	0,045637	0,108899	0,009555	
b27	4 klei-h	14,32	21	18	10	46	13,84723	1,516548	7,152767	0,127921	0,238085	0,23025851	0,02918853	0,056208	0,11009	0,01528	
b18	7 klei	16,17	26	45	16	103	18,47923	1,406985	7,520767	0,051169	0,147407	0,14391157	0,01022997	0,022307	0,065318	0,004843	
b16	6 klei	16,41	26	44	16	110	17,21563	1,510264	8,784467	0,052331	0,147184	0,14391157	0,00958834	0,022834	0,06544	0,004544	
b16	10 klei	16,48	30	60	19	108	23,85947	1,257363	6,140533	0,038376	0,124522	0,12118869	0,00844089	0,016699	0,064251	0,003896	
b16	5 klei	16,68	29	53	18	97	15,60613	1,858244	13,39387	0,043445	0,131633	0,12792139	0,0097476	0,018979	0,05788	0,004543	
b18	4 klei	17,43	27	162	34	185	13,52723	1,995974	13,47277	0,014213	0,069669	0,06772309	0,00549717	0,006196	0,030022	0,002483	
b15	5 klei-h	18,79	29	104	44	317	15,0284	1,92968	13,9716	0,02214	0,053467	0,05233148	0,00298271	0,009646	0,023141	0,001336	

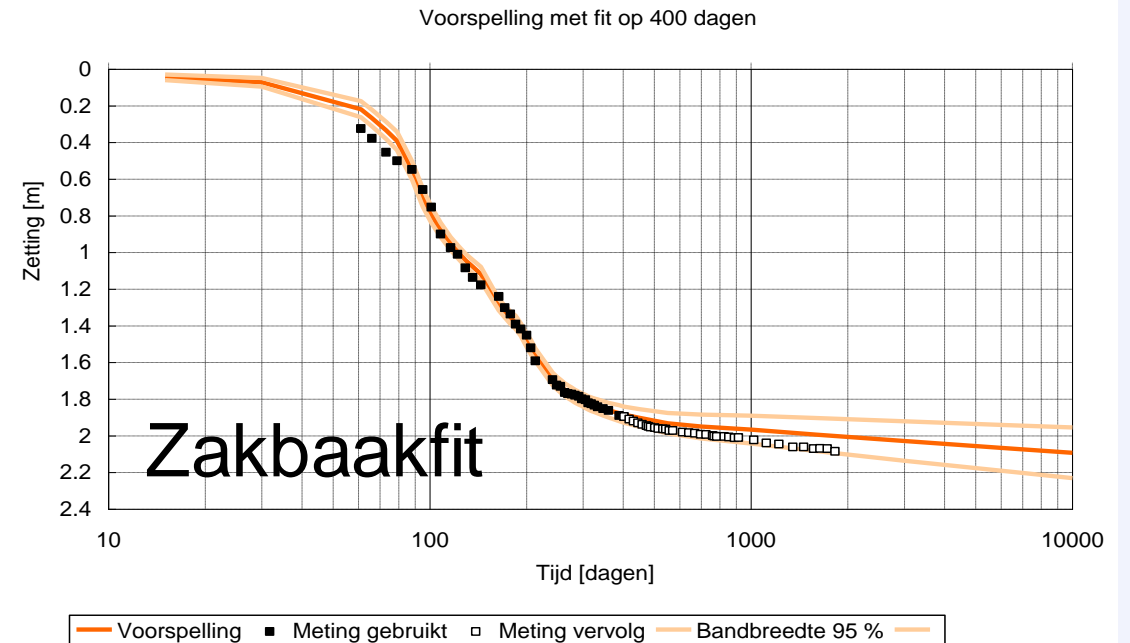


— Voorspelling □ Meting — Bandbreedte 95 % —

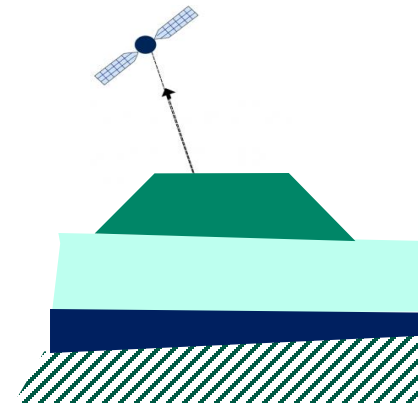
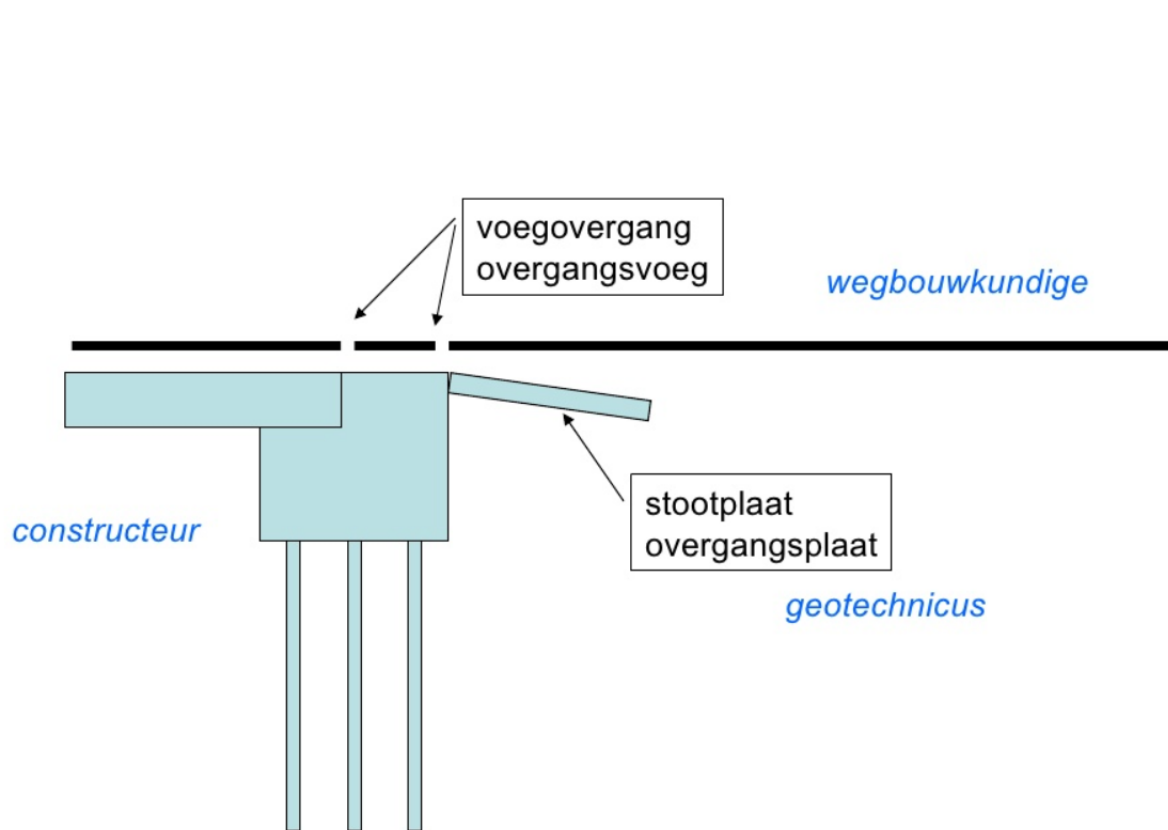
DT is bruikbaar tijdens hele levenscyclus



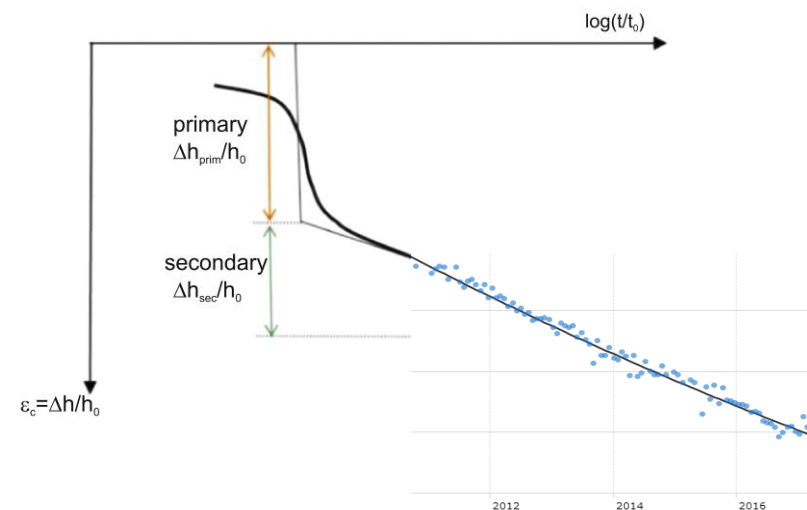
Eindzetting		Restzetting vanaf 600 dgn	
Bandbreedte 95%		Bandbreedte 95%	
2.09 m	± 0.14 m	0.15 m	± 0.11 m



DT is bruikbaar tijdens hele levenscyclus



Benutten van meetdata (INSAR, sensoren, ...)



DT is bruikbaar tijdens hele levenscyclus



Aanpassen op verandering van:

- eisen en normen (gebruik, veiligheid)
- belastingen / klimaat
- omgeving (ondergronds/bovengronds)
- technologie

Digital Twins in de GWW: van Buzzword naar Business

Aankondiging: Joint Industry workshop / voorlopersgroep, Augustus 2020



- Hoe kunnen Digitale Twins concreet bijdragen aan het efficiënter bouwen en beheren in de GWW sector?
- Hoe maken we samen de stap naar introductie en gebruik van deze Digital Twins?
- Hoe kunnen de verschillende partijen hierin preconcurentieel samenwerken?
- Hoe doen de opdrachtgevende overheden mee?
- Hoe houden we Digital Twins levend (doorgeven op contractgrenzen, onderhouden)?