



Deltares

Over klimaatadaptatie en landschap

**Bijeenkomst Erfgoedlab.
Thema Klimaat-effecten op erfgoed**

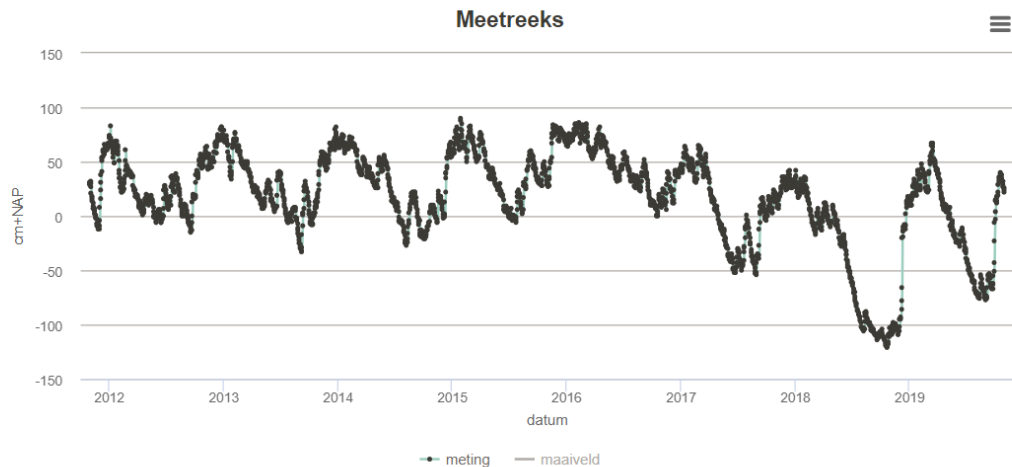
Roelof Stuurman

Floris Boogaard

26-6-2024

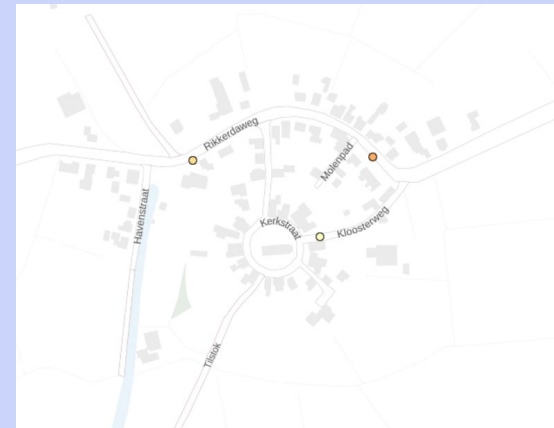
Filters

001



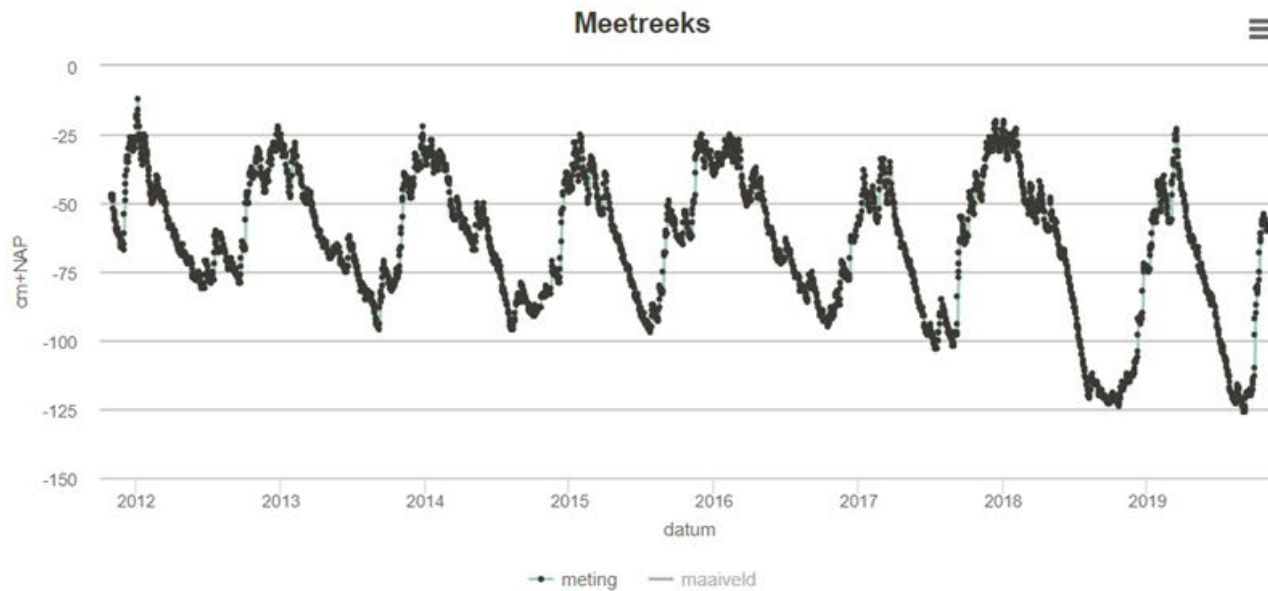
Eigenschappen meetreeks voor analyse periode

Startdatum analyse periode	31-10-2011
Einddatum analyse periode	31-10-2019
Aantal waarnemingen	2922
Gemiddelde	18
Standaard deviatie	42.8
Minimum	-121
10-percentiel	-42
50-percentiel (mediaan)	25
90-percentiel	65
Maximum	90



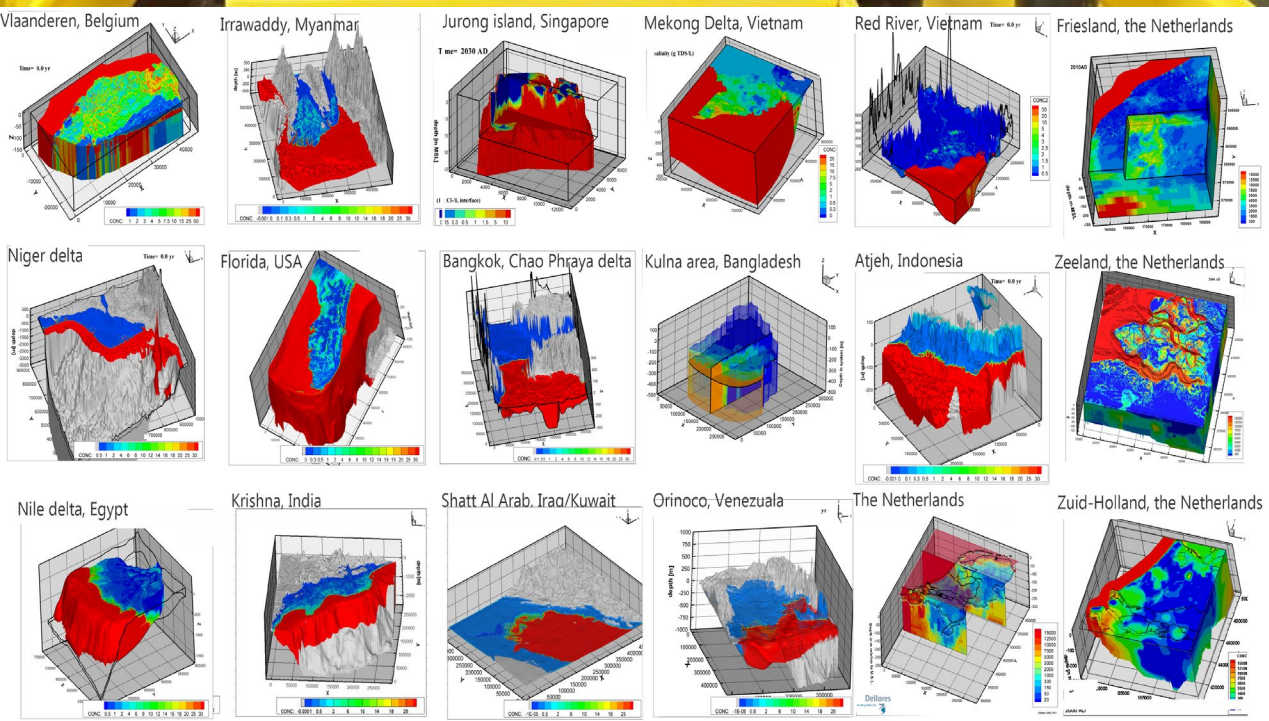
Filters

002



Eigenschappen meetreeks voor analyse periode

Startdatum analyse periode	31-10-2011
Einddatum analyse periode	31-10-2019
Aantal waarnemingen	2923
Gemiddelde	-65
Standaard deviatie	24.4
Minimum	-126
10-percentiel	-95
50-percentiel (mediaan)	-63
90-percentiel	-33
Maximum	-12



Droogte en funderingsproblematiek

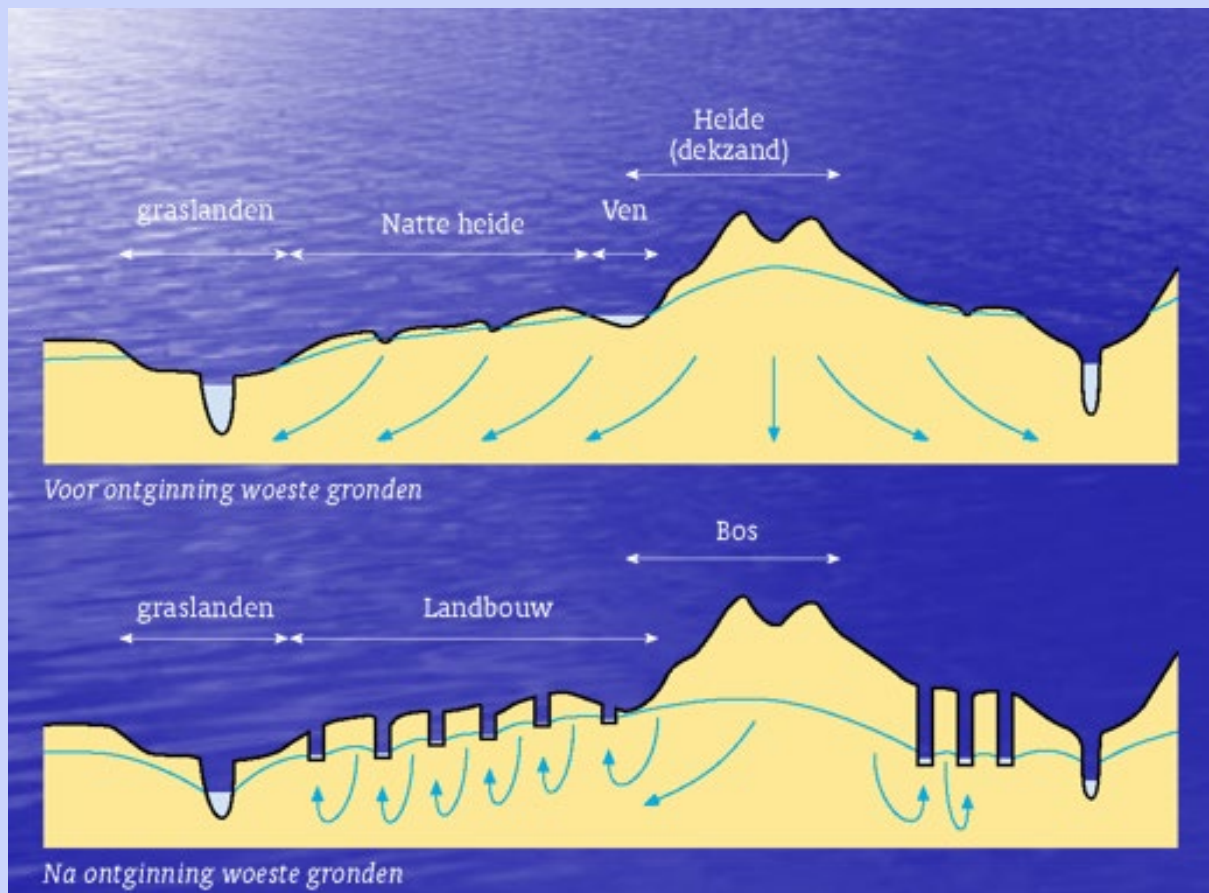
*Hoe maken we de gebouwde omgeving weerbaarder
tegen droogte?*



Inhoudsopgave

- Droogte systeem
- KLEI en droogte
- VEEN en droogte
- ZAND en droogte
- handelingsperspectief

“Er valt steeds meer regen en tegelijkertijd ervaren we steeds meer last van droogte”

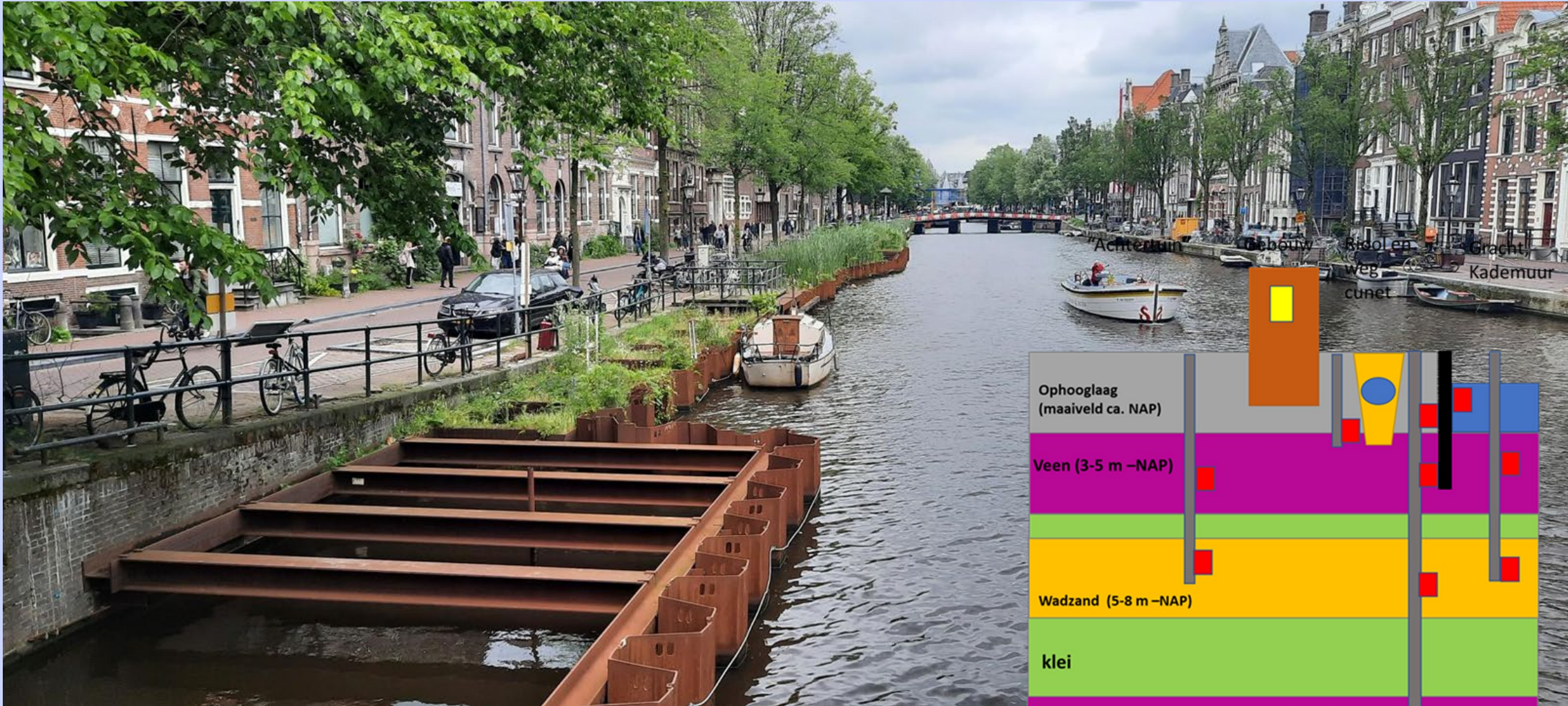


Vergeet niet.
 Nederland was
 Van nature heel nat.

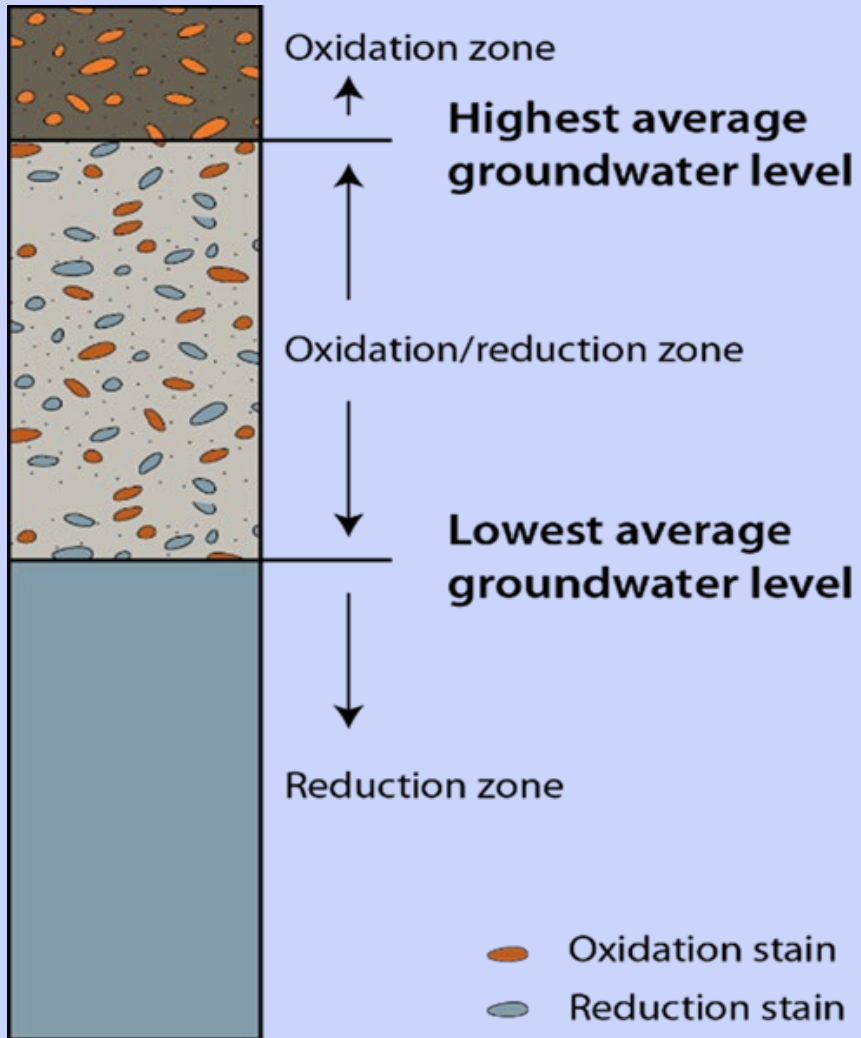
nat in 1850



“You can’t manage or protect what you don’t know” (kademuren Amsterdam)



Groundwater mapping using boreholes and soil characteristics



Deltares

Storm, hoog grondwater
en/of droogte?

Hoe wateroverlast bestrijden
.....en tegelijkertijd
Droogte bestrijden?



Belangrijkste gevolgen van bodemdroogte en integrale oplossingsrichtingen

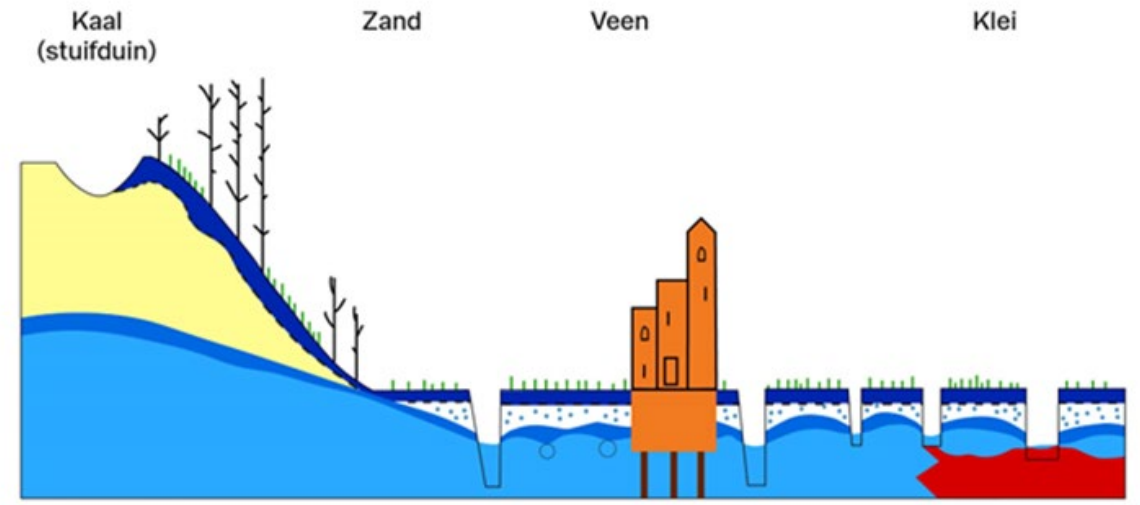
Droogte. Een druppel te veel

Ons bodem-watersysteem is extra kwetsbaar voor droogte door decennialange verlaging van de grondwaterstand en degradatie van bodemeigenschappen. Dit zorgt voor een waaier van schade aan natuur, infrastructuur, bebouwing en landbouw. We geven een overzicht van de belangrijkste gevolgen van bodemdroogte en we schetsen integrale oplossingsrichtingen.

Door: Roelof Staarman en Marjolijn Mens

Stad & infrastructuur	
Gebrek bodemvocht stedelijk groen	Hier zal watertekort eerst de grasvelden raken. Deze bezitten namelijk een ondiepe beworteling. Sportvelden worden meestal geïrrigeerd. Waardevolle bomen worden bij droogte ook vaak van water voorzien. Grasvelden kunnen vaak weer snel herstellen nadat het weer gaat regenen.
Risico aantasting houten funderingen	Deze "paalrot" vindt door schimmelwerking vooral plaats boven de freatische grondwaterstand.
Breuk rioolleidingen	Door een combinatie van vershilzettingen en ingroeïende boomwortels (op zoek naar water).

Bodemdroogte en hittestress	Bij droogte kunnen gewassen minder verdampen en daardoor niet bijdragen aan de verkoeling van de atmosfeer en bodem. Hierbij kunnen ook (drink-)waterleidingen extra opwarmen.
(onregelmatige) verzakking wegen	Wegen op klei- of veengronden zijn tijdens droogte kwetsbaar omdat de verdeling tussen grondwaterstand en bodemvocht bij droogte gaat variëren tussen bermstrook, onder berm en onder verharding. ⁷ Overgangsconstructies naar gefundeerde weggedelen zijn hierbij extra kwetsbaar.
Aantasting archeologisch erfgoed	Veel van ons erfgoed wordt geconserveerd door grondwater en gunstige bodemchemische toestand
Bermbranden langs de weg en het spoor	Risico t.g.v. droge toplaag en droge begroeiing; transport kan in problemen komen.
Samengestelde gebeurtenis	Langdurige droogte wordt regelmatig opgevolgd wordt door hevige buien. De infiltratiecapaciteit kan bij een kurkdroge bodem zijn verlaagd en tot tijdelijke afwatering over het landoppervlak leiden (of vergroten). Ook taluds (en hellingen) kunnen t.g.v. deze snelle overgang van droog naar nat gaan afschuiven.
Dijken en spoordijken	
Ontstaan droogtescheuren	Veel dijken bezitten een kleidek. Deze kan bij droogte scheuren en de stabiliteit verstoren.

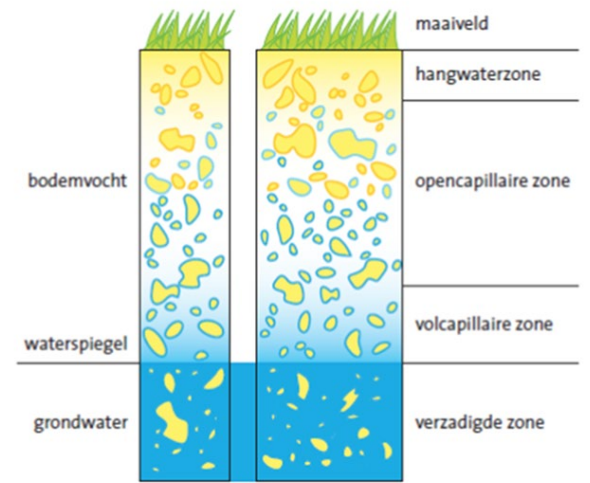


Winter situatie



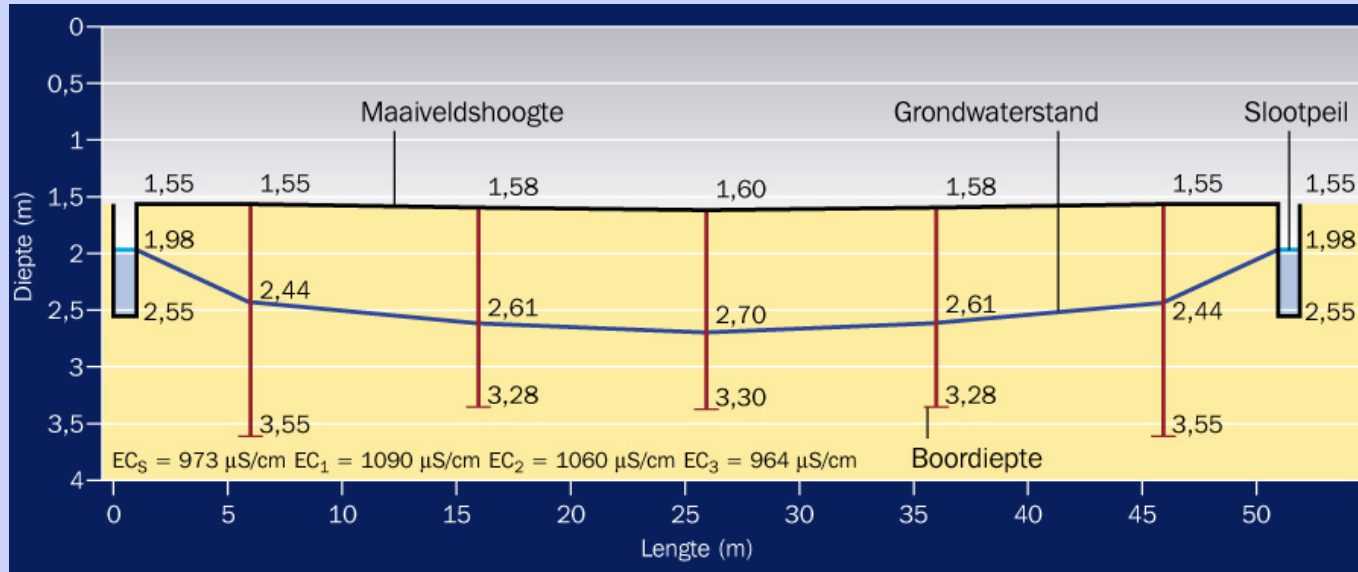
Droge zomer situatie

"Hangwater"	Zout grondwater	Capillaire zone
Vol capillair water	Alleen percolatie	Opstijgend capillair water
Zoet grondwater	Drainage	Opstijgend capillair water



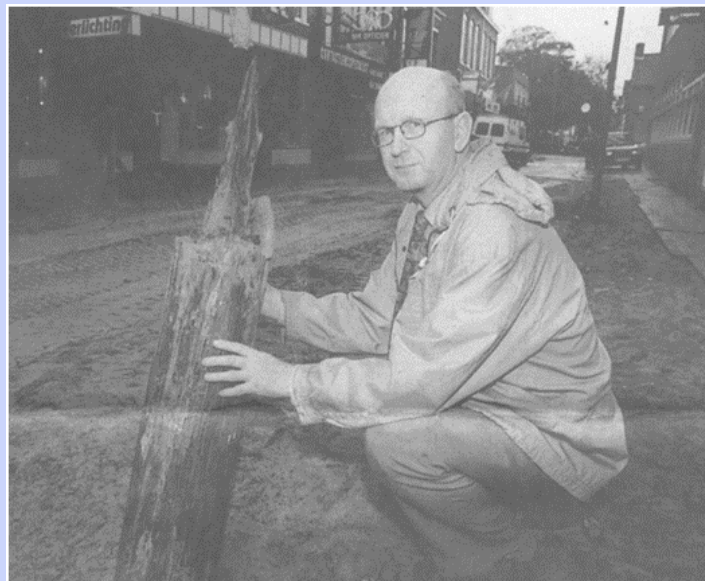
“Droogteoverlast vooral door tekort aan bodemvocht”

Paniek in 2003 en de "holle" waterspiegel



- ❑ Wateraanvoer om grondwaterpeil te verhogen niet of nauwelijks zinvol
- ❑ Vermindering grondwaterdrainage (winter) helpt, maar lang niet genoeg om verdamping te compenseren

Deltares



Het gemeentelijk Aanvoerder bij De Meern pompt water uit het Amsterdam-Rijnkanaal via de Leidse Rijn en de Oude Rijn naar Bodegraven. (Foto NRC Handesblad, Rien Zilverd)

Zout water moet de heipaal redden

Waterschappen kiezen voor het minste kwaad

De inlaat van zout water is onvermijdelijk om de Randstad voor schade aan dijken en houten heipalen te behoeden. Maar de tuinbouw en de natuur zullen schade ondervinden.

nengelaten en waar minder... We zullen proberen er zoveel mogelijk maatwerk van te maken. Een boer met grasland lijdt minder schade dan een tuinderij. Bloemen gaan het eerste dood."

Dit verschil in inlaat-vermogen heeft de waterschappen nu voor een dilemma geplaatst: als het waterpeil blijft dalen, dreigen de beschouwingen van de dijken droog te vallen, wat de dijken zal doen afbrokkelen. Grote schade zullen ook de houten heipalopen van de huizen in de oude stadscentra oplepen: zodra ze boven water komen, gaan ze rotten met vijfde onherbergbare schade.

De zoutgrens ligt gewoonlijk op 150 à 200 milligram per liter water. Het zoute water dat nu wordt ingelaten bevat meer zout. Zo'n 300 milligram per liter, en als we nog langer met inlaten wachten wordt dat alleen maar meer."

Door onze redacteur GRETHA PANA LEIDSDORP, 14 AUG. Afgelopen maandag was er beraad. Vanmorgen was er weer beraad. Crisisberaden zijn het, maar zo willen ze ze lever niet noemen. Toch had alleen een wonder nog kunnen voorkomen dat de hoogheemraad- en waterschappen in het westen van het land besluiten zout water in te laten, als ultieme maatregel om het grondwaterpeil op peil te houden. Staatssecretaris Schultz van Haagen (Verkeer en Waterstaat) begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het besluit zout water in te laten zal het eerst de voor verzilting gevoeligste sectoren treffen: de bollenteelt, de glastuinbouw en de boomkwekerijen. In het gebied rond Bodegraven wonen zo'n 800 boomkwekers. Zij gebruiken per dag 600 kubieke meter water.

In 1976 zorgde de inlaat van zout water niet voor juridische problemen. Panman: "Er was toen een aantal voorzieningen getroffen, zoals het beschikbaar stellen van extra veevoer." Welke voorzieningen nu zullen worden getroffen is nog onduidelijk: dat hangt af waar zout water wordt ingelaten en van de duur van de maatregel.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

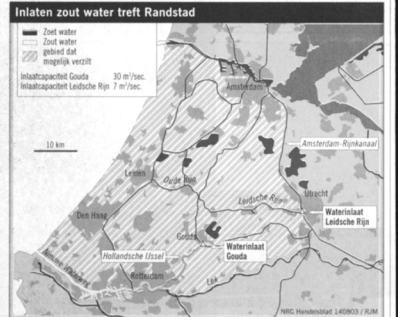
Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Het water zakte de afgelopen weken snel. Gewoonlijk komt bij Lohich zo'n 1.500 kubieke meter water per seconde binnen. Op 1 augustus was dat nog 1.270 kubiek. Maandag 11 augustus, was het 1.000 kubiek. Morgen, 15 augustus, zal het waarschijnlijk niet meer terstint begon er gistermiddag als eerste over. Het hoogheemradschap Rijnland en de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, De Oude Rijnstromen en Wilck & Wiericke volgden vanmorgen.

Zout water is niet heel zout

Door een onzer redacteurs ROTTERDAM, 14 AUG. Het inlaten van zout water bij het gemeentelijk Gouda zal schade toebrengen aan de tuinbouw en de natuur, maar hoe onvangrijk die is, valt moeilijk te zeggen. De waterschappen zullen proberen de stroom zout water zo te regelen, dat de kwetsbaarste regio's ontzien worden.

Volgens LTO Nederland zal de glastuinbouw in het Westland en rond IJlewis veel minder worden getroffen. De meeste tuinders hebben daar eigen waterbasins. Bovendien worden veel met recirculatie-gevoel: het gebruikte water wordt hergebruikt. We verwachten dat de schade daar daarom beperkt zal blijven."



Daar zijn zonder twiifel de boom- en heestekwekers rond Boskoop, Waddinxveen en Hazerswoude. Een woordvoerder van LTO Nederland zegt dat de boomkwekers weinig of geen basins met water hebben, zodat zij voor de bevoeling van hun boompjes rechtstreeks aangewezen zijn op oppervlaktewater.

Het is moeilijk te zeggen in hoeverre de natuur te lijden heeft onder de inlaat van "zout" water. Veel ecologen beschouwen 300 milligram per liter niet als een hoge waarde waar de natuur een zware dreun van zal krijgen. Er valt voorlopig alleen over te flosoferen: Teerd Bonius van NIOO verkende het voormalige Delta-instituut - "Het hangt af van de duur van de aanwezigheid van het brakke water en of het gaat accumuleren."

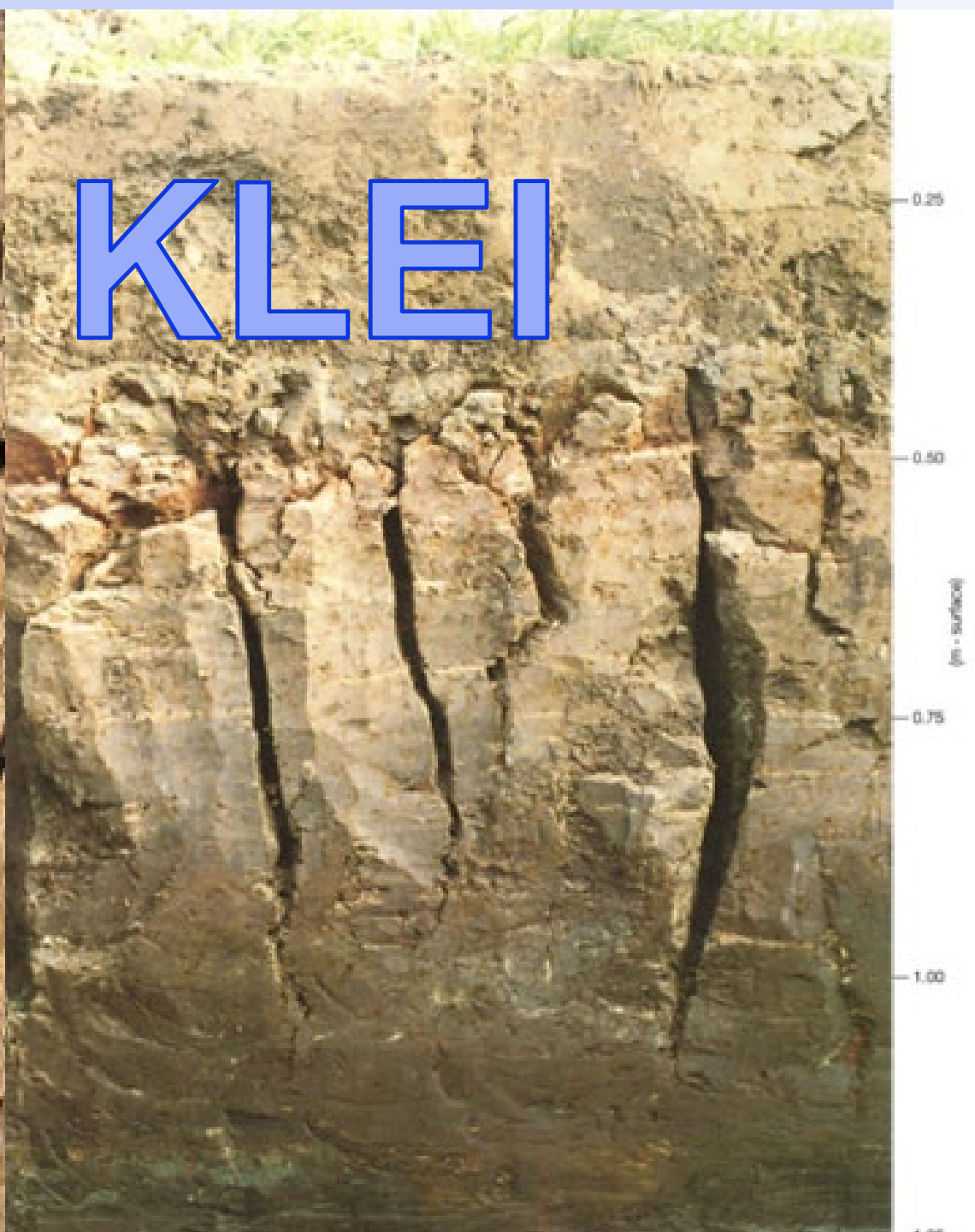
De waterschappen zullen proberen de stroom zout water zo te regelen, dat de kwetsbaarste regio's ontzien worden. Daar zijn zonder twiifel de boom- en heestekwekers rond Boskoop, Waddinxveen en Hazerswoude. Een woordvoerder van LTO Nederland zegt dat de boomkwekers weinig of geen basins met water hebben, zodat zij voor de bevoeling van hun boompjes rechtstreeks aangewezen zijn op oppervlaktewater.

De waterschappen zullen proberen de stroom zout water zo te regelen, dat de kwetsbaarste regio's ontzien worden. Daar zijn zonder twiifel de boom- en heestekwekers rond Boskoop, Waddinxveen en Hazerswoude. Een woordvoerder van LTO Nederland zegt dat de boomkwekers weinig of geen basins met water hebben, zodat zij voor de bevoeling van hun boompjes rechtstreeks aangewezen zijn op oppervlaktewater.

De waterschappen zullen proberen de stroom zout water zo te regelen, dat de kwetsbaarste regio's ontzien worden. Daar zijn zonder twiifel de boom- en heestekwekers rond Boskoop, Waddinxveen en Hazerswoude. Een woordvoerder van LTO Nederland zegt dat de boomkwekers weinig of geen basins met water hebben, zodat zij voor de bevoeling van hun boompjes rechtstreeks aangewezen zijn op oppervlaktewater.

De waterschappen zullen proberen de stroom zout water zo te regelen, dat de kwetsbaarste regio's ontzien worden. Daar zijn zonder twiifel de boom- en heestekwekers rond Boskoop, Waddinxveen en Hazerswoude. Een woordvoerder van LTO Nederland zegt dat de boomkwekers weinig of geen basins met water hebben, zodat zij voor de bevoeling van hun boompjes rechtstreeks aangewezen zijn op oppervlaktewater.

DROGE KLEI





Gisteren, 17:48

Dronten kiest voor goedkopere oplossing voor Rietweg

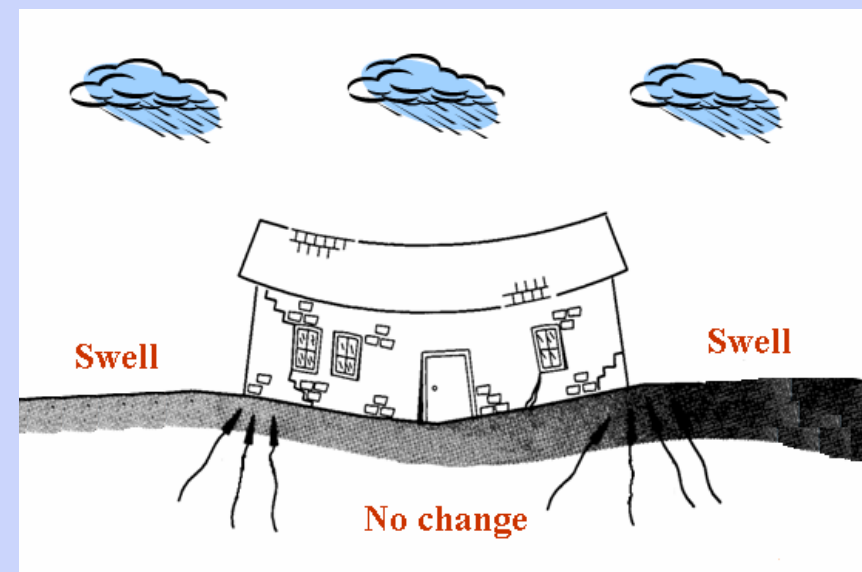
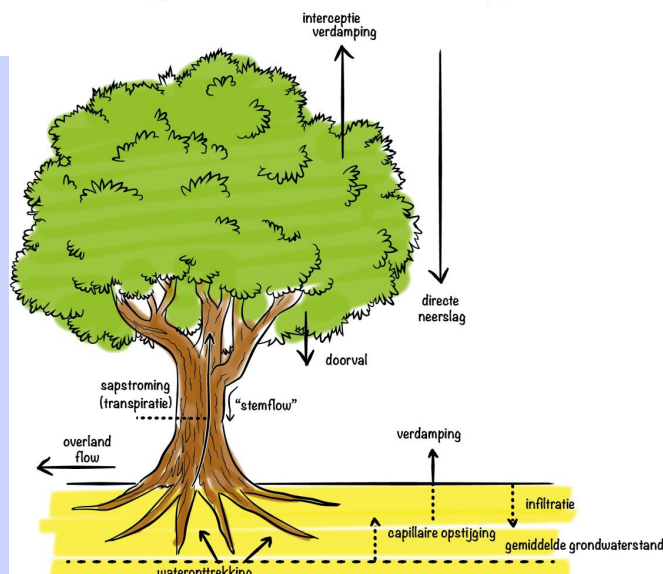
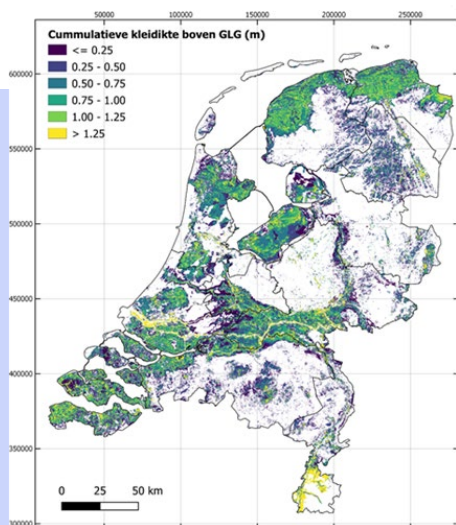
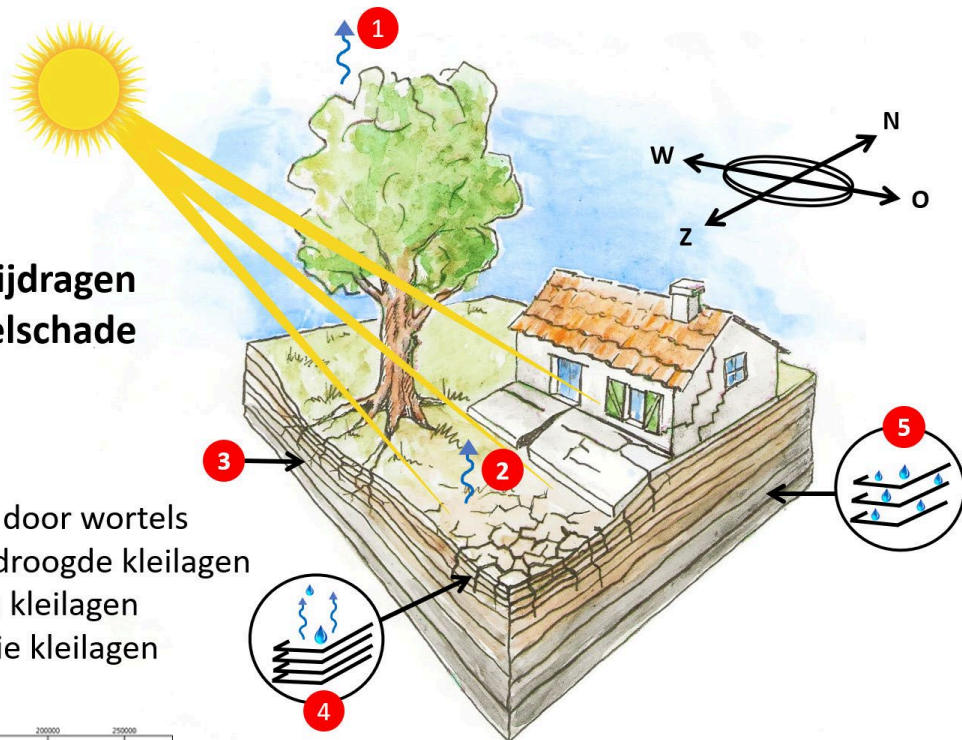
Oorzaak: zand in uitgedroogde kleilaag gezakt

De kleilaag is volgens onderzoek de oorzaak van de verzakkingen. De laag is ingedroogd en gescheurd, waardoor zand uit de laag erboven in de scheuren is gezakt. De verzakkingen ontstonden vanaf 2018 tijdens de warme en droge perioden. Omdat de weg in het afgelopen jaar niet is verzakt gaat Van der Torren er vanuit dat de kleilaag verzadigd is en vermengd met zand. Daarom verwacht hij dat onderhoud ook mogelijk is, zonder dat de kleilaag wordt verwijderd.

“jonge” zeelei

Factoren die bijdragen aan krimp-zwelschade

1. Transpiratie
2. Verdamping
3. Wateropname door wortels
4. Ondiepe uitgedroogde kleilagen
5. Diepe vochtige kleilagen
6. 4, 5 Mineralogie kleilagen



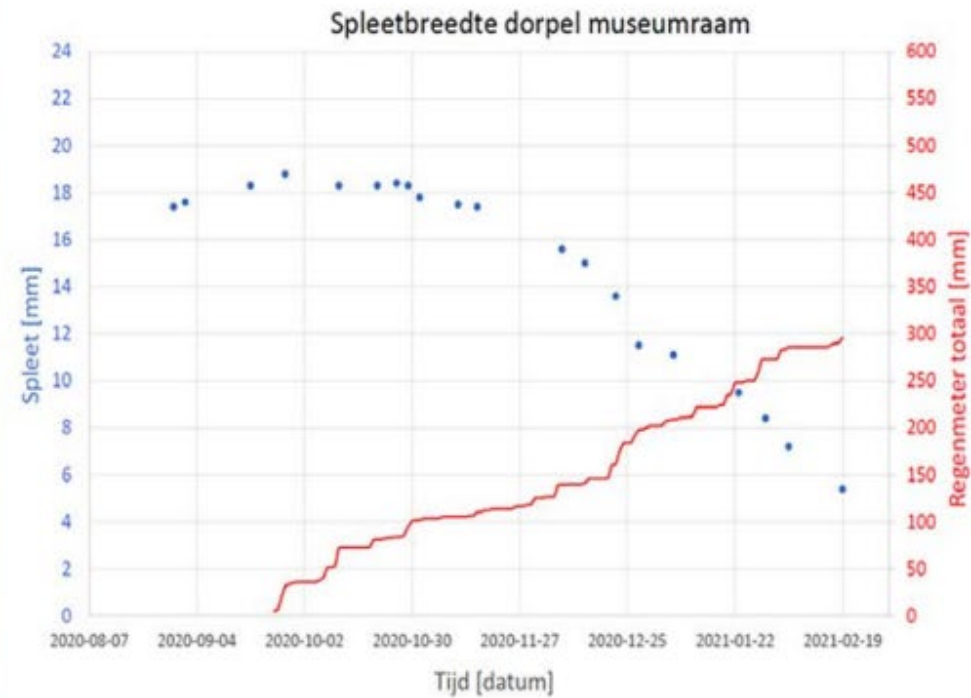
Rekken:

CODE ROOD!!

Schade door Krimp-zwel. Deze Boerderij is meer dan 100 jaar oud en direct ("op staal") gefundeerd op klei. Tijdens droogte 2018 ontstond ernstige scheurvorming
(Kees van der Werf, Cock Blom)

“KRIMP ZWEL” LIJKT NA 2018 RELEVANTER TE WORDEN

R. Stuurman / H. Kooi / R. Melman / K. van der Werf / C. Blom



Foto's van scheur opening en sluiting t.g.v. krimp-zwel en metingen ter plaatse (spleetbreedte, neerslag en grondwaterstand). (Foto's: Kees van der Werf)



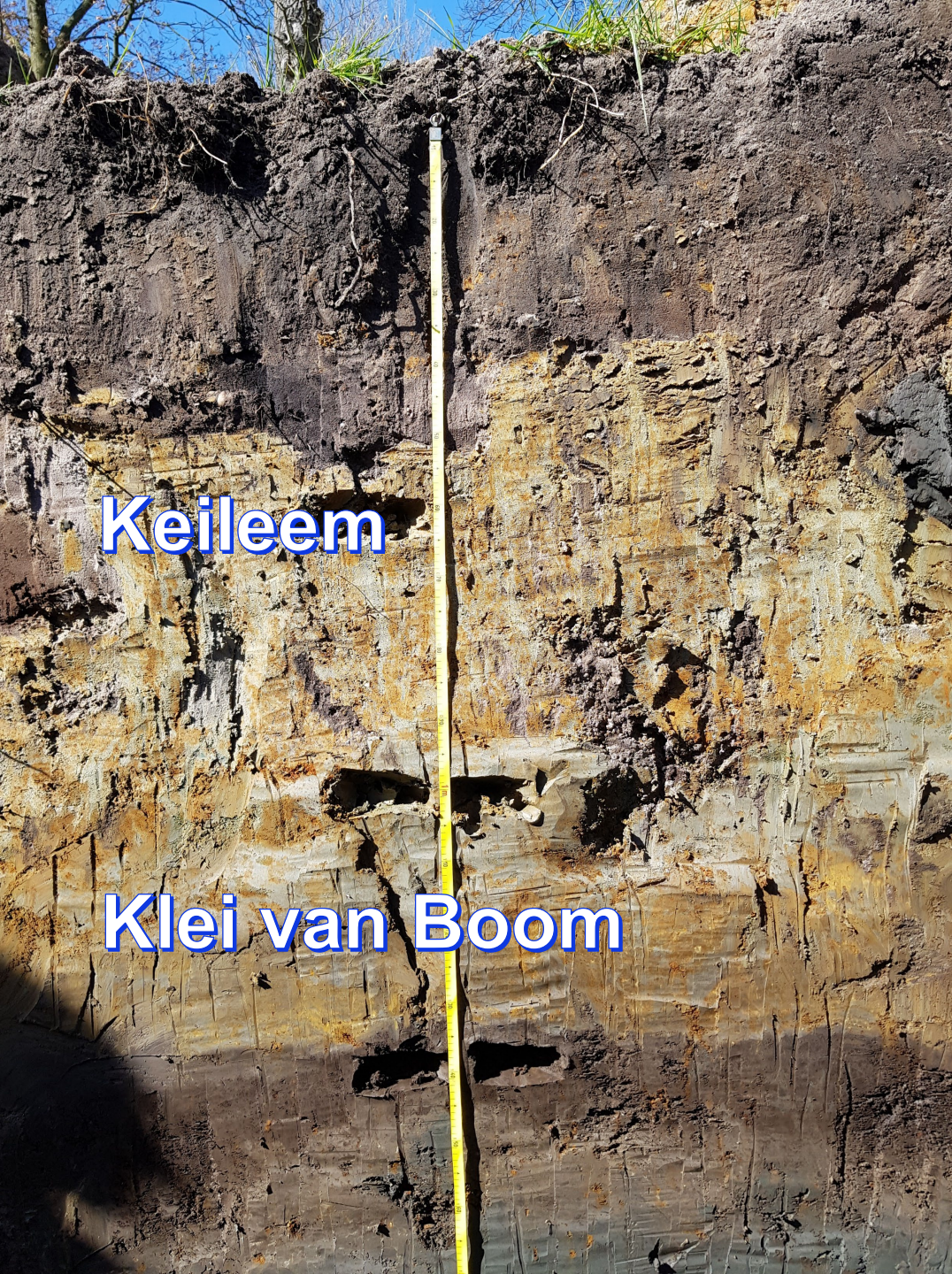
Deltares

VITO enabling delta life

Mercedes-Benz

NL VBB-08-B

HOOGENDIJK



Keileem

Klei van Boom



Onderzoek
ondergrond
en
Monstername





Aanbrengen horizontale
vochtbarrière

Houten paalfundering in kleigebieden ook kwetsbaar voor droogte

A close-up photograph of a wooden pile foundation in a clayey area. The wood is heavily decayed, with a large section missing, revealing the internal structure. The surrounding soil is dark and moist, indicating a clayey environment. The text is overlaid in blue with a white outline.

- Paalaantasting of negatieve kleef?
- Rioollekkage?
- Peilverlaging ruilverkaveling?
- Bouwwerkzaamheden?
- Ouderdom?
- Klimaat? Meer verdamping?

Schade aan fundering St. Martinuskerk Reahûs



Noordgevel, meest westelijke raam, 2014

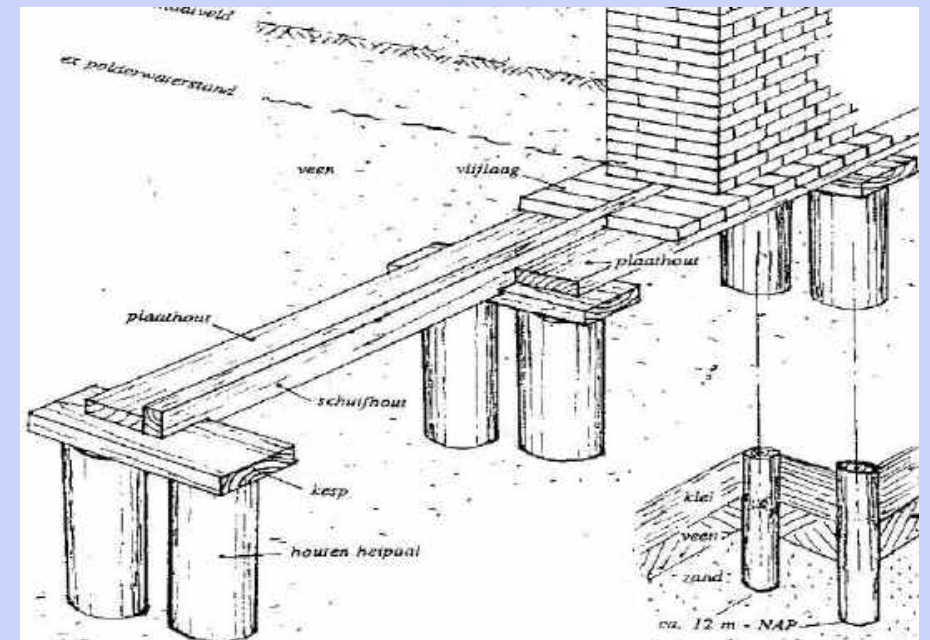
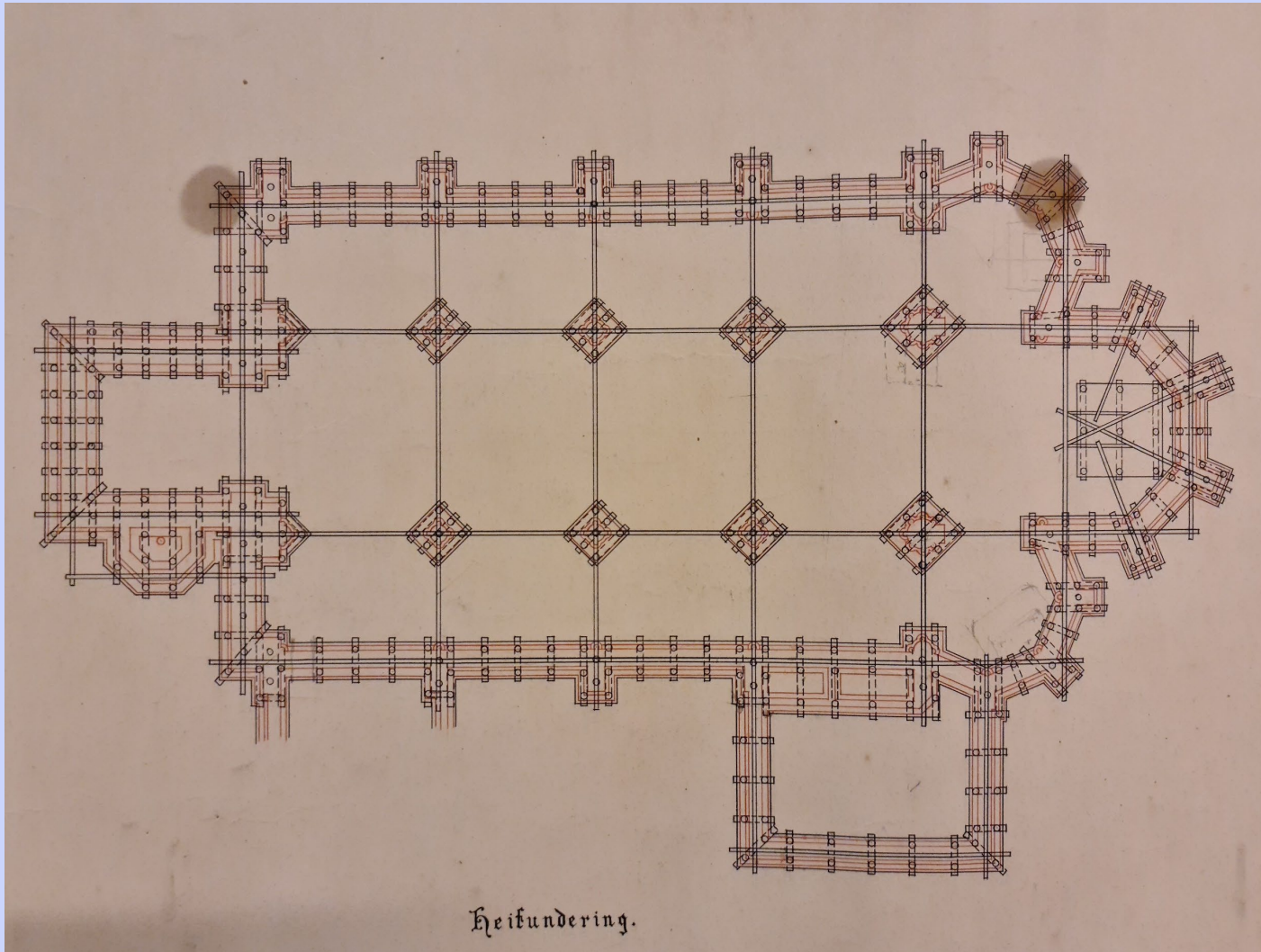


Noordgevel, meest westelijke raam, 2014

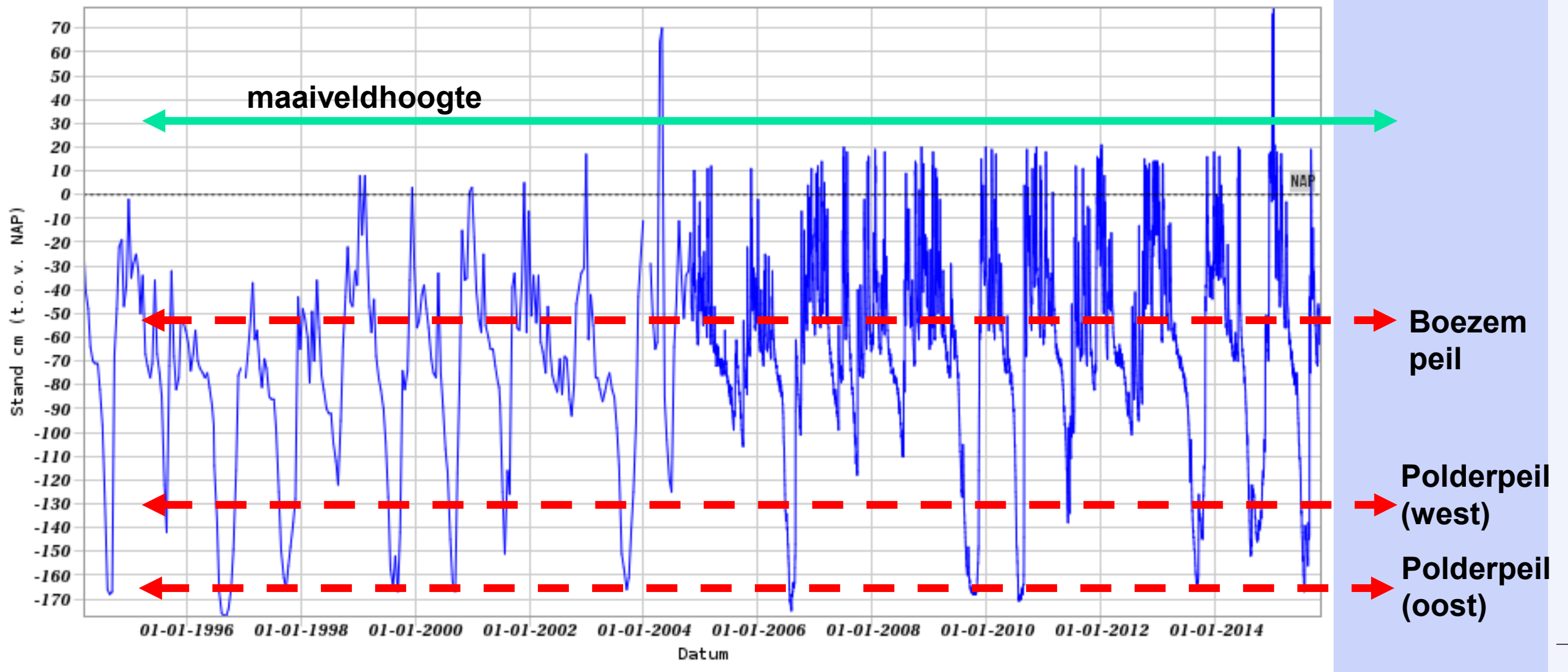


kerklogatie

- 405 palen
- Amsterdamse opstelling (tekening uit archief JoostdeVree)



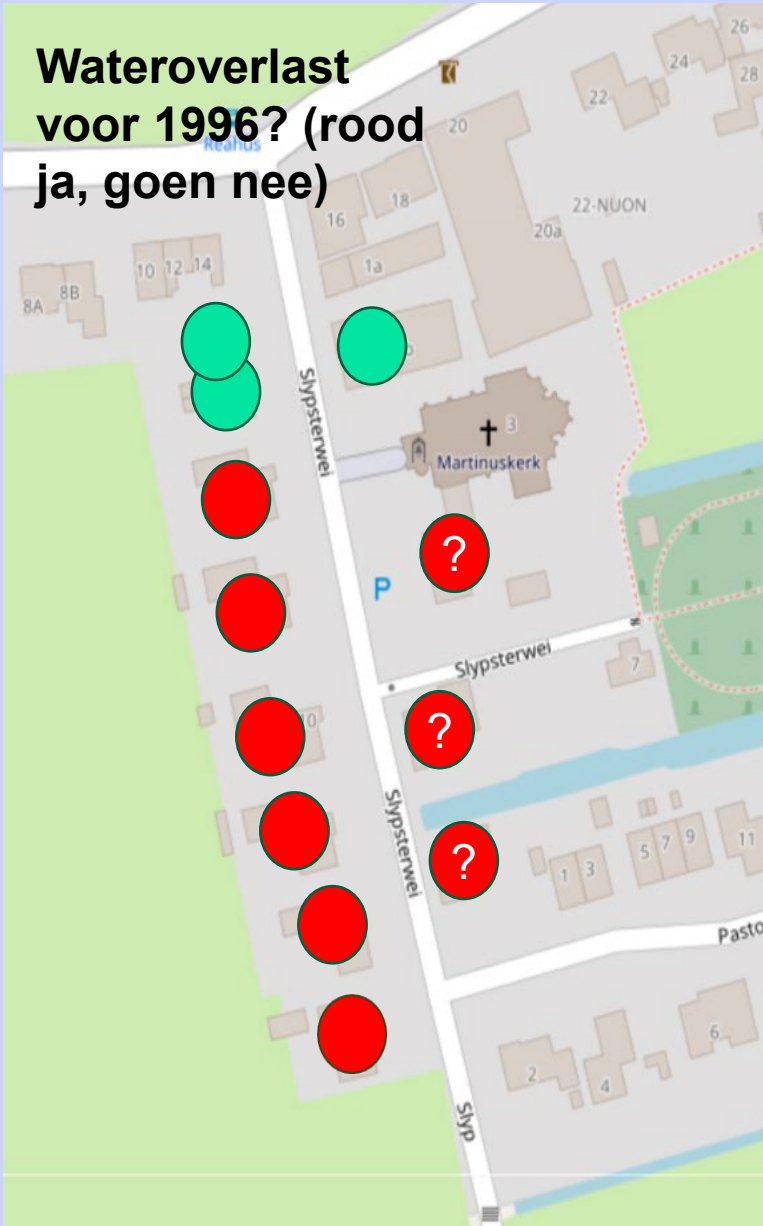
Zeeklei Friesland: Ondiepe(freatische) grondwaterstand 1994-2015



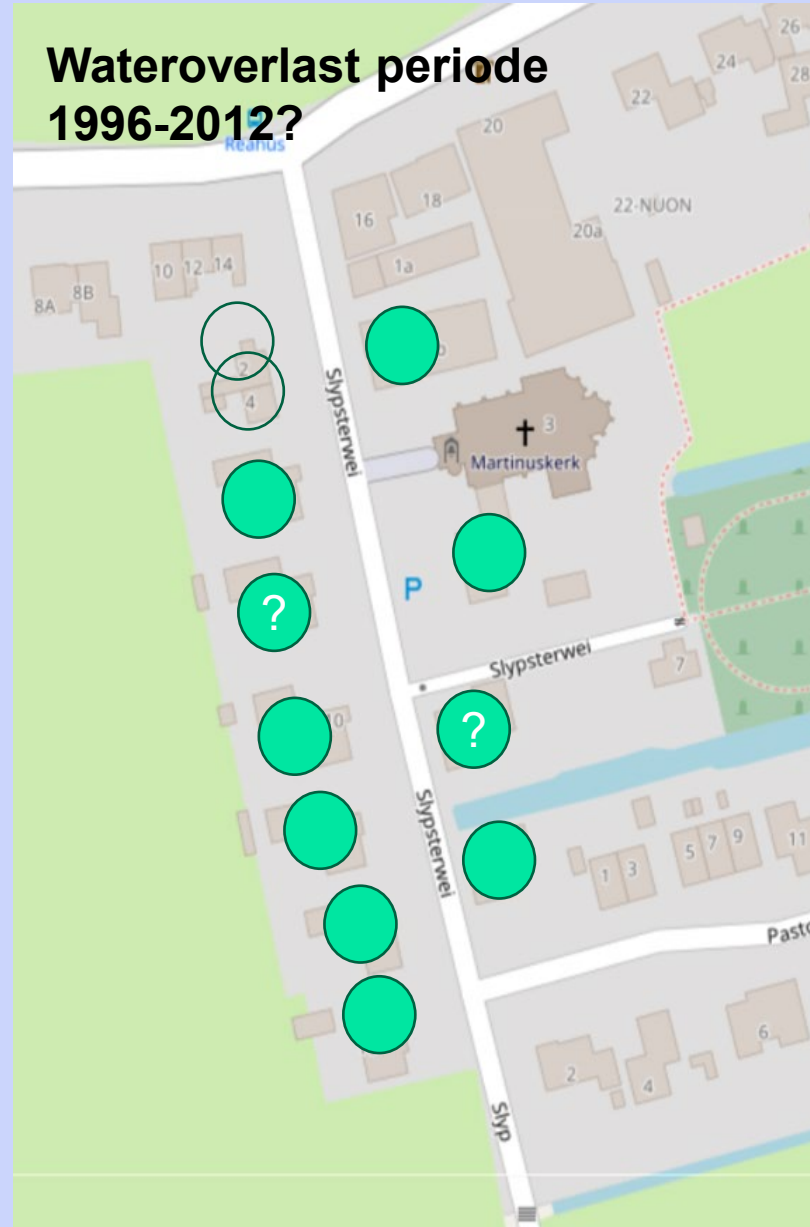
Proefkuil



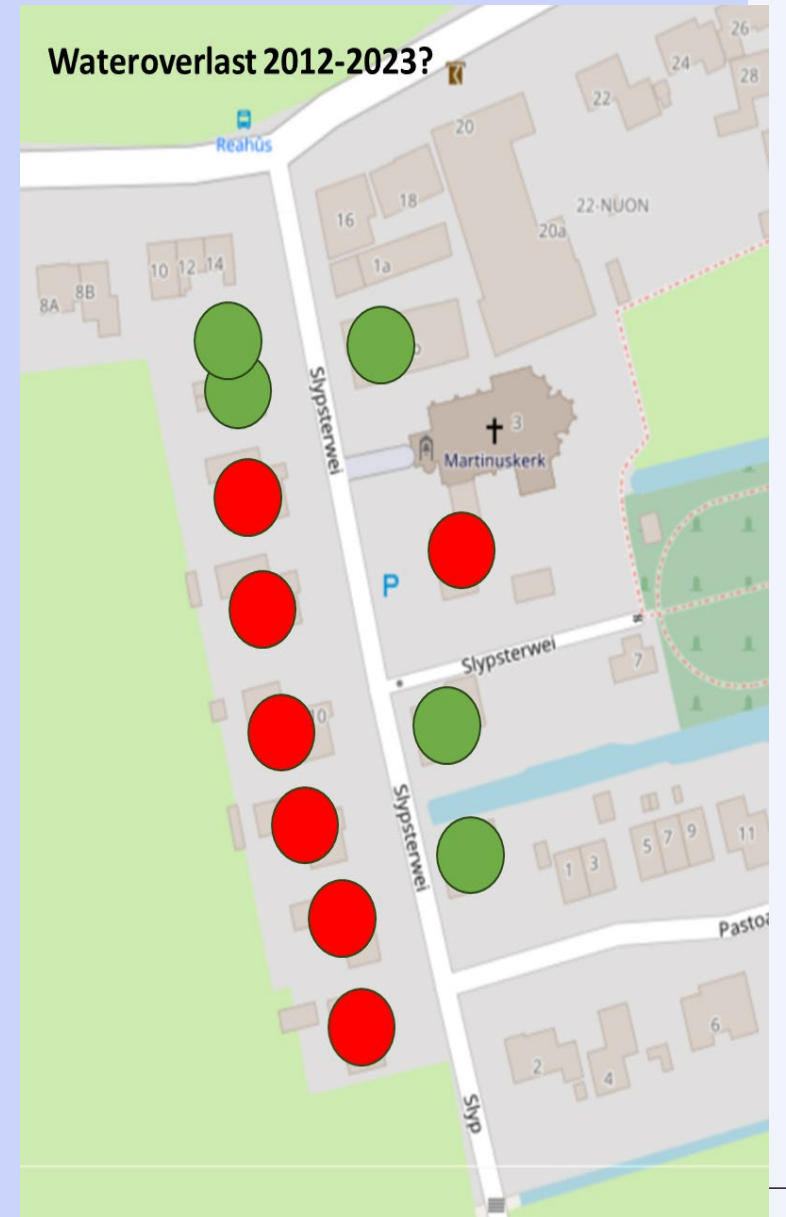
**Wateroverlast
voor 1996? (rood
ja, goen nee)**

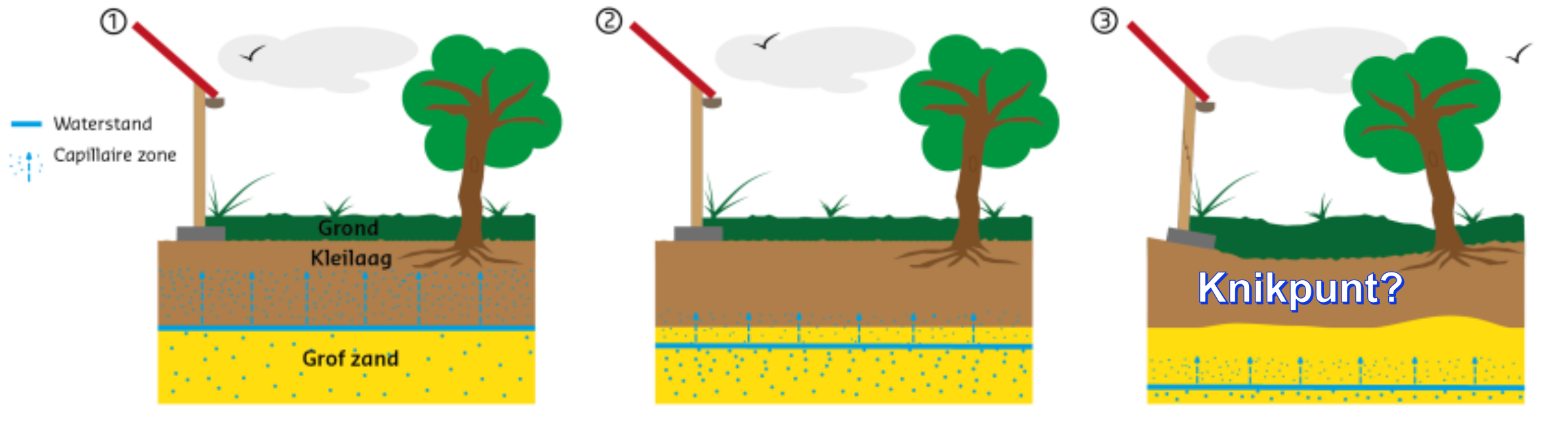


**Wateroverlast periode
1996-2012?**



Wateroverlast 2012-2023?





- Het is niet duidelijk hoe de “extreme” uitzakking van de grondwaterstand tijdens droogte samenhangt met andere invloeden
 - Rol verharding?
 - Rol mogelijke grondwater drainage riolsysteem?
 - Rol waterpeilen omgeving? (o.a. Ruilverkaveling)?
 - Lage rivierpeilen?

Amstelveen (zeeklei)

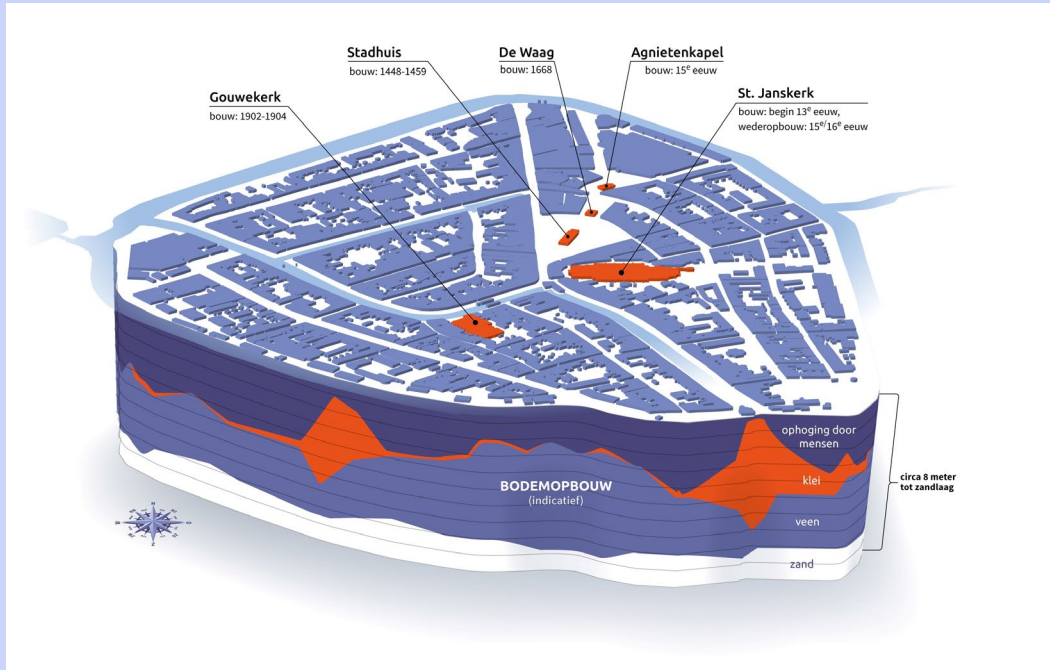
Dicht buisdrainagenetwerk en “holle” waterspiegel

- Grondwaterstand winter 50-60 cm onder maaiveld
- Grondwaterstand in droge zomer meer dan 200 cm onder maaiveld, 100-150 cm onder slootpeil.
- Holle waterspiegel
- Hoe lang is mijn betonnen oplegger?

DROOG VEEEN MAAIVELDDALING



Klei (of ophooglaag) op veen



- ❑ Gouda: Bestaande bouw erg moeilijk te behouden: bodemdaling door verzadigd veen onder antropogeen dek (kan ook klei zijn). Gemengde funderingen (houten palen, op staal) heeft geleid tot vrijwel onmogelijk (grond)waterbeheer.

Hoe bestrijd je de “holle” grondwaterstand?

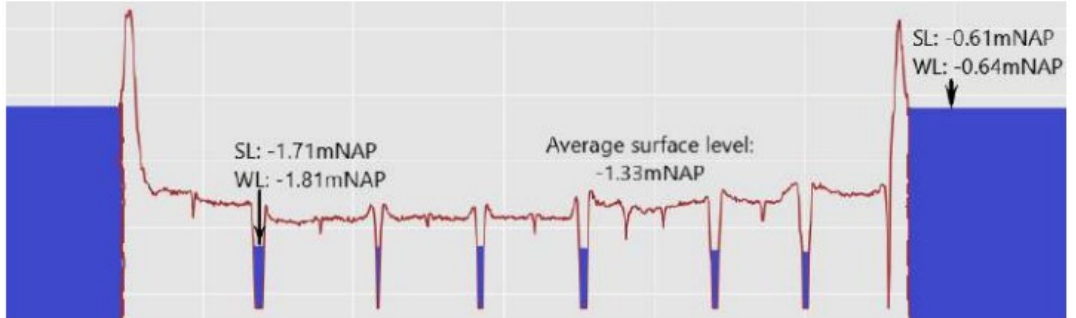
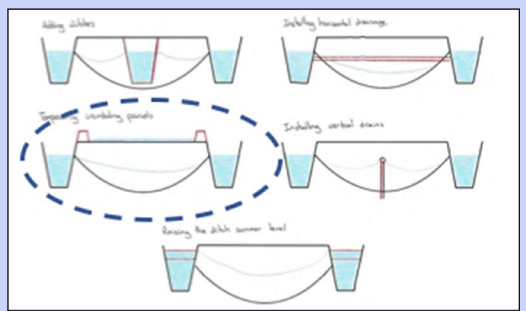
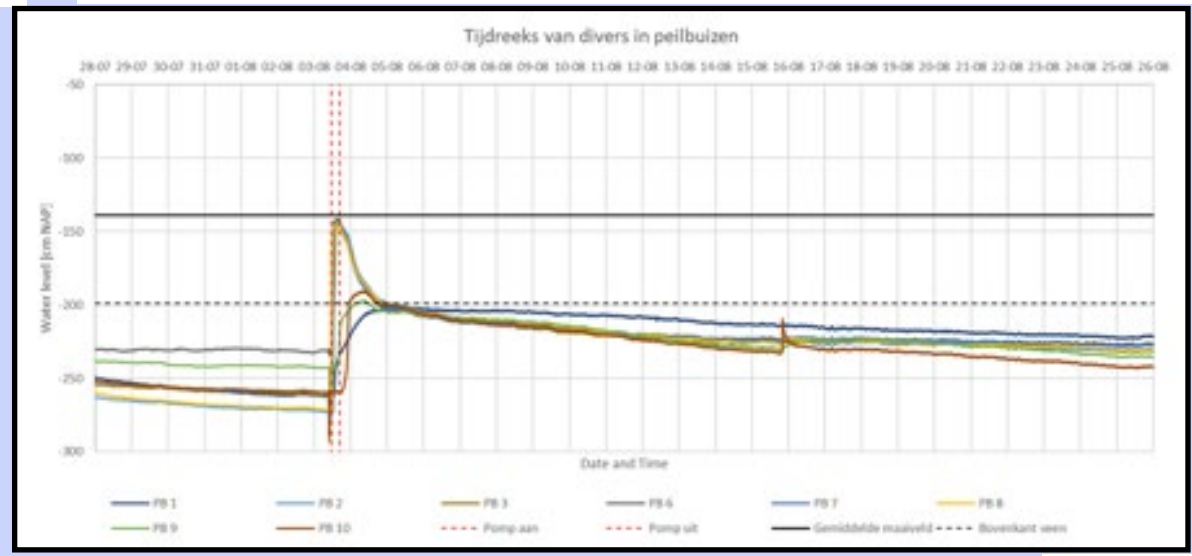
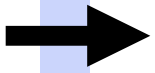
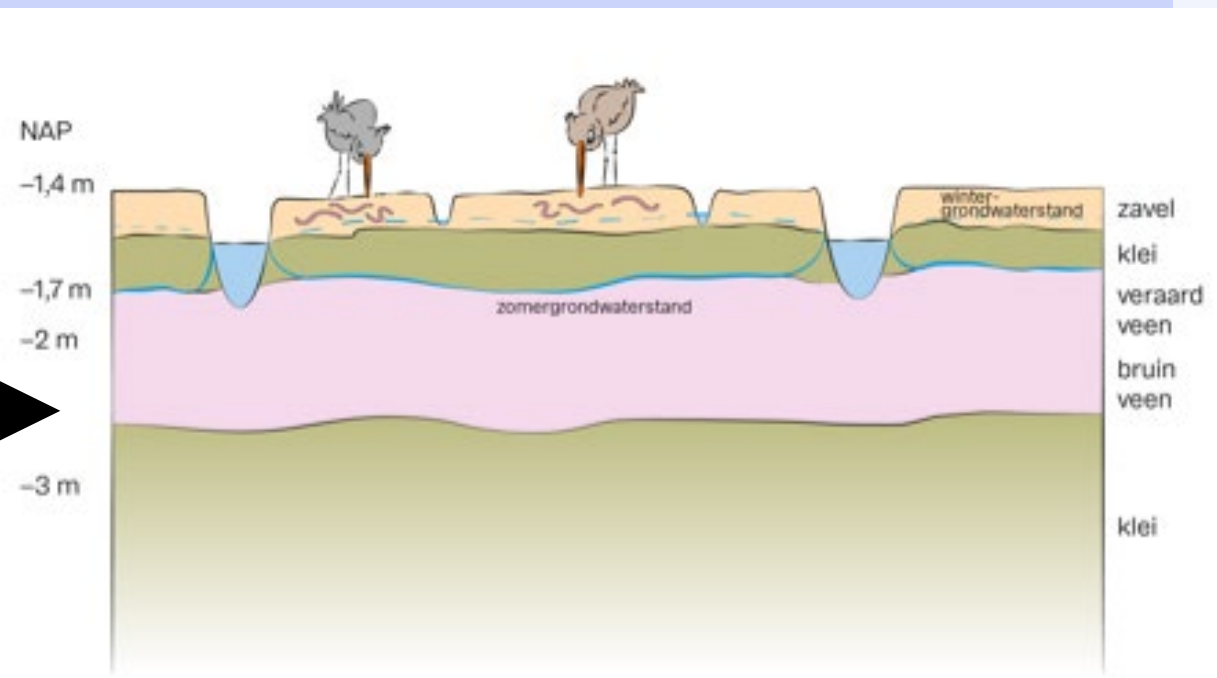
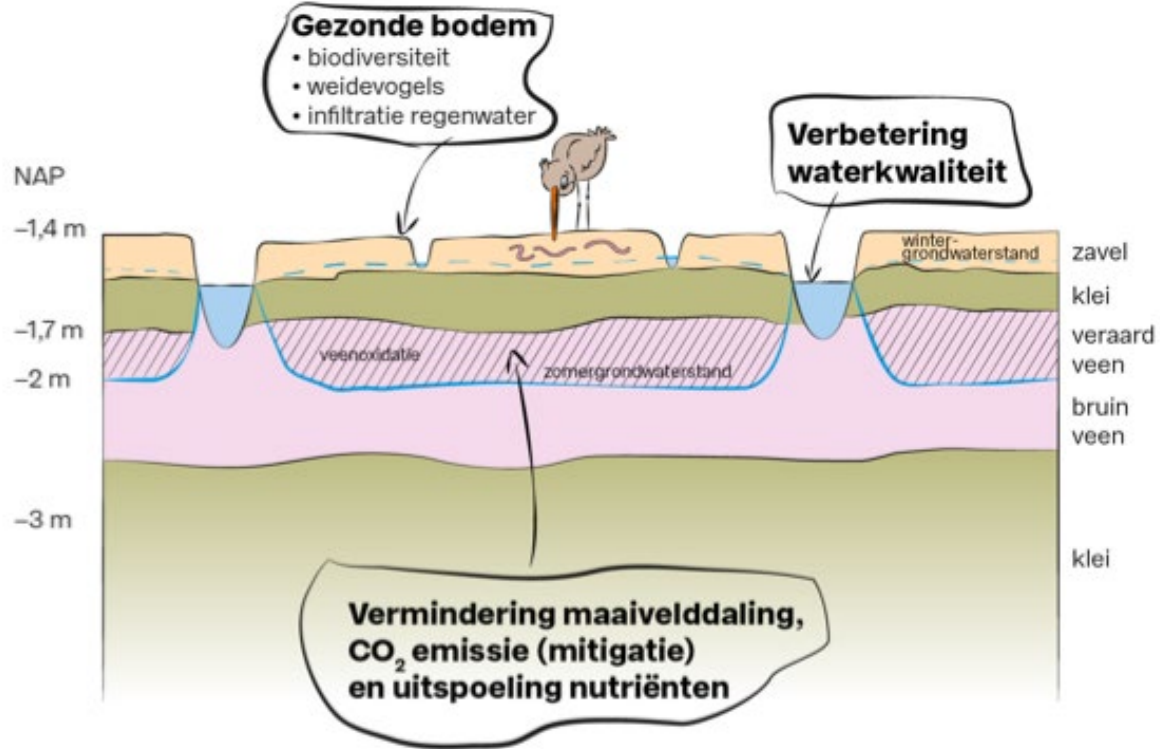


Figure 2.2: Height transect A-B (left to right) of the Zwanburgerpolder in which the summer and winter water levels can be seen [AHN, 2019].

Experimenteren met vernatting





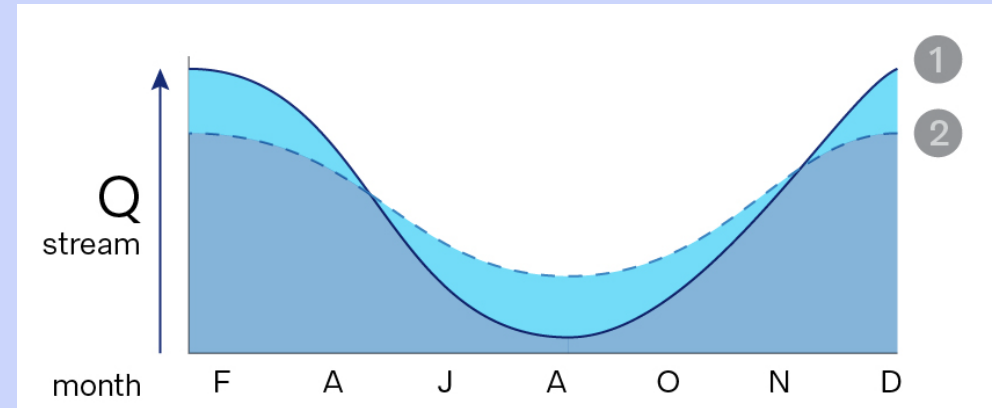
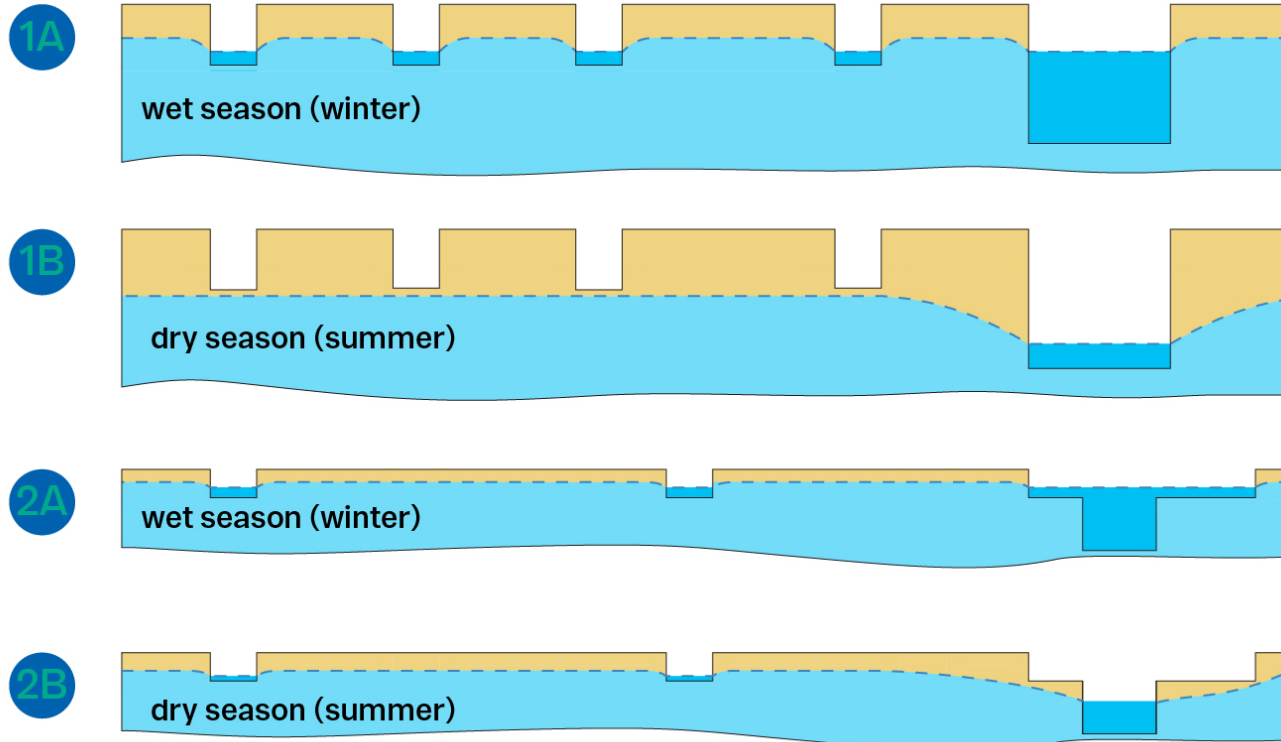


DROOG ZAND

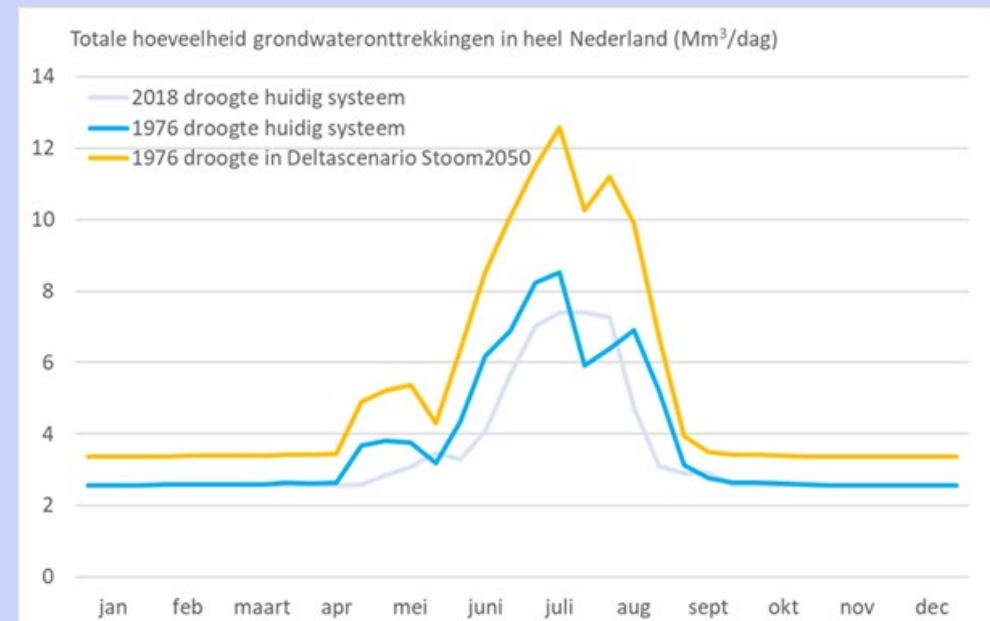
- DROOGVALLENDE WATERLOPEN
EN VIJVERS***
- TOENEMENDE IRRIGATIEVRAAG***

Herstel grondwatersysteem is noodzakelijk

- ❑ Vermindering grondwateronttrekking
- ❑ Aanpassen drainage systeem



1. Huidige situatie
2. Gewenste situatie



Handelingsperspectief? (hoe stop je “verholling”)

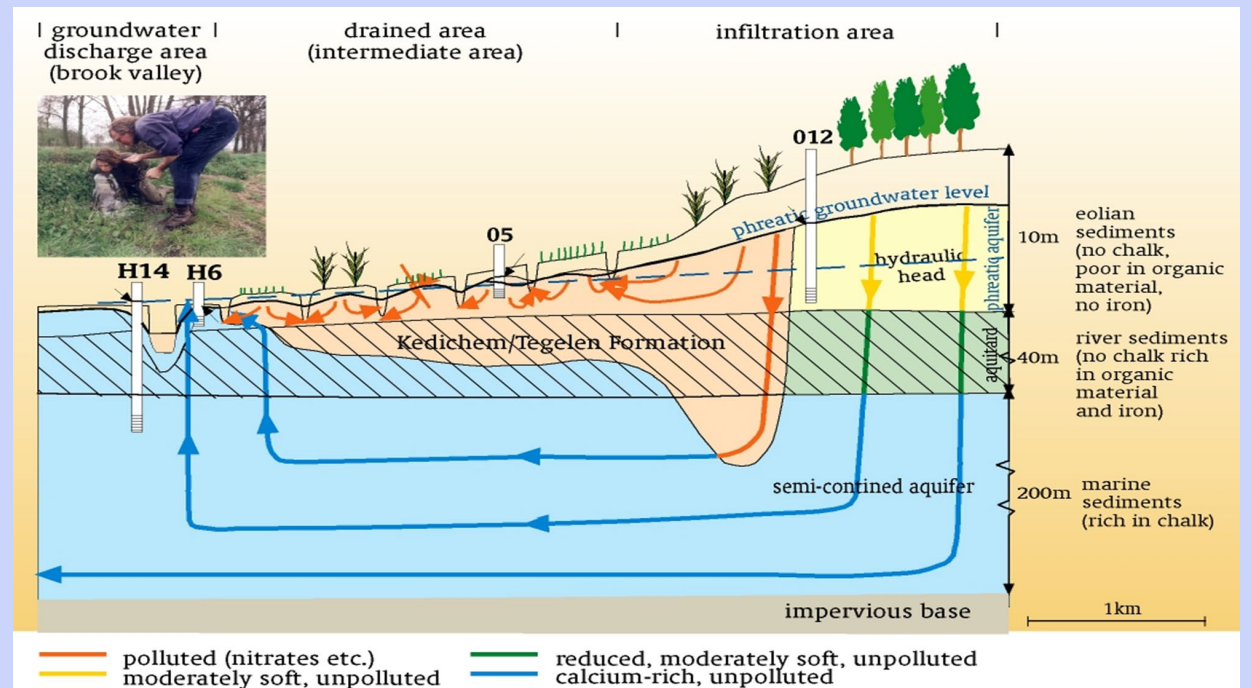
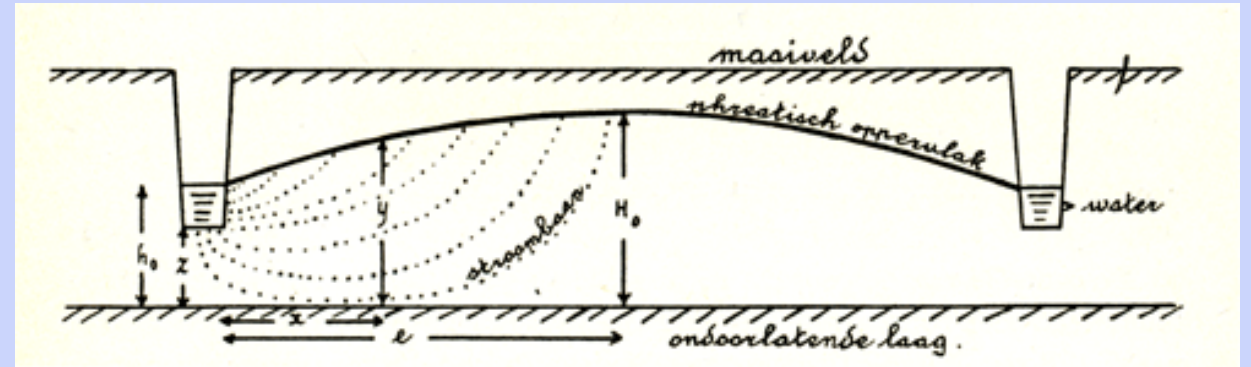
- ❑ **Stoppen verdamping? Reduceren verdamping**
 - Lokaal rond gebouwen (meestal) effectief
 - Op wijk en gemeenteschaal moeten we leven met extra verdamping
- ❑ **Compenseren verdamping**
 - Bevloeien en Beregenen effectief. Maar ,,,,,waterbron vaak een knelpunt. Echter, genoeg RWZI water. Of “winterwater” hiervoor opslaan.
 - Drip-irrigatie kan werken. Maar vraagt om veel water.
 - Aanvoer vanuit oppervlaktewater (bijvoorbeeld onderwaterdrainage) weinig effectief en erg kostbaar. *Ik sta sceptisch t.o.v. actief grondwaterpeil beheer*
- ❑ **Optimaliseren grondwater drainage**
 - Probeer de grondwaterstand zo hoog mogelijk te houden voor dat de verdampingsperiode begint.
 - m.b.v. compartimentering (bijvoorbeeld met behulp van damwanden, WATERVRAAG?)
- ❑ **Aanpassen fundering**
- ❑ **Droogtebestendige aanleg wegen en gebouwen**
- ❑ **Aanpassen groenvoorziening**
 - Bomen en gevels? Of, groen en gevels?
 - Stop irrigatie. Kies voor de overlever 's.
- ❑ **Reduceer grondwateronttrekking. Vooral in de zomer.**

Mogelijke maatregelen om zomergrondwaterstand te ververhogen

vernattingsmaatregel	Beschrijving en beoordeling
1. Slooppeilverhoging	<i>De relatie grondwaterstand en oppervlaktewaterpeil blijkt gering te zijn. Een verhoging zal weinig bijdragen.</i>
2. (Winter) drainage verminderen	<i>De ontwateringsgreppels verwijderen zal het terrein plas-dras maken. Dit is vanuit agrarische en bodemkundig standpunt minder gewenst.</i>
3. Slootafstand verkleinen	<i>Dit lijkt theoretisch gunstig, maar waarschijnlijk in de praktijk minder. Dit door de hoge intree-weerstand van de slootbodem en dominante rol van verdamping. Daarnast kost het land en wordt het gebruik minder praktisch.</i>
4. Onderwaterdrainage aanleggen	<i>Onderwaterdrainage (direct tussen sloten) en drukdrainage lijken theoretisch ook opties. Echter, deze zijn kostbaar en vergen veel onderhoud.</i>
5. Drukdrainage	
6. Moldrainage aanbrengen	<i>Vergelijkbaar met onderwaterdrainage. Stevige grond is echter noodzakelijk. Hier ongewenst door sterke bodemverstoring.</i>
7. Beregenen	<i>In deze situatie een goede oplossing als de grondwaterstand wordt beheerd door het verdampingsverlies vanaf een zeker moment regelmatig (wekelijks?) door beregening aan te vullen. Kostbaar en arbeidsintensief.</i>
8. Kwelinvloed vergroten	<i>In kwelgebieden kan eventueel de kwelinvloed worden vergroot. Bijvoorbeeld m.bv. verticale drains ("grindpalen"). Nadeel is dat de kleilaag voor altijd "beschadigd" wordt.</i>
9. Slootwegzijging vergroten	<i>In de Zwanburgerpolder blijkt de doorlatendheid van het veenpakket onverwacht groot. Het steile verhang van de grondwaterstand langs de sloot toont dat het slootwater t.g.v. een hoge slootbodemweerstand nauwelijks kan toestromen. Mogelijk kan "openen" van de slootbodem deze toestroom verhogen. Onderzoek gewenst. Kan dit werken?</i>
10, (Zomer-) inundatie	<i>In dit artikel beschreven als een eenvoudige en goedkope oplossing. Planning en optimalisatie verder noodzakelijk.</i>
11. Verminderen verdamping	<i>Verdamping is de belangrijkste oorzaak van de daling tijdens de zomer</i>

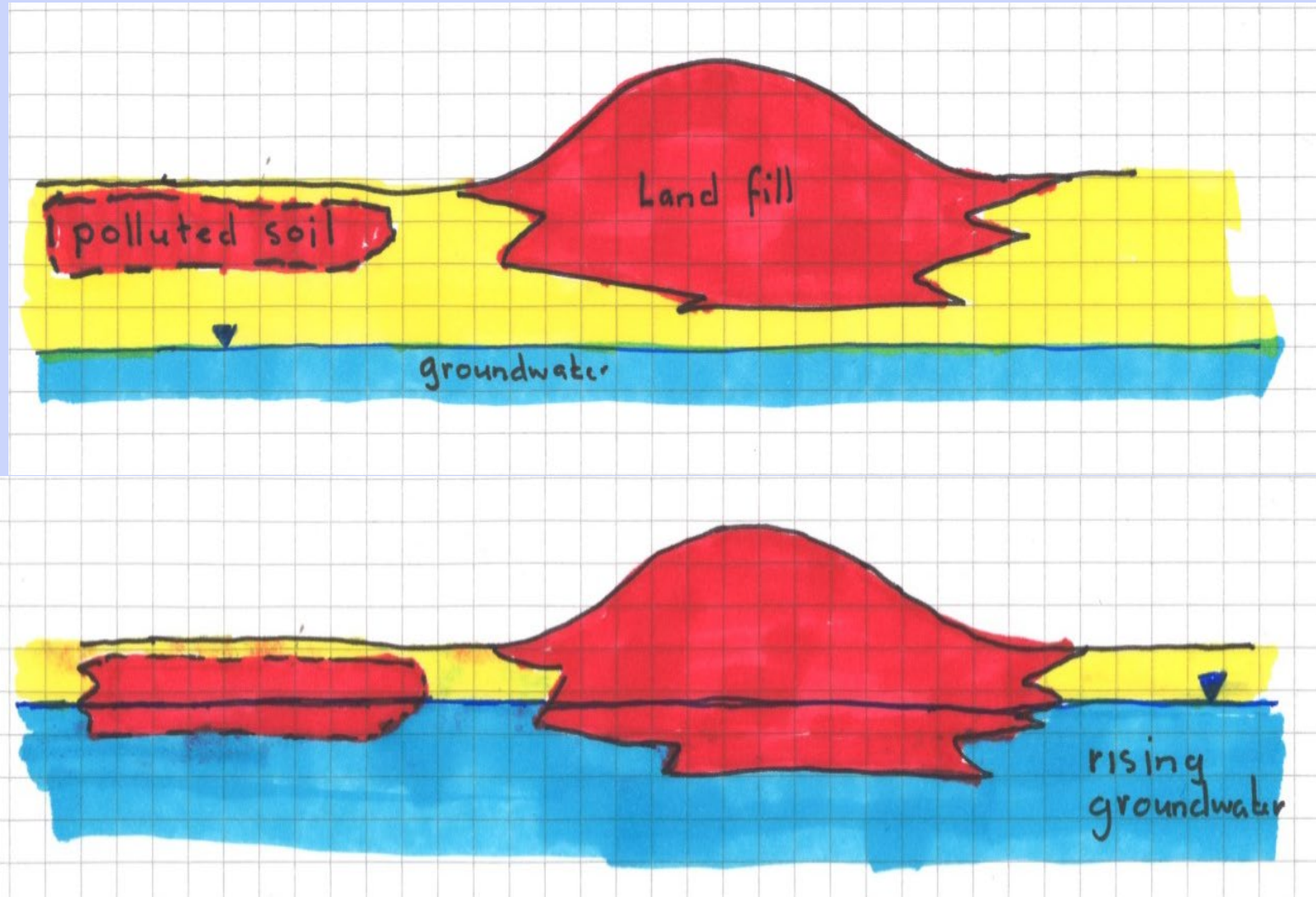
Kort iets over te hoge grondwaterstanden

- ❑ Toename winterneerslag?
- ❑ Stopzetting grondwateronttrekking
 - ❖ Renovatie lekke riool
 - ❖ Damwanden?
- ❑ Vermindering grondwaterdrainage
 - ❖ Geleidelijke verstopping drainagebuizen
 - ❖ Dichtgooien greppels
- ❑ Combi's
 - ❖ In verleden sprengen, beken dichtgegooid omdat deze door onttrekking geen water meer afvoerden. Nu weer nodig.

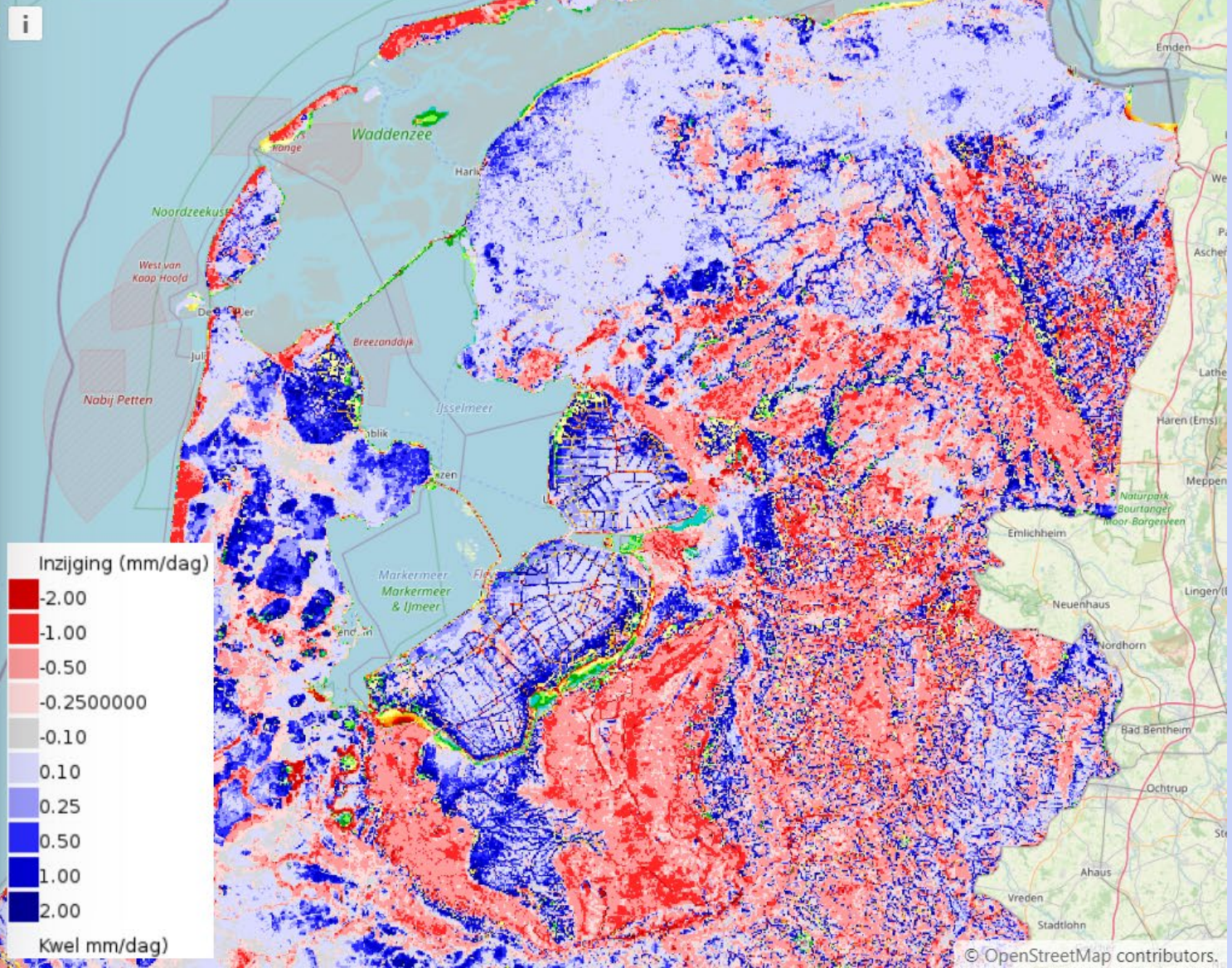


Rising groundwater levels (by sea level rise) can mobilize and transport pollutants.

All landfills are in the Marshland area. Fill is often polluted.



Zoek een plaats in Nederl...



- (m3/ha/jr)
- LHM3.4 Gemiddelde kwel-inzijing 1998-2006 (mmd)
- LHM3.4 GHG 1998-2006
- LHM3.4 GLG 1998-2006
- LHM4.1 Actuele verdamping 1981-2010 (mm/jaar)
- LHM4.1 Actuele verdamping 2011-2018 (mm/jaar)
- LHM4.1 Gemiddelde grondwateraanvulling 1981-2010 (mm/dag)
- LHM4.1 Gemiddelde grondwateraanvulling 2011-2018 (mm/dag)
- LHM4.1 Gemiddelde kwel-inzijing 1981-2010 (mm/dag)
- LHM4.1 Gemiddelde kwel-inzijing 2011-2018 (mm/dag)
- LHM4.1 GHG 1981-2011
- LHM4.1 GHG 2011-2018
- LHM4.1 GLG 1981-2011



Openbaar terrein langs hoogbouw biedt kansen om regenwater te bergen en te infiltreren. Met geringe kosten kan het bestaande regenwaterbuizennetwerk worden gebruikt.

Deltares



Riool

Slokop

In dit ontwerp worden de bestaande afvoerpijpen in/onder het plantsoen doorgezaagd. De afvoer via de slokop kan ook via bestaande leiding.



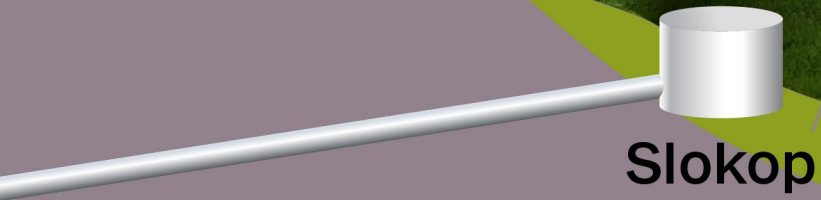
Riool

Slokop

In dit ontwerp worden de regenpijpen doorgezaagd en stroomt het regenwater via geultjes naar de hoofdgeul. De afvoer via de slokop kan via bestaande leiding.



Riool

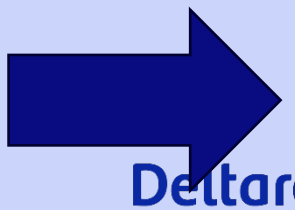


Slokop

Situatie na droogval.

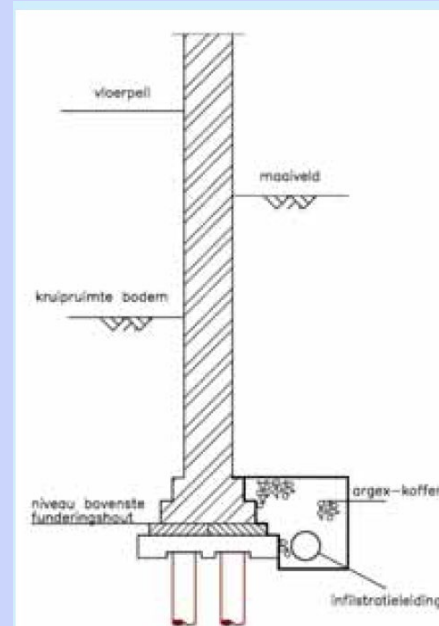
Nog meer oplossingen: Case studies in The Netherlands Klimaat en erfgoed met maatregelen

	Motte of Montferland,	City mound of Vlaardingen,	Vondelpark (Van Eeghenstraat) Amsterdam	Leidse Rijn area.	Church and houses, Friesland	Weiwerd in Delfzijl
Era	Medieval, >1000AD	Roman period	>1800	Roman period	>1900	
Object to preserve	Motte	Mound on top of sand ridge	Building on wooden piles	Area where Roman ship was found	Monumental building	Wierde/terp
(in situ) preservation of	Shape of the mound	Underground organic cultural deposits	(wooden foundation of) monumental buildings	Preservation of ground and possible artefacts	(wooden foundation of) monumental buildings	Preservation of wierde, ground and possible artefacts
Implemented SUDS	subsurface runoff, bioswales, IT drainage and rainwater gardens	Advice for permeable pavement	IT drainage, sheetpiling	Swales, permeable pavement, crates, subsurface runoff	IT drainage and crates	No dig/ gully free area, subsurface runoff



Nog meer oplossingen: Case Friesland: wooden foundation. Solution: Surface water IT drainage

- IT drainage constructed 2005 at 3 houses and a church direct around the (wooden) foundation
 - Diameter 125 mm in granulate storage of 400x400 mm Argex
- Pump regulated from surface water to basin that is in direct contact with the IT drainage



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Procedia Engineering 209 (2017) 34–41

**Procedia
Engineering**

www.elsevier.com/locate/procedia

Urban Subsurface Planning and Management Week, SUB-URBAN 2017, 13-16 March 2017,
Bucharest, Romania

Good practices in cultural heritage management and the use of
subsurface knowledge in urban areas

Johannes de Beer*, Floris Boogaard^{1,2}

*Geological Survey of Norway, PO Box 6315 Sluppen, Trondheim 7491, Norway

¹Hanze University of Applied Sciences Groningen, Zernikeplein 7, P.O. Box 30030, Groningen, The Netherlands

²Tauw BV, P.O. Box 133, 7400 AC Deventer, The Netherlands

Meer locaties: Klimaatadaptatie en kerken

The image shows a screenshot of the ClimateScan website interface. The browser address bar displays <https://climatescan.nl>. The page features a search bar with the text 'kerk' and a search icon. Below the search bar, a list of search results is shown, including 'Dooriatende verharding: Hoogkerk (Gemeente ...)', 'Limonade Fabriek, Streefkerk', 'Westerkerkstraat Hoogeveen', 'Liedekerke', 'De voormalige Vlienderlocatie - Heemskerk', 'Parkeerplaats kasteeltuin Assumburg - Heemsk...', 'Hillen acker - Heemskerk', 'Herinrichting Breedslaglaan - Heemskerk', 'Heliomare - Heemskerk', 'Realisatie Wadi Kerkwijkhof, West Nieuwland', 'St. Christoffel kerk Krimpen aan de IJssel (Kope...', 'Waterstorage Urbanus Kerk Amstelveen', 'Urbanuskerk Amstelveen', 'Afkoppelen Koningskerk Deventer', 'circulaire woningen Kerkrade', 'wadi en dooriatende verharding Kerkrade', 'Park kerkrade', 'Bergbezinkbassin Kerkrade', 'Wadi Ursulinepark Kerkrade The Netherlands', 'grootschalige dooriatende verharding kerkrade', 'gully free flow to stream Kerkrade The Netherl...', 'Groen schoolplein Schaepmanschool Ridderkerk', 'Swale and parking Ouderkerk The Netherlands', 'Wadis Nijkerk (speel BMP)', 'Rockflow buffer Horst aan de maas P2-Kerkeveld', 'Wadi Almkerk', and '? waterbergende weg maarten van heemskerck...'. The map shows the Netherlands with various colored markers indicating project locations. A filter menu is open on the right side of the map, showing categories such as 'Water', 'Heat', 'Nature (Biodiversity)', 'Urban Agriculture', 'Air Quality', 'Energy (Climate Mitigation)', 'People (Social and Economic Value)', 'Kunst met klimaatadaptatie', 'Architectuur', 'Bewustwording', 'Bedrijventerein/ Sustainable entreprene...', 'Circulaire economie', 'Burgerparticipatie', 'ClimateCafe.nl: Community Building', 'Cultureel Erfgoed', 'Proeftuin Klimaatadaptatie', 'Geschiedenis water en klimaat', 'Kansen voor Klimaatadaptatie', 'Health', and 'Climate Events - Learning From Trou...'. The URL in the browser address bar is <https://climatescan.nl/#filter-7-12>.

Samenvatting

- ❑ “you can't manage and design what you don't know”.
- ❑ Probeer de relatie tussen oppervlaktewater, grondwater, ondergrond (maaiveldaling) goed te begrijpen.
- ❑ Ga bij ontwerp niet uit van de huidige situaties. Neem veranderingen door klimaatverandering mee. Maar ook lsuiten van winningen, herstel lekke rioelen etc.
- ❑ Wees voorzichtig met gebruik bestaande (numerieke) modellen. Verzamel nieuwe veldgegevens.
- ❑ Edelman en EC meter mee!



Cultural Heritage and measures

Top 5 literatuur

1. Boogaard F., Wentink R., Vorenhout M., de Beer J., [Implementation of sustainable urban drainage systems to preserve cultural heritage – pilot Motte Montferland](#), Journal: Conservation and Management of Archaeological Sites (Download Current Citation: RIS BibTex, 05 Jul 2016, ID: 1182767, DOI:10.1080/13505033.2016.1182767).
2. de Beer J., Boogaard F.C., [Good practices in cultural heritage management and the use of subsurface knowledge in urban areas](#), Procedia Engineering Volume 209, 2017, Pages 34–41, Elsevier December 2017.
3. Matthiesen, H., F. Boogaard, J. de Beer, R. Dunlop, J. Hollesen, J. A. Jensen, and J. Rytter, 2017, Klimatilpasning og bevaring af kulturlag i byerne - erfaringer fra Bryggen i Bergen, in PK Madsen and I Wass (eds.) Nationalmuseets Arbejdsmark 2017. Copenhagen, National Museum of Denmark, p. 74-85.
4. Floris Boogaard, Jeroen Kluck , Govert Schoof, Michael Bosscher, [The need for INnovations for eXtreme Climatic EventS \(INXCES\), the progress of flood modeling case Bergen Norway](#), Procedia Engineering Volume 209, 2017, Pages 56–60, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.130>, Elsevier 2017 (video presentation: <https://www.youtube.com/watch?v=EY-ZIKIYEZw>), COST seminar Bucharest, 2017
5. Riksantikvaren 2015, [Monitoring mitigation management, the groundwater project ‘safeguarding the world heritage site of Bryggen in Bergen](#). ISBN 978-82-7574-085-2 (trykt). Written by Floris Boogaard: Chapter 10 Stormwater quality and sustainable urban drainage management Chapter 12 Maintenance and monitoring