

# Quick scan naar perforatierisico bij kabelaanleg van de Feldbissbreuk bij Limbricht

In opdracht van Tennet, i.s.m. Natuurmonumenten





# Onderzoek naar de ondergrond en grondwatersituatie in en rond het natuurgebied Grashoek (Natuurmonumenten)





# Uitvoerders



[redacted] (geofysica)



[redacted] (water, camera)

[redacted]  
(bodem en geologie)

[redacted] (grondwater,  
projectleiding)



# Doel van deze studie

- Op verzoek van Tennet en Natuurmonumenten voeren wij een onderzoek uit naar de mogelijke beïnvloeding van kwetsbare bronnen in het natuurgebied Grasbroek door aanleg van een ondergrondse elektriciteitskabel. De geohydrologie is complex door aanwezigheid van een breuk.
- Doel van het onderzoek: Uitsluitel geven over de mogelijke hydrologische beïnvloeding van het bronnengebied door aanleg van de kabel.
  - Deze aanleg bestaat in principe uit het graven van een geul van ca. 2 m diep en 2 meter breed ,
  - Indien een geul aanleg een risico vormt kan ook gebruik gemaakt worden van de zgn. rits methode. Hierbij kan de kabel zonder graven de bodem in worden getrokken (zoals bij aanleg drainagebuizen).
- Wij richten ons vooral op de zuidoostelijk gelegen bronzone die daar wordt omgeven door graanakkers. Hier is de nieuwe kabel gepland.

# Onderzoeksactiviteiten

1. Bestudering aangeleerde en aanvullende kaarten,data, teksten en rapporten;
2. Deskstudie TNO Geologische Dienst Nederland naar informatie over de breuken (breuken) op deze locatie (Armin Mencovic).
3. Een velddag (woensdag 18 augustus, en voorbereidend veldbezoek met [REDACTED] van Natuurmonumenten op 3 augustus)
  - a) Veld en sloot inventarisatie (roest, stroming),
  - b) Uitvoering van een aantal Electrisch-Magnetisch onderzoek raaien (levert EC, Elektrische Geleidbaarheid, beeld tot ca. 7m -mv, welke weer bepaald wordt door lithologie).
  - c) Uitvoering van een aantal ondiepe geologische boringen en,
  - d) Uitvoering van ERT (geofysische onderzoek) om ligging breuk in meer detail te bepalen.
4. Uitwerking resultaten velddag
5. *Uitvoering van een quick scan modelberekening om het (eventuele) grondwater drainerend effect van een leidingnet ontgraving (ritssluiting methode), of een sleuf loze ploegtechniek, door de breuk op de bovenstroomse omgeving te schatten. Hoe ver kan een eventueel drainerend effect van deze ca. 2x2 meter breukdoorsnijding invloed op de grondwatersituatie hebben? Zie o.a.: <https://www.baminfra.nl/nieuws/bam-infra-ritst-voor-tennet-kabels-de-grond-in>.*



# Ligging beken en bronzones

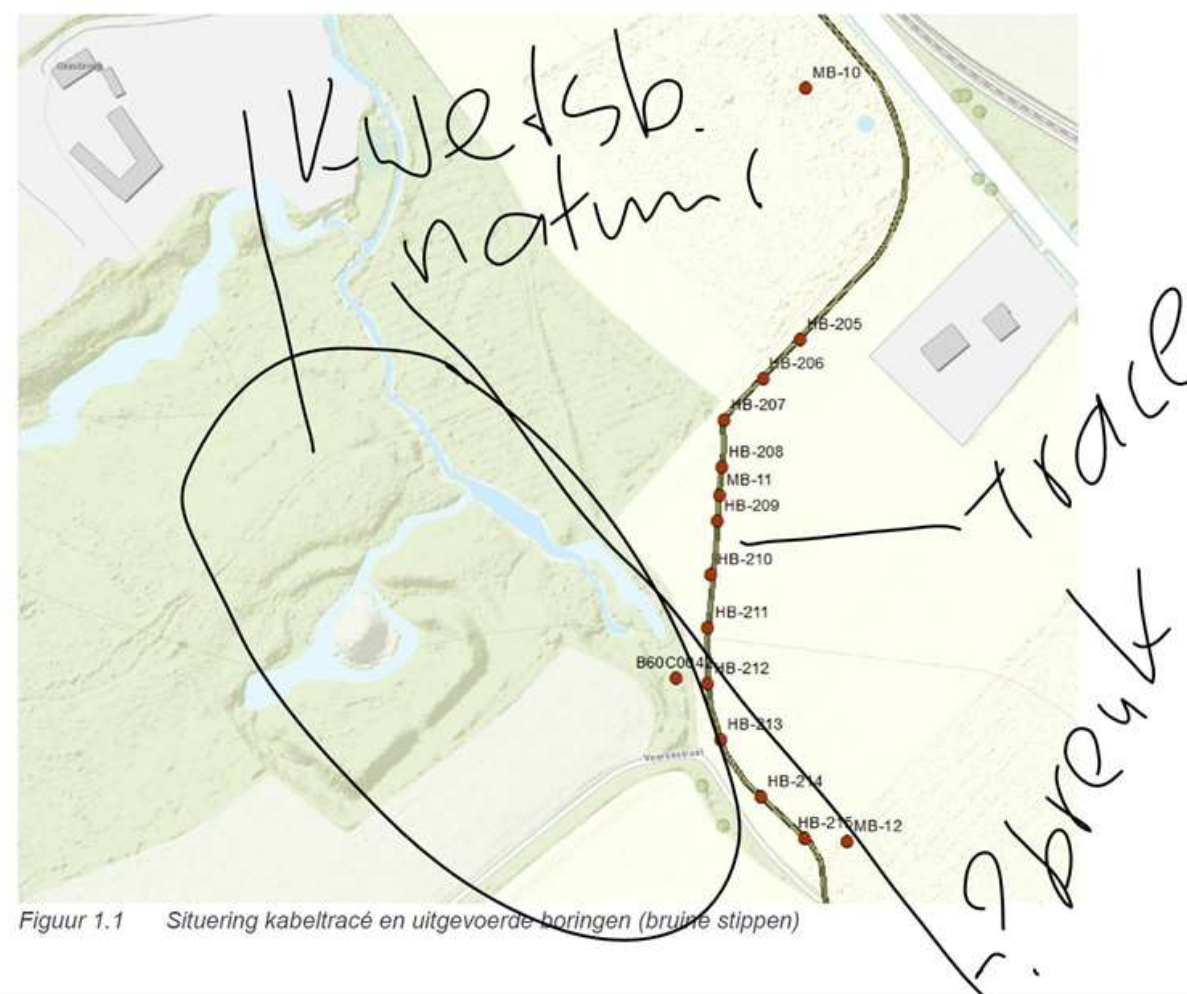


Figuur 2: Topografie, afwatering, bronnen en riooloverstort Grasbroek

Onze studie richtte zich vooral op de bronzone binnen het omcirkelde gebied.



# Ligging studie locatie en geplande leiding met locaties ondiepe Sweco boringen



Figuur 1.1 Situering kabeltracé en uitgevoerde boringen (bruine stippen)

# LEGENDA Kabelverbinding BORN-GRTH150

- Aanleg in open ontgraving
- Aanleg in mantelbuis
- Aanleg in persing
- Aanleg in HDD
- ⊗ Kabeloef KES
- ▨ Open ontgraving: werkruimte
- ▨ HDD: werkruimte in-uittredepunten
- ▨ Persing: pers- en ontvangst
- ZRO-Strook
- X' Dwarsdoorsnede

## LEGENDA kabels & leidingen

- datatransport
- gas hoge druk
- gas lage druk
- laagspanning
- middenspanning
- warmtenet
- water
- riool onder druk
- - - riool vrijverval

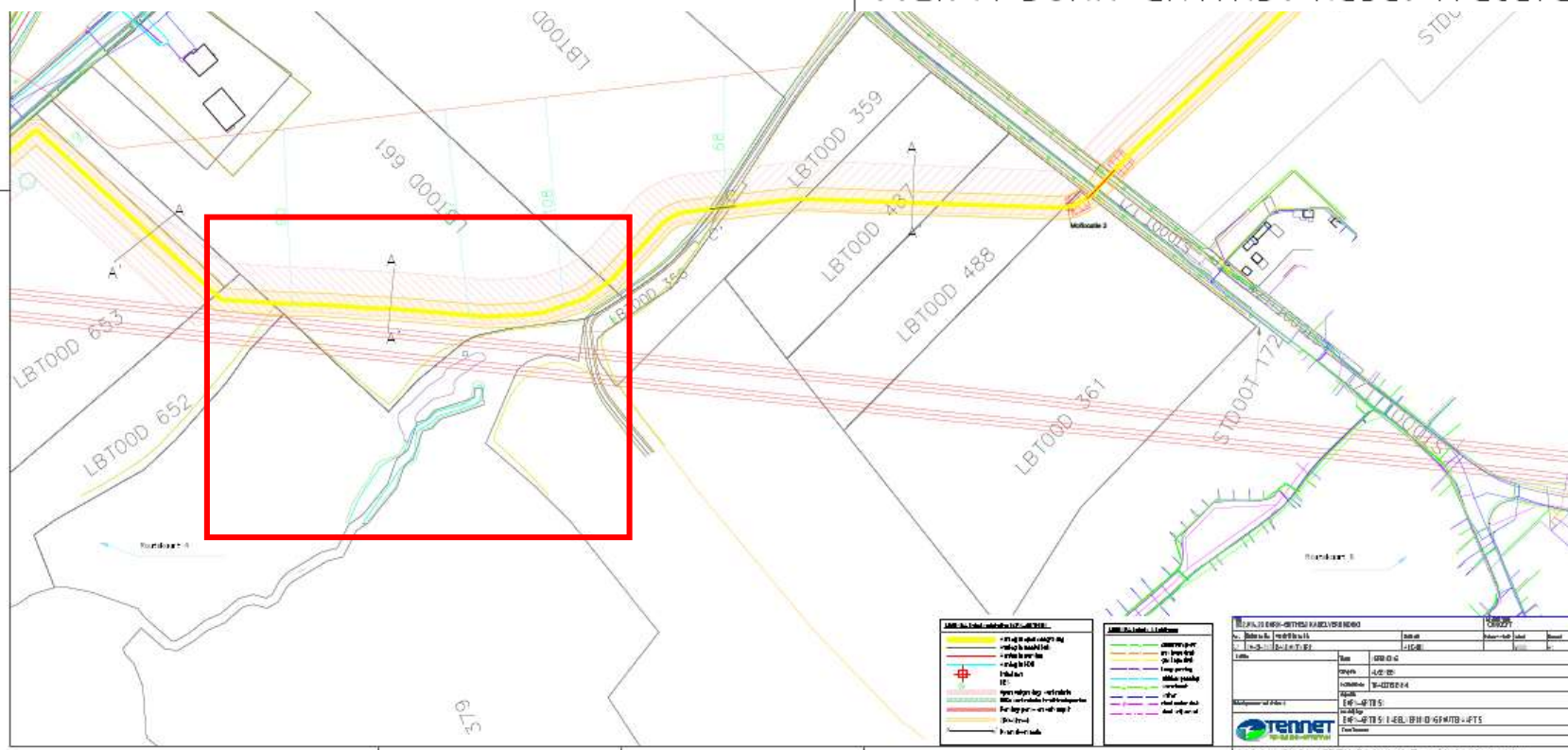
## 002.914.20 BORN-GRTH150 KABEL VERBINDING

Tekeningstatus  
**CONCEPT**

| Rev.                           | Datum revisie | Omschrijving revisie | Getekend                                   | Datum As-Built | Schaal | Formaat |
|--------------------------------|---------------|----------------------|--------------------------------------------|----------------|--------|---------|
| 0.2                            | 29-05-2020    | BASISONTWERP         | ARCADIS                                    |                | 1:1000 | A1      |
| Relatie                        |               | Thema                | VERBINDING                                 |                |        |         |
|                                |               | Categorie            | ALGEMEEN                                   |                |        |         |
|                                |               | Documentcode         | TRACÉTEKENING                              |                |        |         |
|                                |               | Object ID            | BORN-GRTH150                               |                |        |         |
| Tekeningsnummer (oud of nieuw) |               | Omschrijving         | BORN-GRTH150 KABEL VERBINDING ROUTEKAART 5 |                |        |         |
|                                |               | TenneT nummer:       |                                            |                |        |         |



002.914 BORN-GRTH150 Kabel Tracétekeningen.dwg



Ligging aan te leggen  
kabel tracé, en andere  
al bestaande leidingen



# Ligging bestaande gasleiding (brede oranje balk)



Natuurmonumenten ziet een ligging van het nieuwe kabeltracé langs de gasleiding als een goed alternatief.

# 1. Resultaten bureau studie bestaande informatie

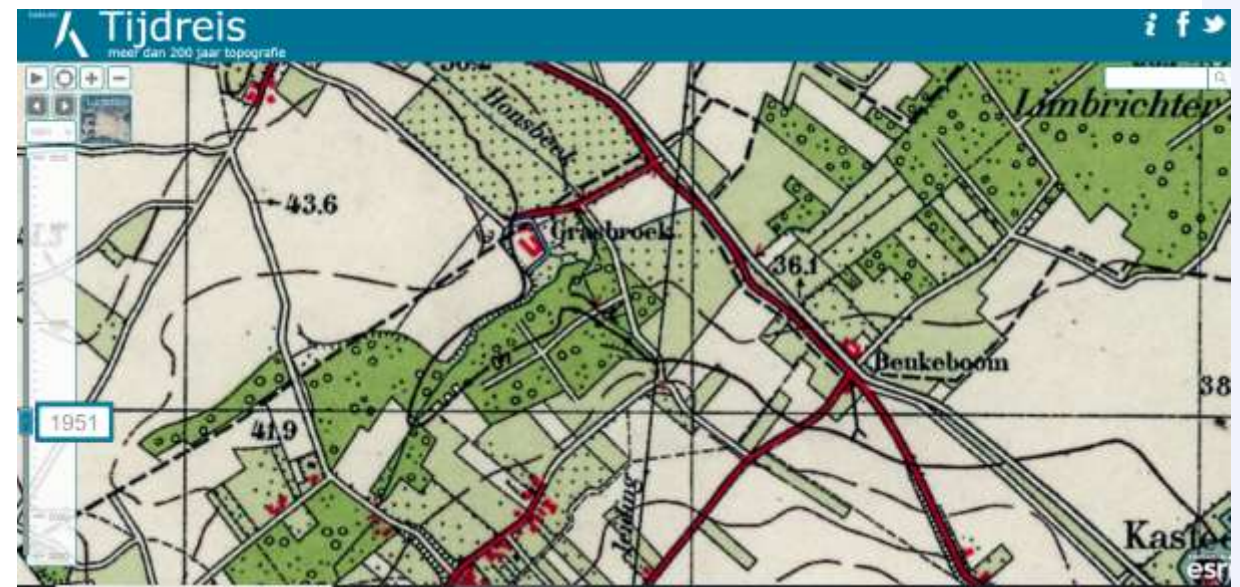
## Gebruikte rapporten

1. E. Raaijmakers, H2Opinion R. Pahlplatz, Bureau Meervel (2020): Analyse werking systeem natte natuurpleel Grasbroek en Limbrichterbos.
2. Waterkwaliteitsmonitoring.
3. Natuurmonumenten “Zienswijze 150 KV Born-Greatheide.
4. Beschrijving Grasbroek 25.
5. Sweco, 2021: Notitie, Aanleg kabelverbinding nabij natuurgebied Grasbroek.
6. Sewco, 2021: bijlagen aanleg grondwatermeetpunten.
7. R.F. Houtgast, R.T. Van Balen, C. Kasse (2004): Late Quaternary evolution of the Feldbiss Fault (Roer Valley Rift System, the Netherlands) based on trenching, and its potential relation to glacial unloading.

## Gebruikte informatie:

1. Topotijdreis
2. Bodemkaart (Dinoloket)
3. Bodemdalingskaart 2.0
4. Grondboringen (Dinoloket)
5. Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN)





Rond 1900 werd de bronzone omgeven door heide. De ZW-NO waterloop (Kattenbroekerbeekje) in Grasbroek lijkt te zijn verplaatst in ZO richting. De bronzone ontspringt aan de voet van een hoger gelegen zone (terras?), aan de oostrand van een lokale vallei.



# AHN3 Hillshade



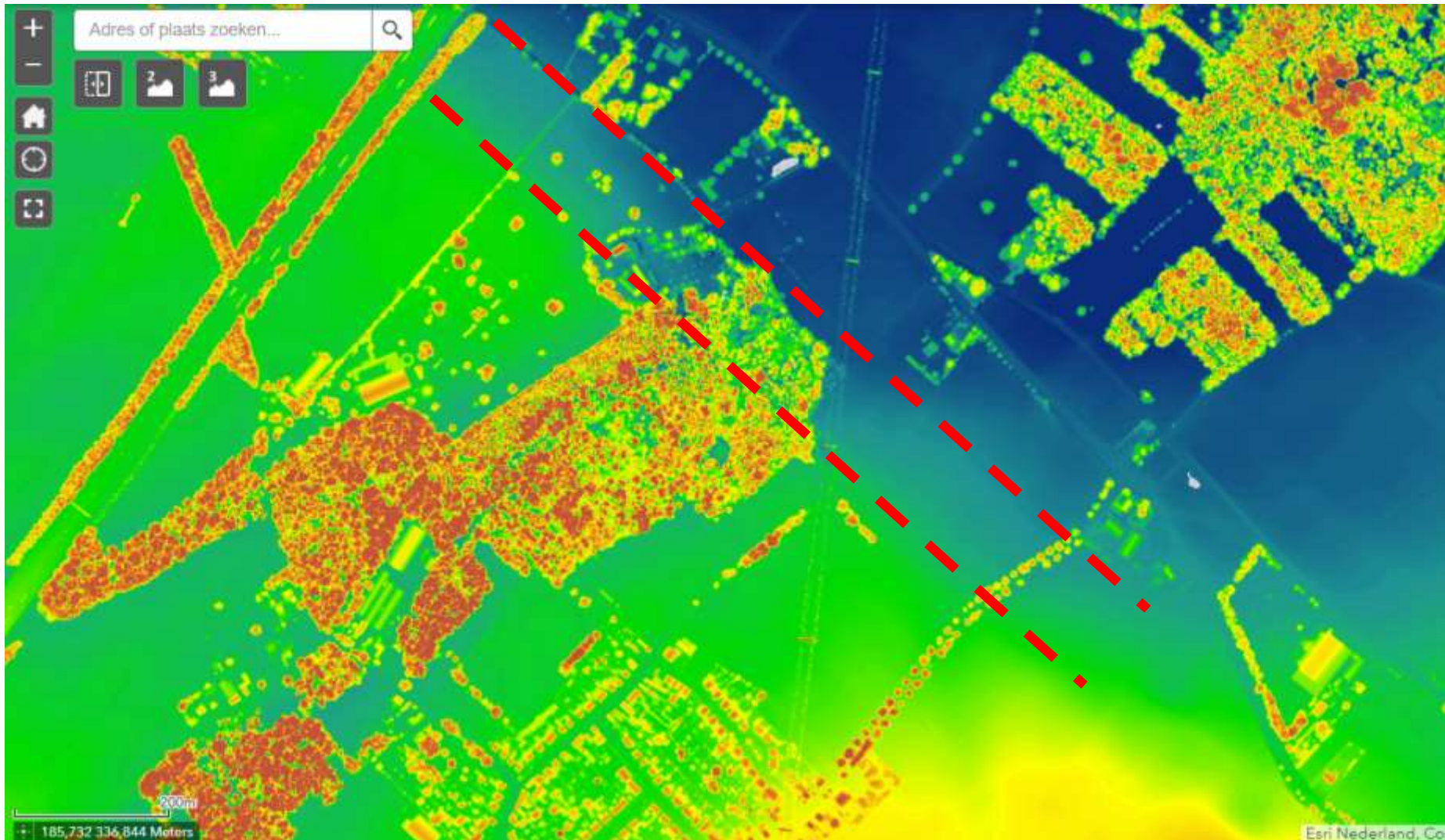
Grasbroek wordt gekenmerkt door een aantal opvallende morfologische structuren. Een natuurlijke hogere rug en aan de ZO zijde en rond het kasteel vergravingen. Duidelijk zichtbaar is de gracht rond de motte.

Opmerking:

- Is “onze” bronzone natuurlijk ontstaan en houdt deze verband met de Feldbiss breuk?
- Of, is deze gegraven en eerder een “spreng”. Bij aanleg sprengen inde Veluwe, Montferland etc. werd wel in de richting van een natte zone gegraven, die dan mogelijk weer een relatie heeft met de Feldbiss.
- Opvallend is dat er in dit deel van Limburg bijna nergens anders water, bronnen of moerassen langs de Feldbiss voorkomen.



# AHN3 DSM (dynamische opmaak)



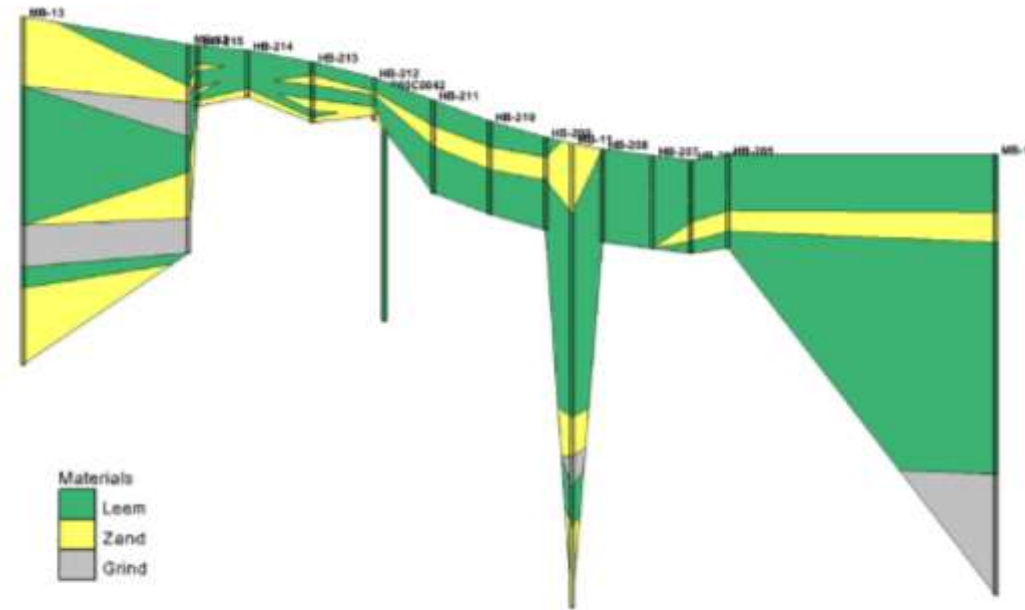
Het AHN3 toont rond Grasbroek 2 ZO-NW lineamenten. De noordelijke komt overeen met de info van de Geologische Dienst. De zuidelijke loopt door onze bronzone en onder het kasteel.

Blauw laag,  
Groen hoger,  
Geel hoogst

# Sweco (2021) Ondergrond onderzoek (boringen uitgevoerd op 5-1-2021)



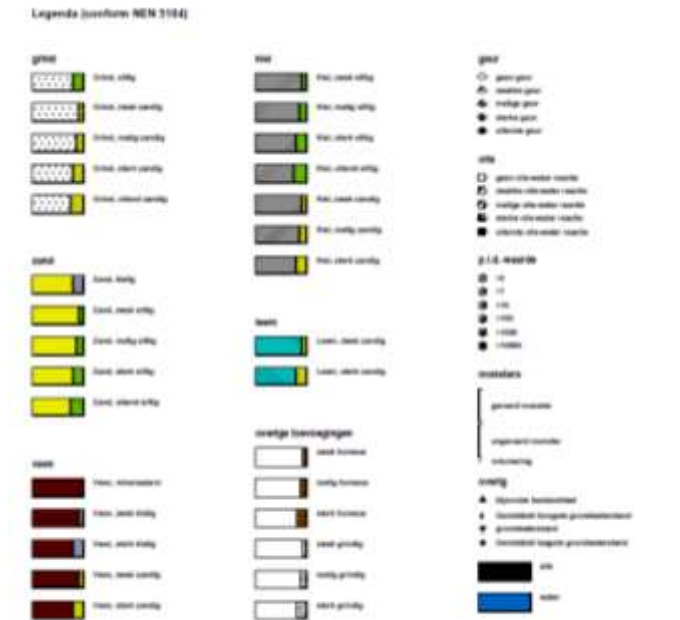
Figuur 1.1 Situering kabeltracé en uitgevoerde boringen (bruine stippen)



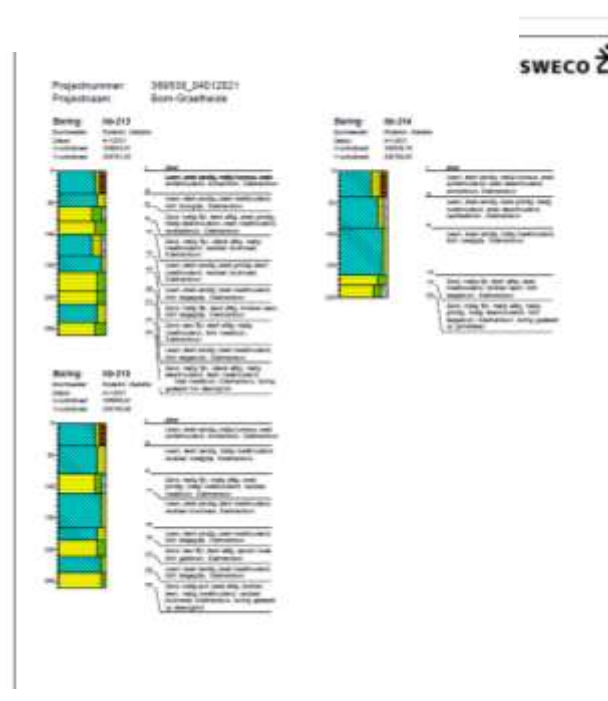
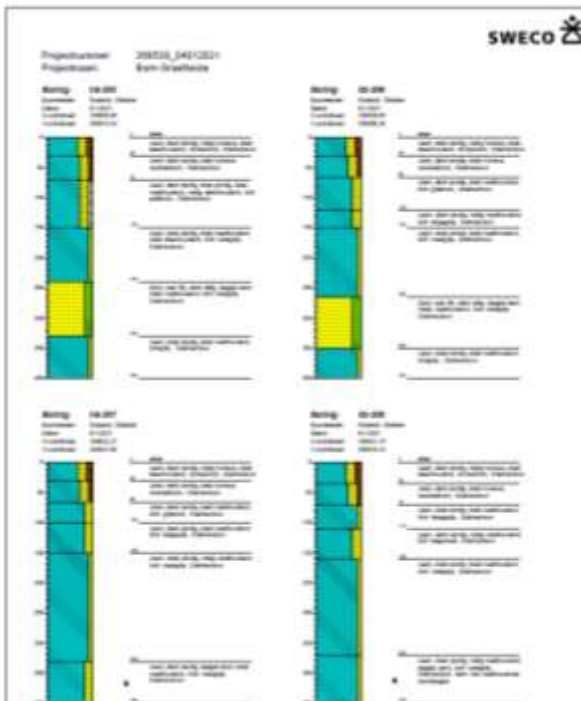
Figuur 3.1 Zijaanzicht lengte profiel

De rood omcirkelde boringen hebben een grind karakter en verschillen van de andere boringen. Mogelijk komt dit omdat ze ten zuiden van de breuk liggen.





- Er is een 2-delige zichtbaar van boringen met of zonder grind. De boringen met grind liggen langs en te zuiden van de bronzone (HB-212, 213, 214, 215).
- Er is in de Sweco rapportage niet aangegeven of de grondwaterstand is aangeboord. Lag deze in januari 2021 misschien dieper dan 4 meter?
- In de rapportage wordt over een watervoerende zandlaag naar de bronbeken gesproken (zie profiel in vorige slide). Deze ligt echter boven de grondwaterstand.
- Er wordt gewaarschuwd voor perforatiestroming maar dit geldt niet als de grondwaterstand dieper ligt dan deze zandlaag.
- De boringen langs het kabel tracé net ten noorden van de bronzone HB-211 en HB 212 kennen een maaiveldhoogte van resp. 40,57 en 41,56 m NAP (AHN3).



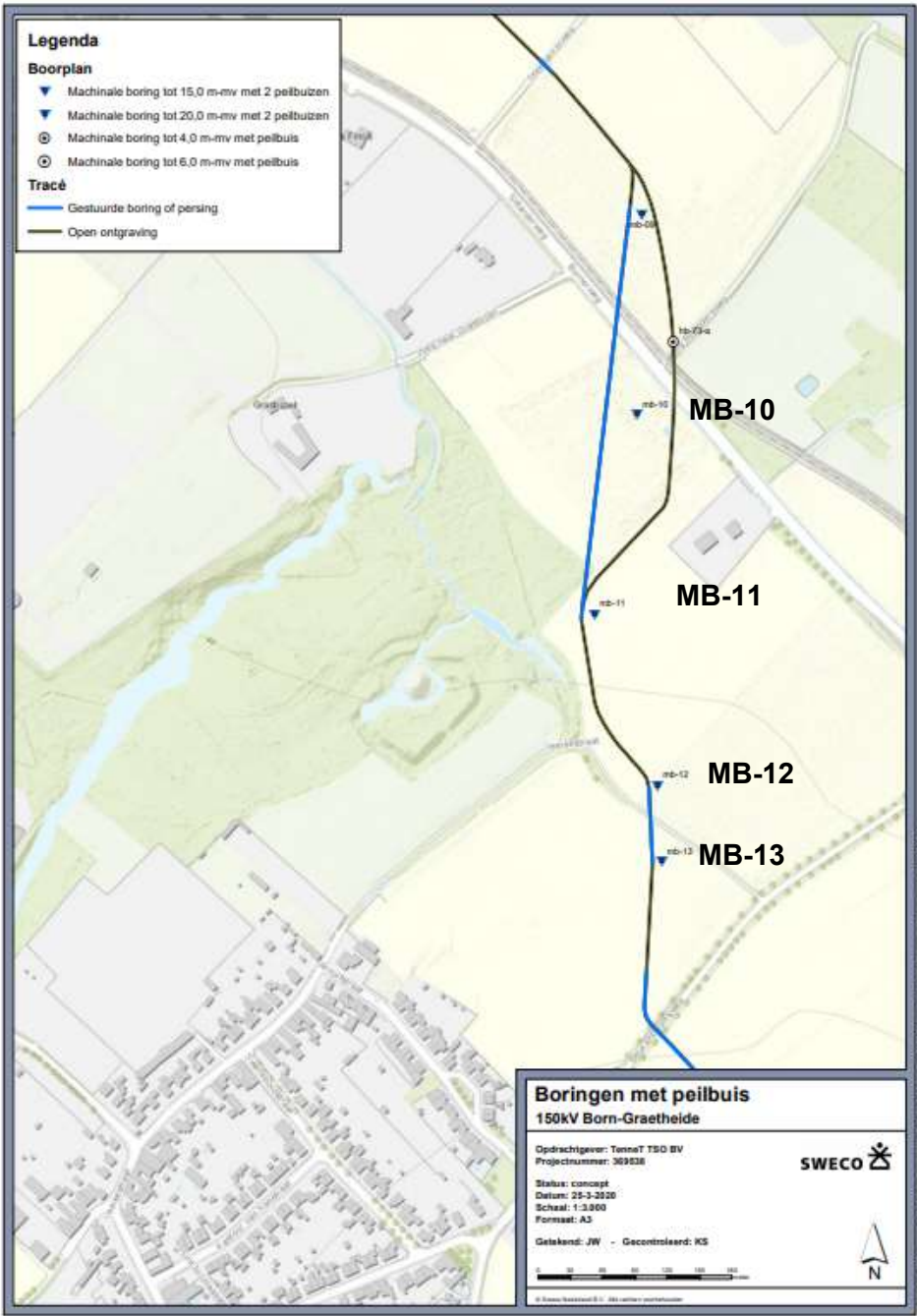
# Sweco diepe grondwater putten

In opdracht van Sweco zijn in het voorjaar 2020 ook een aantal grondwatermeetpunten (machinaal) geïnstalleerd.

|        | Filterdiepte (m-mv)<br>diep                         | Filterdiepte (m –mv)<br>ondiep       |
|--------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| HB 73a |                                                     | 3-4 (gwb 1,8 –mv)                    |
| MB-10  | 14-15 (gwb 8,5 m –mv)                               |                                      |
| MB-11  | 19-20 (gws 6 m-mv)<br>(gwb 2 m –mv, schijnspiegel?) |                                      |
| MB-12  | 8-9 (gws 3,73 –mv)<br>(gwb 3,5 m –mv)               | 3-4 (gws 3,75 –mv)<br>(gwb 3,5 m-mv) |
| MB-13  | 14-15                                               |                                      |

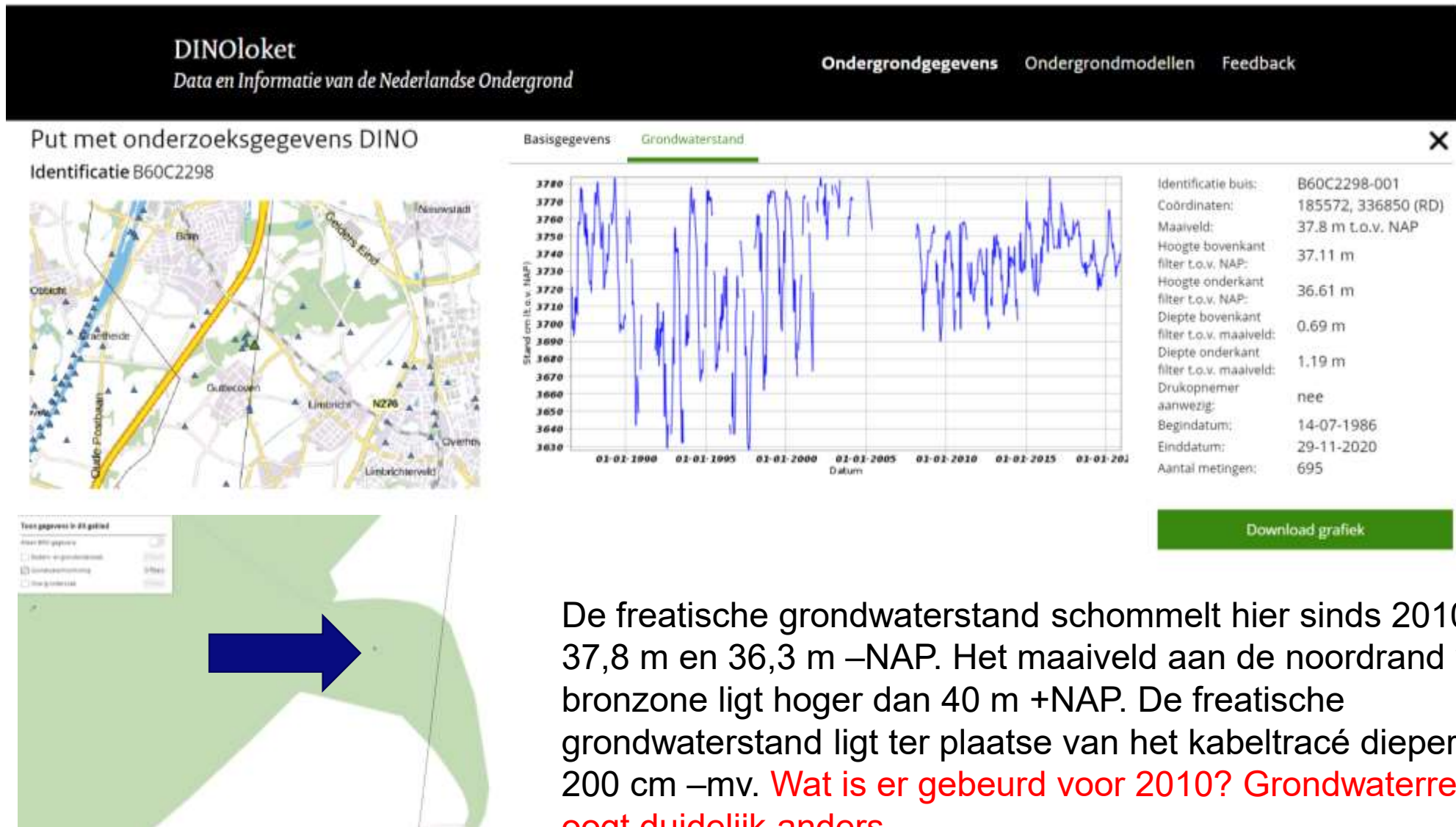
Gws=grondwaterstand op 18-8-2021,  
Gwb= grondwaterstand tijdens boring

Ter plaatse van MB-11 ligt de freatische grondwaterstand ca. 2,5 m hoger dan de stijghoogte op 20 m diepte. Daartussen bevindt zich een dikke kleilaag





# Grondwatermeetreeks in/benedenstrooms bronzone (?)



De freatische grondwaterstand schommelt hier sinds 2010 tussen 37,8 m en 36,3 m –NAP. Het maaiveld aan de noordrand van de bronzone ligt hoger dan 40 m +NAP. De freatische grondwaterstand ligt ter plaatse van het kabeltracé dieper dan 200 cm –mv. **Wat is er gebeurd voor 2010? Grondwaterregiem oogt duidelijk anders.**

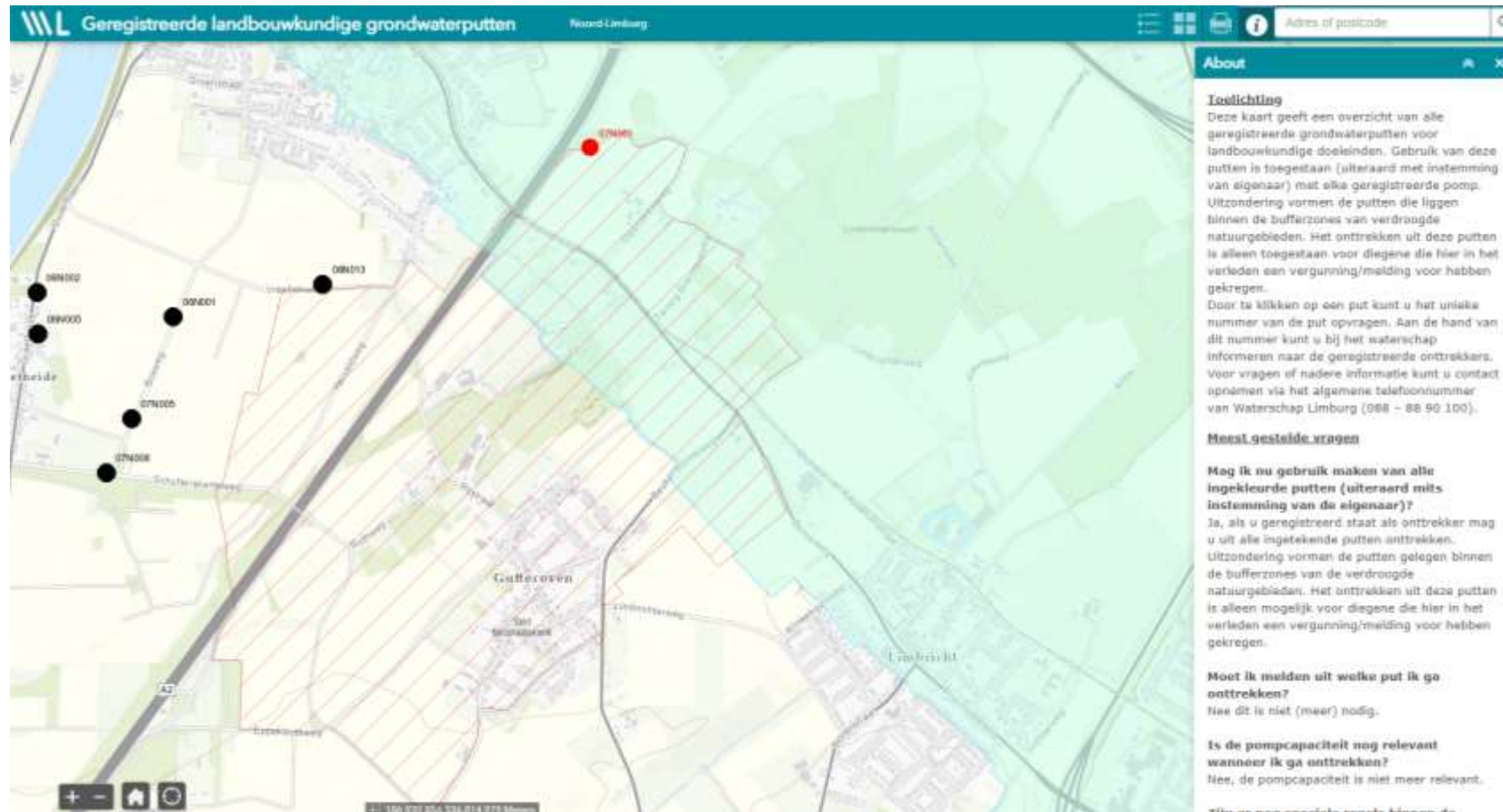
# Grondwaterstand in het bos ten zuiden van kasteel Grashoek



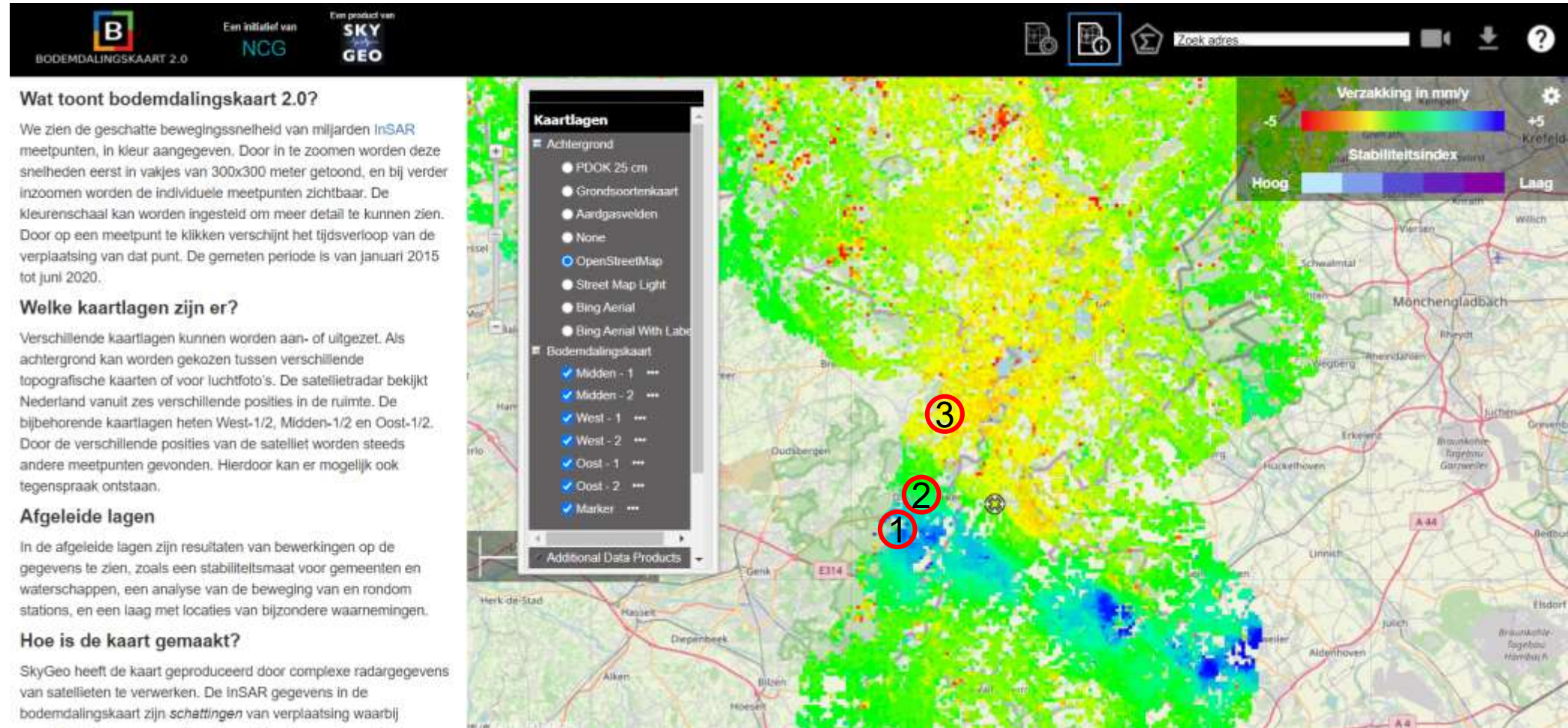
Grondwaterstand in het westelijk deel van het bos in het dal van de de ZWNO waterloop. In de natte periode bevindt de grondwaterstand zich net onder maaiveld. In de droge Jaren 2018-2020 daalt deze in de zomer tot ca, 70 cm –mv. Deze dalingen worden waarschijnlijk verklaard door (bos-)verdamping.



# Er staan (officieel) geen beregeningsputten rond Grasbroek

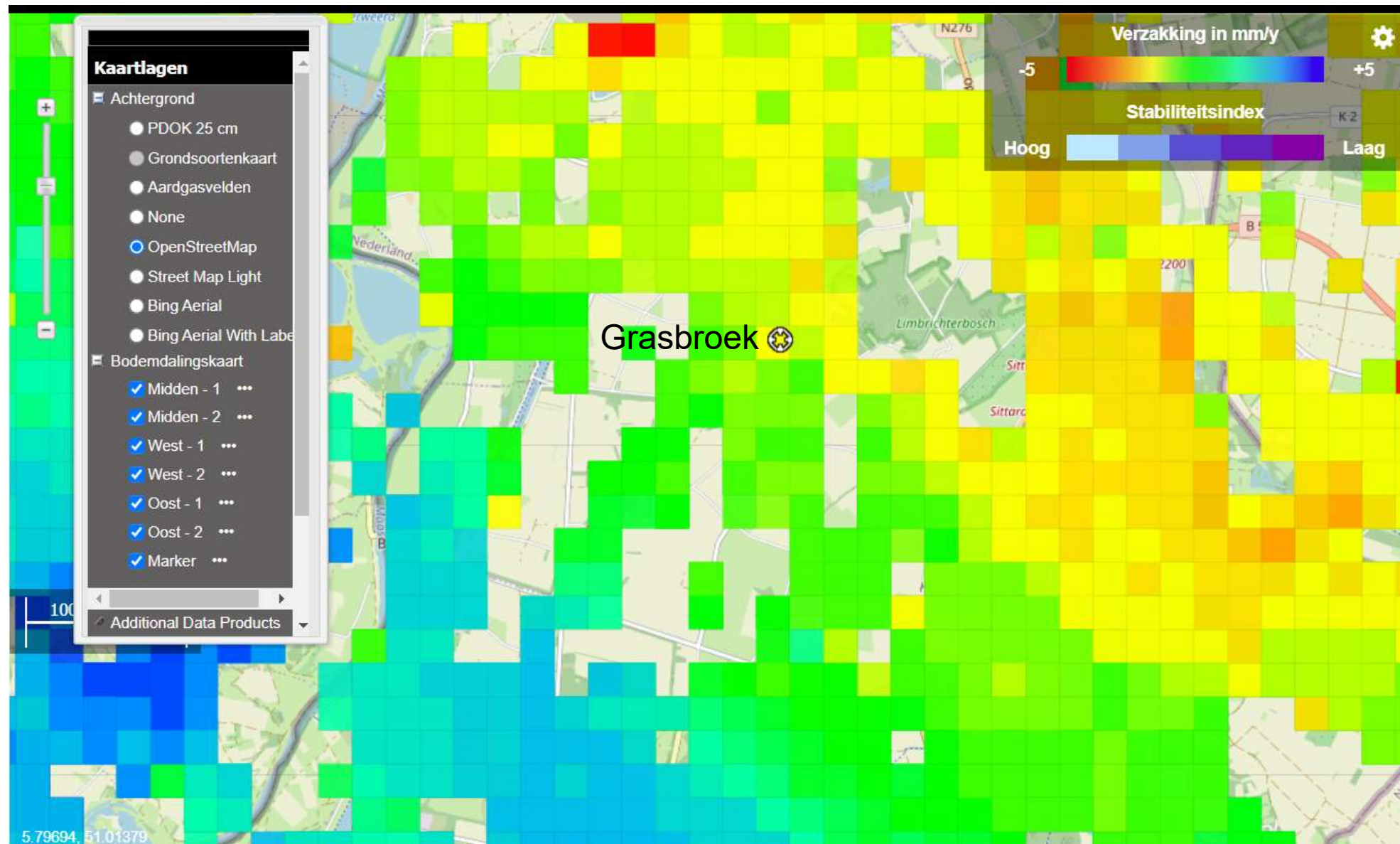


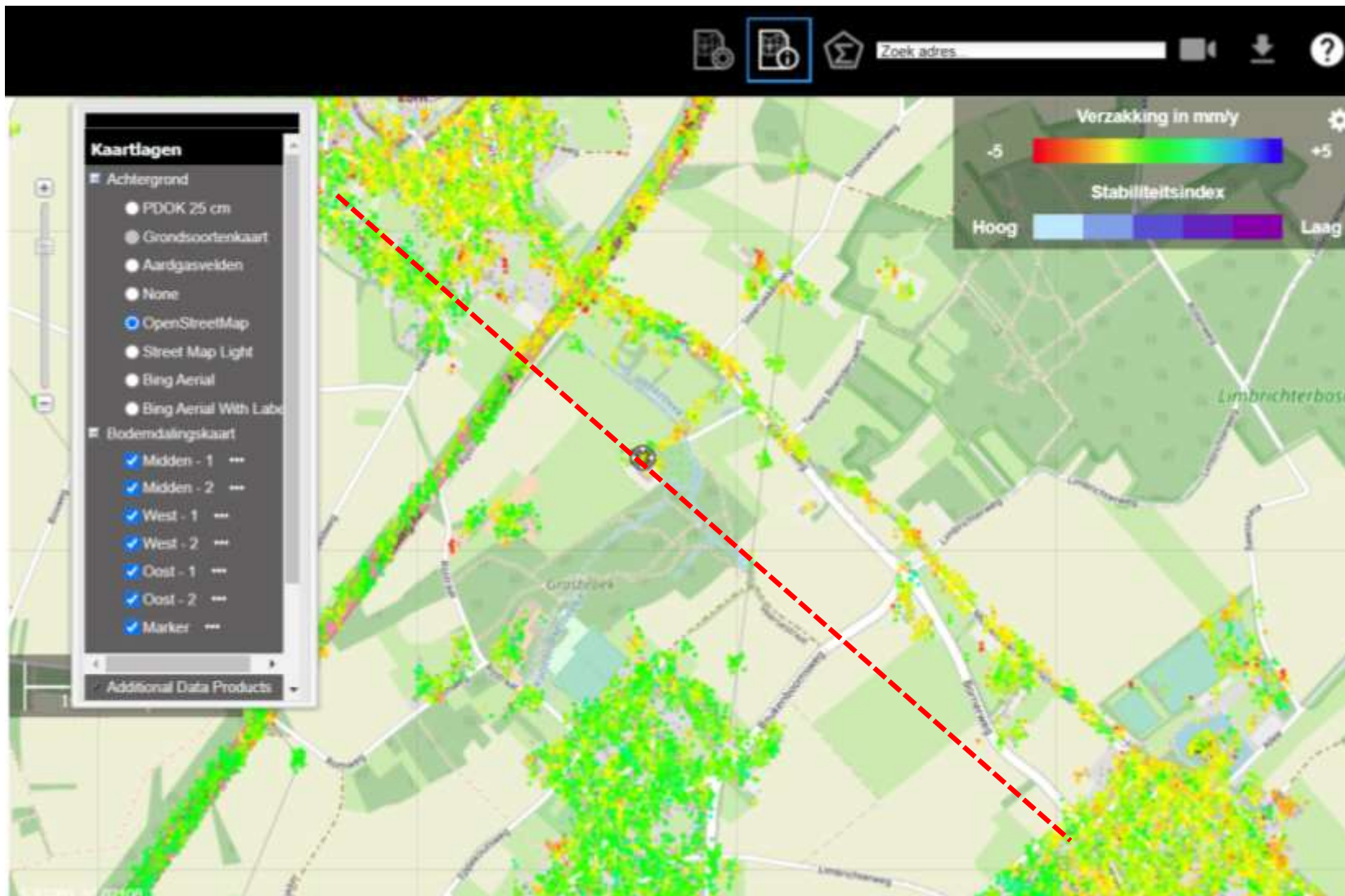
# Bodemdalingskaart 2.0



De kaart toont rond Grashoek (zie symbool) 3 tektonische zones: (1) De zuidelijke mijngebied schol waar het maaiveld sinds het vollopen van de mijnschachten met grondwater stijgt (blauw, plaatselijk al meer dan 25 cm), (2) een “tussenschol” waar Grasbroek zich op bevindt (nauwelijks verticale beweging, groen) en direct ten noorden van Grasbroek (3 ) de dalende Roerdalslenk (geel).







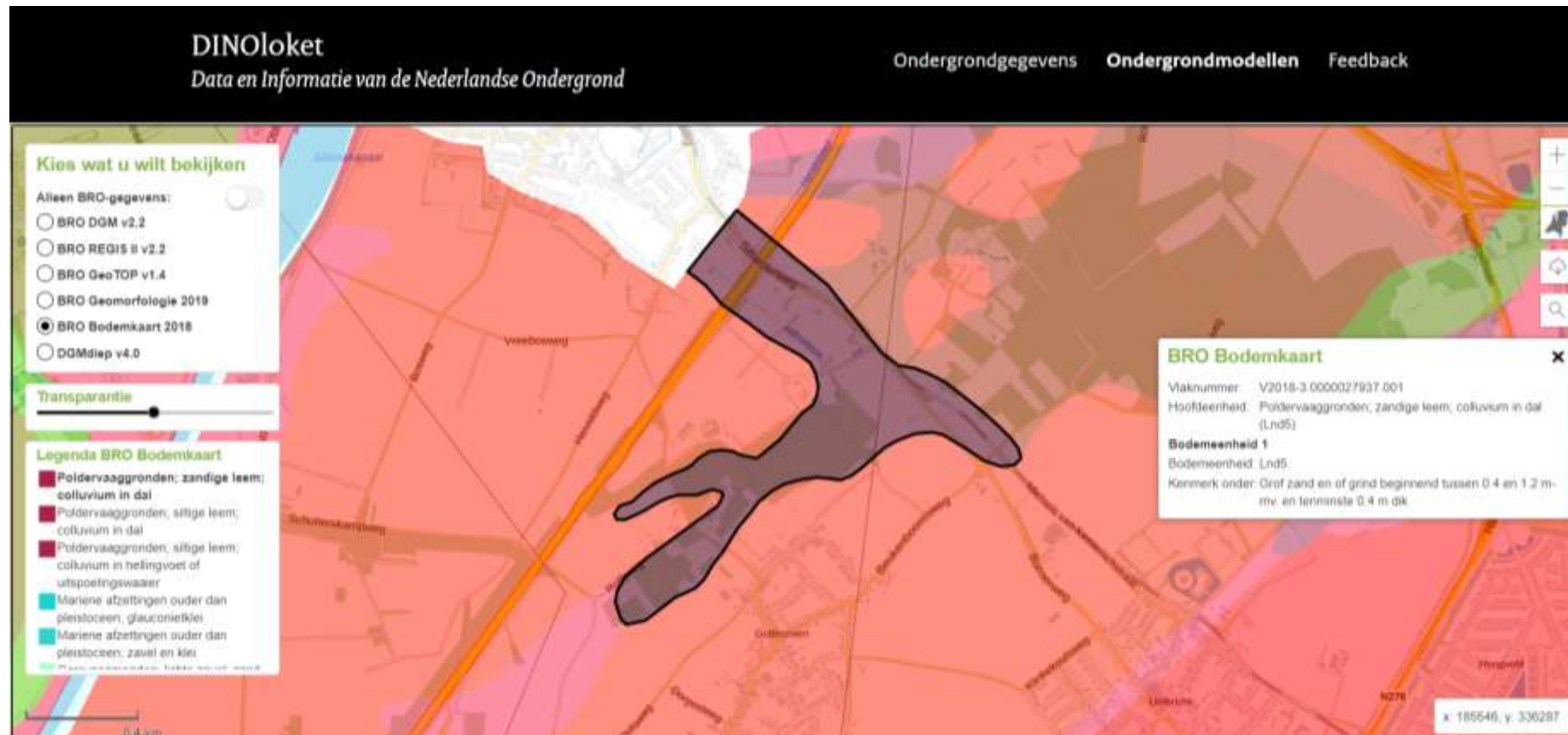
De snelweg (A2) toont hier de waarschijnlijke ligging van de Feldbiss breuk (overgang van geel (dalend) naar groen (neutraal)).

Ulicoten ligt op de neutrale “tussen” schol (groen). Het noordoosten van Limbricht in de Roerdalslenk. Ook de weg naar kasteel Grasbroek daalt en ligt in de Roerdalslenk. Het lijkt erop dat de breuk zich bij het kasteel bevindt.

Indicatief is de breukligging op basis van deze satelliet informatie geschetst



# Bodemkaart



De bodemkaart karteert Grasbroek als een dalopvulling (hellingafspoeling/colluvium). “Onze” bronzone ligt aan de zuidzijde van deze dalvormige aagte. Het is onbekend wat de diepteligging van de onderkant dalopvulling is.

# Waterkwaliteit

- Er zijn waterkwaliteitsgegevens beschikbaar tussen 2004-2018 voor de locaties GBR01, GBR02, GBR03 en GBR04.
- De chemische samenstelling toont aan dat er bij de bronnen lokaal, sterk door landbouwactiviteit beïnvloed grondwater uittreedt. Dit is o.a. zichtbaar aan de hoge nitraat- en sulfaatgehalten. Het water bezit van nature heel hoge calcium- en bicarbonaatgehalten (löss invloed).
- Wij hebben aan de bron een EC gehalte gemeten van 960  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- In het projectvoorstel werd ook beschreven dat het lokale oppervlaktewater systeem zou worden afgelopen om breuk gerelateerde kwelverschijnselen (“wijst”) te karteren. Dit heeft niets opgeleverd omdat er heel weinig waterlopen aanwezig zijn. De aanwezige waterlopen zijn ijzerloos (ijzer is een belangrijke wijst indicator). Opmerkelijk is dat de ondergrond wel heel veel roest bezit. Mogelijk heeft het ontbreken van ijzer in het bronwater te maken met de hoge nitraatgehalten. Bij hoge nitraatgehalten oxideert ijzer al in de ondergrond.



## 2. Resultaten bureau studie Geologische Dienst

Uitgevoerd door [REDACTED].

Zie ook studie:

R.F. Houtgast, R.T. Van Balen, C. Kasse (2004): Late Quaternary evolution of the Feldbiss Fault (Roer Valley Rift System, the Netherlands) based on trenching, and its potential relation to glacial unloading.

- Tijdens deze studie werd vlakbij Grasbroek een geul gegraven loodrecht door de Feldbissbreuk
- De breukzone bleek ca. 4 m breed. Hier is de ondergrond gedeformeerd, en bevinden zich ook kleine zijbreukjes. De terrassen aan beide zijden zijn ca. 10 m ten opzichte van elkaar verzakt.
- Aan maaiveld bevond aan beide kanten een laag lössafzettingen
- Aan de Roerdalvallei zijde bevonden zich hieronder zanden en leem lagen
- Aan de zuidzijde grof zand en grindafzettingen. De ondiepe ondergrond bevat aan deze zijde opvallend veel grind.
- Helaas bevat het artikel niet een goede locatie beschrijving (coördinaten?) om de exacte ligging van de breuk in kaart te brengen.

# Resultaten Houtgast e.a., 2004 studie

492

R.F. Houtgast et al. / Quaternary Science Reviews 24 (2005) 491–510

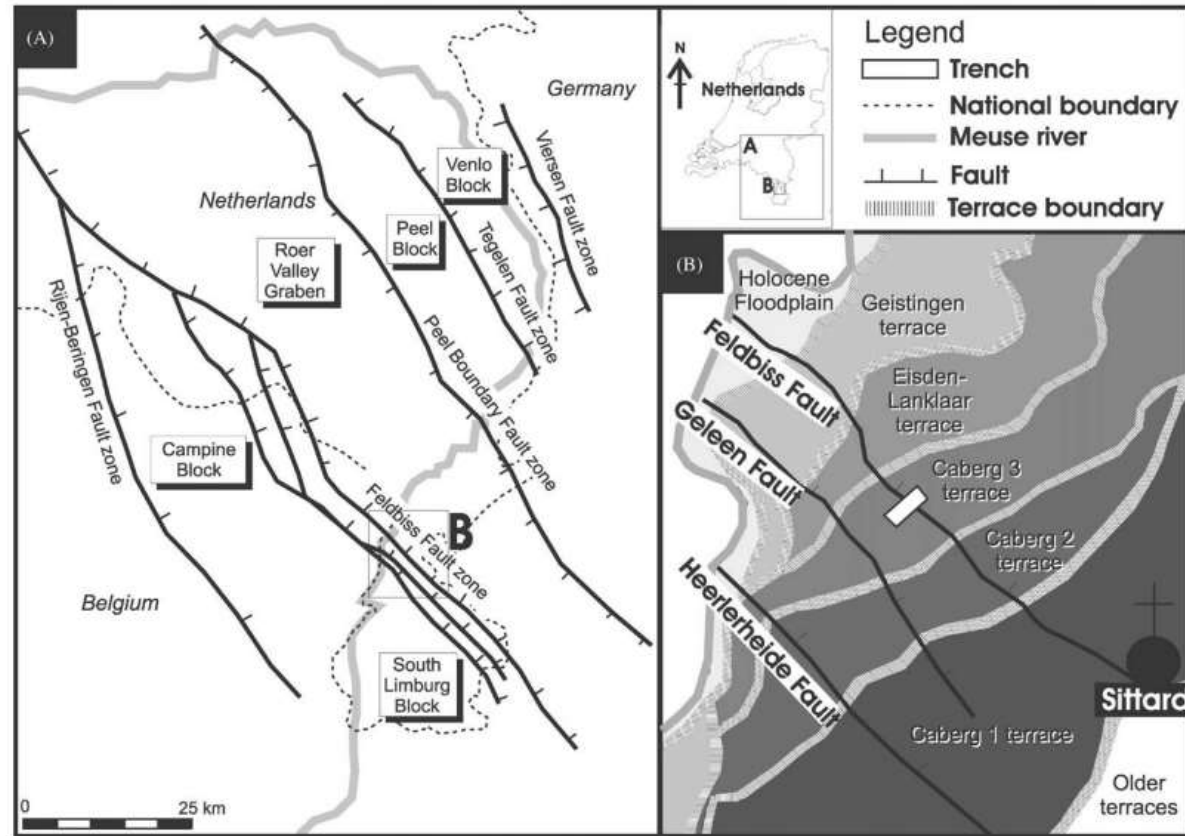


Fig. 1. Tectonic features in the southern part of the Netherlands (map A) and the configuration of faults in the Sittard area (map B). The distribution of terraces is after Van den Berg (1996) and Houtgast et al. (2002).

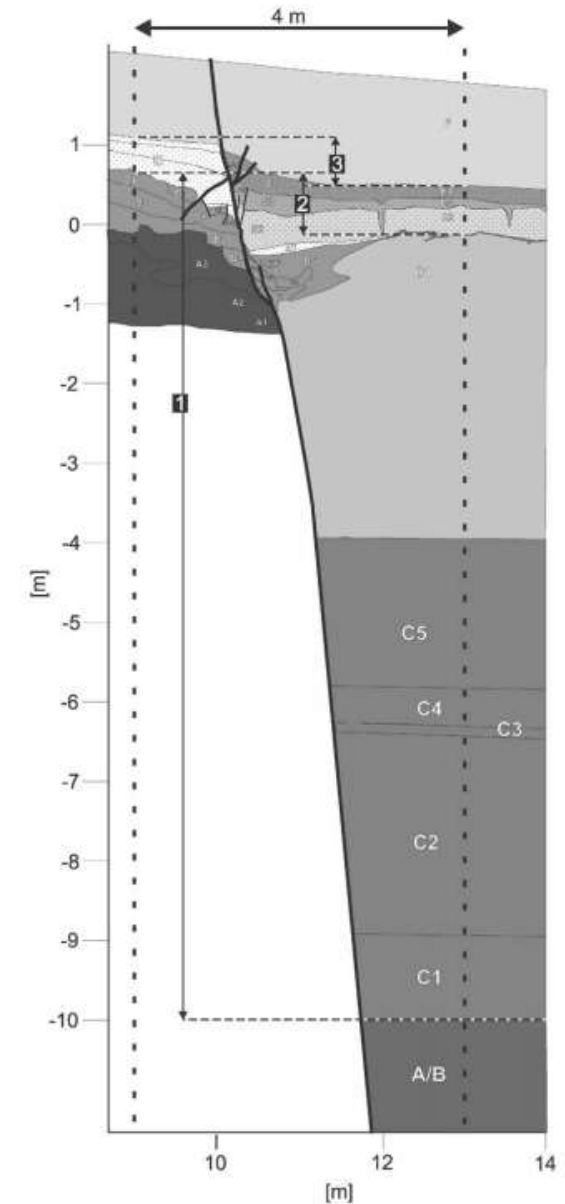
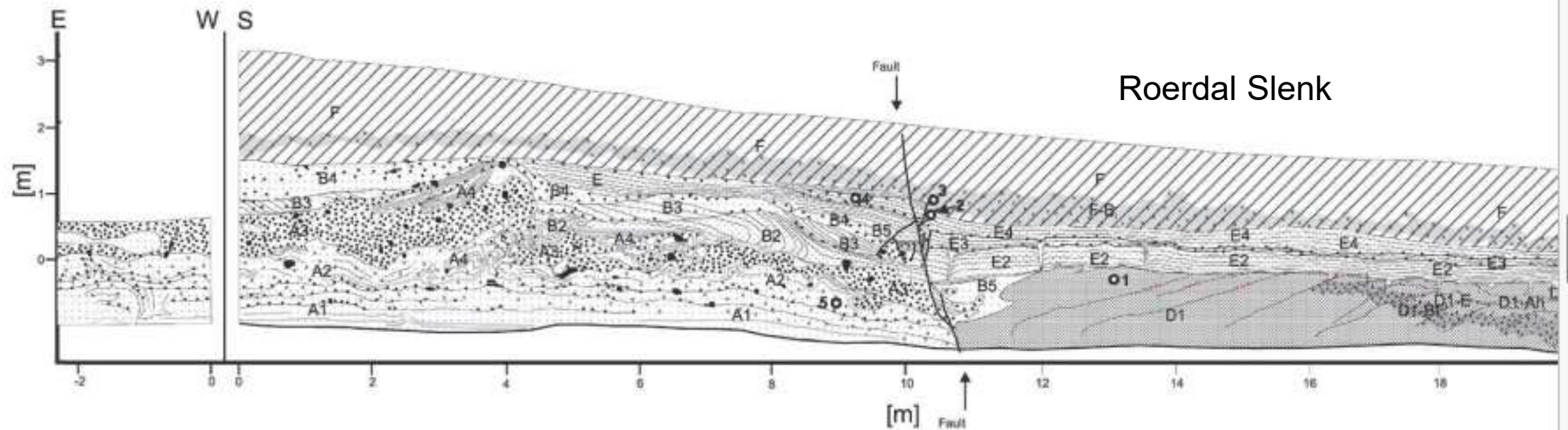


Fig. 7. Simplified model of the Feldbiss Fault Zone used to reconstruct fault displacement rates (see Table 3). Internal trench coordinate system is used along the axes.





#### Legend

- clay
- clay layer (1 - 3 cm)
- Sandy Loess
- Silts
- Matrix of fine sands (< 210 µm)
- Matrix of coarse sands (> 210 µm)
- Gravels
- Boulders
- Soil (Bl)
- OSL sample with number (see Table 2)

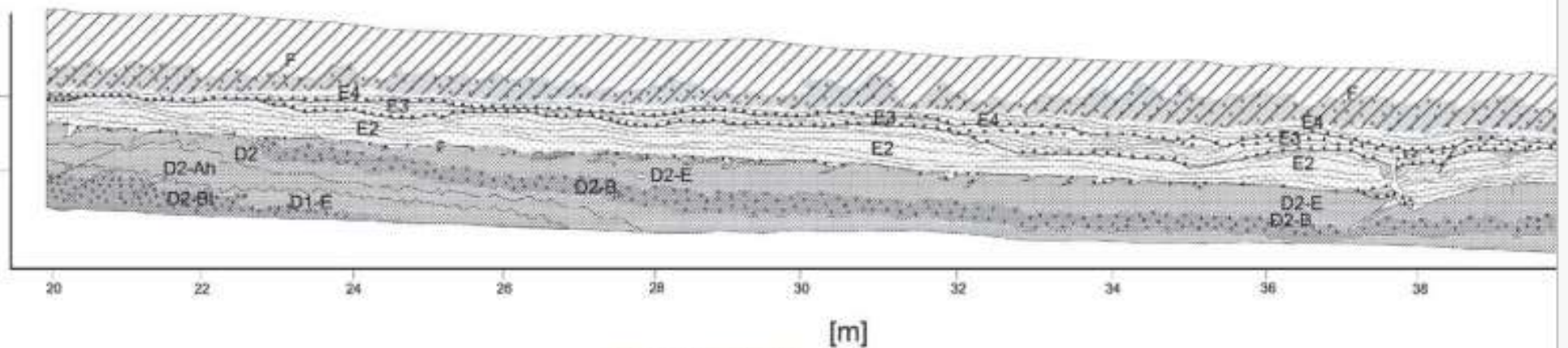


Fig. 3. (Continued)

# Feldbiss breuk vlakbij Grashoek

R.F. Houtgast et al. / Quaternary Science Reviews 24 (2005) 491–510

501

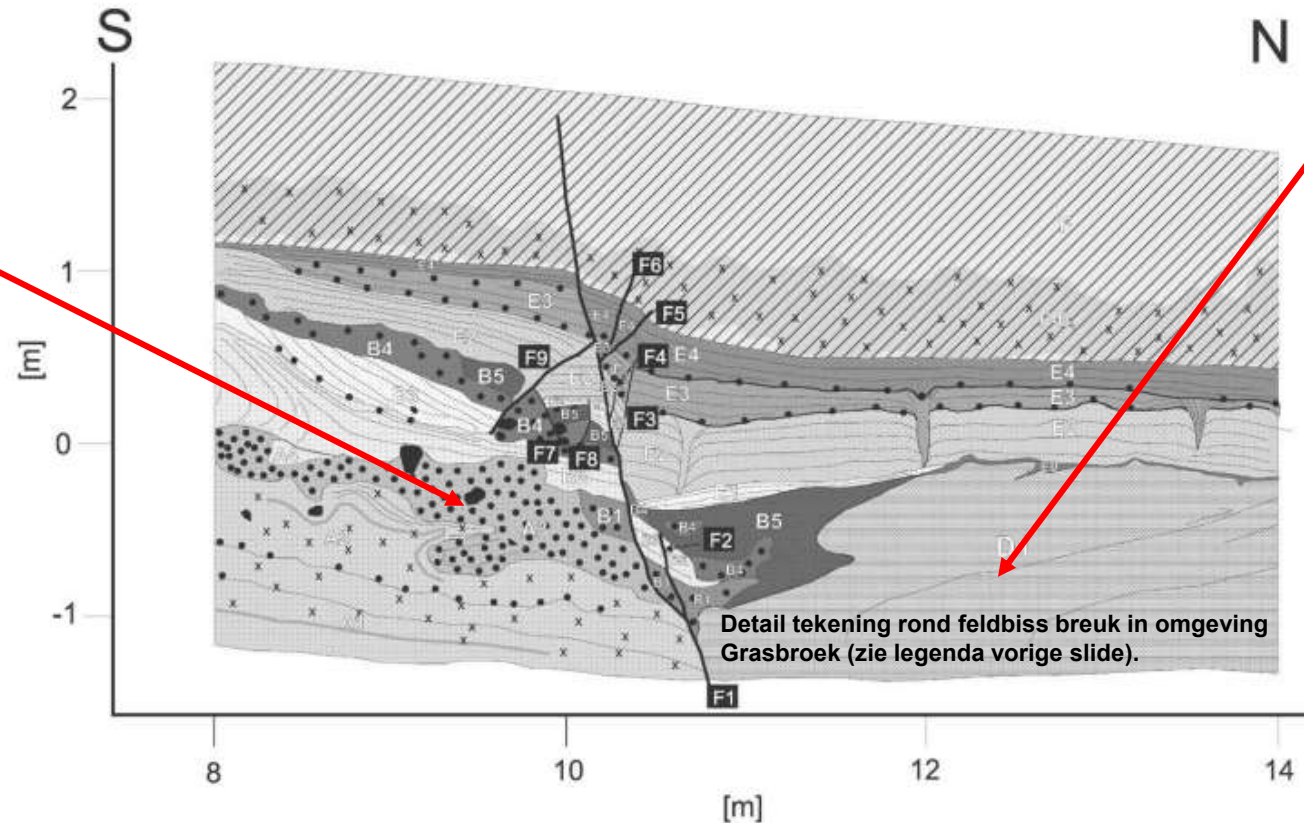


Fig. 6. Detailed drawing of the Feldbiss Fault in the western wall of the trench (same legend as Fig. 3b). The faults are numbered. Fault F1 is the main fault of the Feldbiss Fault. Internal trench coordinate system is used along the axes.

Aan de zuidkant komen  
ondiep geen grindlagen  
voor.



Ligging breuk (ongeveer) in “Houtgast”  
tracé (nr.1), en (nr.2) nauwkeurig zoals  
ontsloten tijdens de aanleg van de nieuwe  
Nafta pijpleiding in 2020.

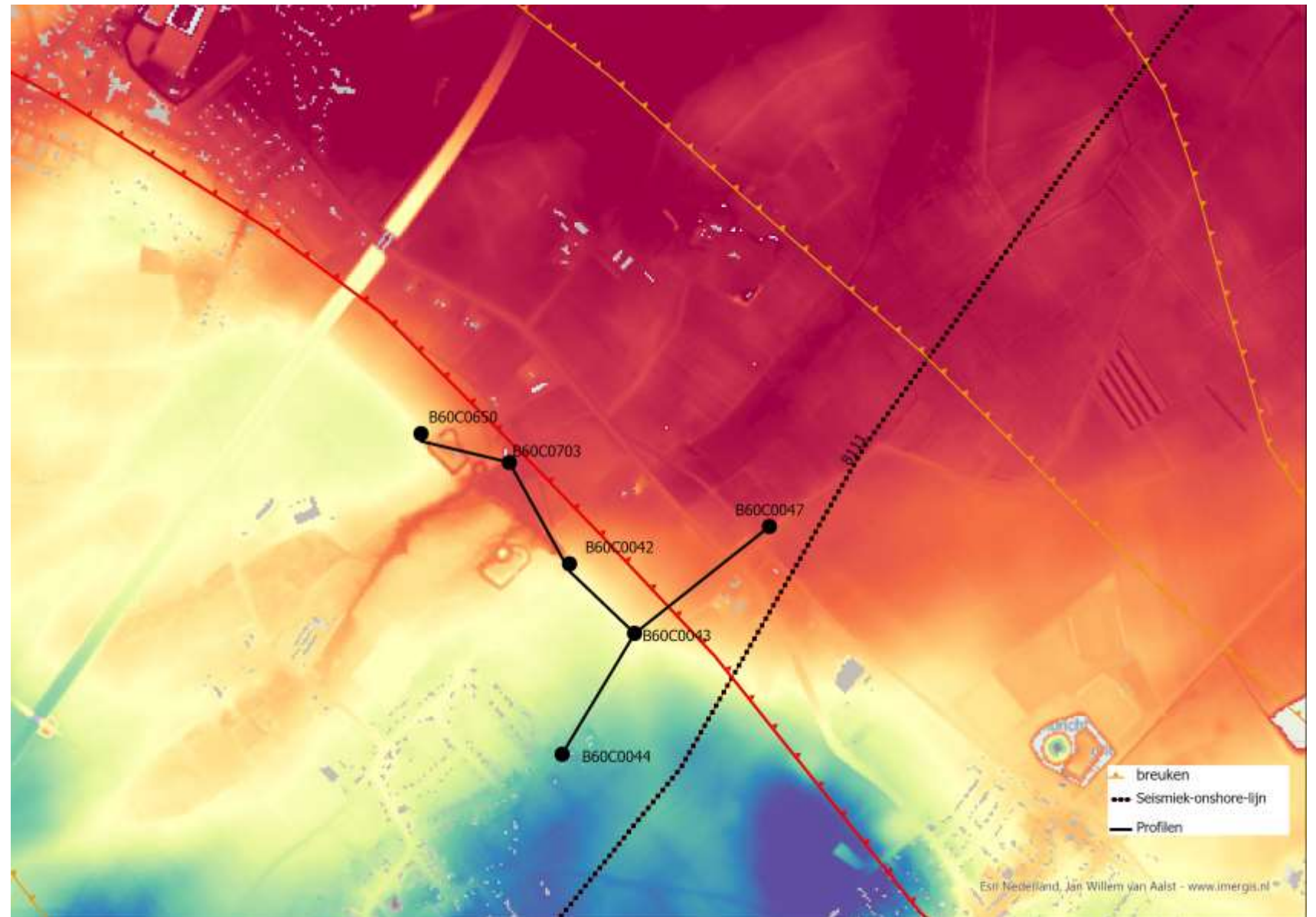
*Deze informatie is aangeleverd door prof.  
Ronald van Balen (Vrije Universiteit,  
Amsterdam).*



# › Feldbissbreuk KAART AHN

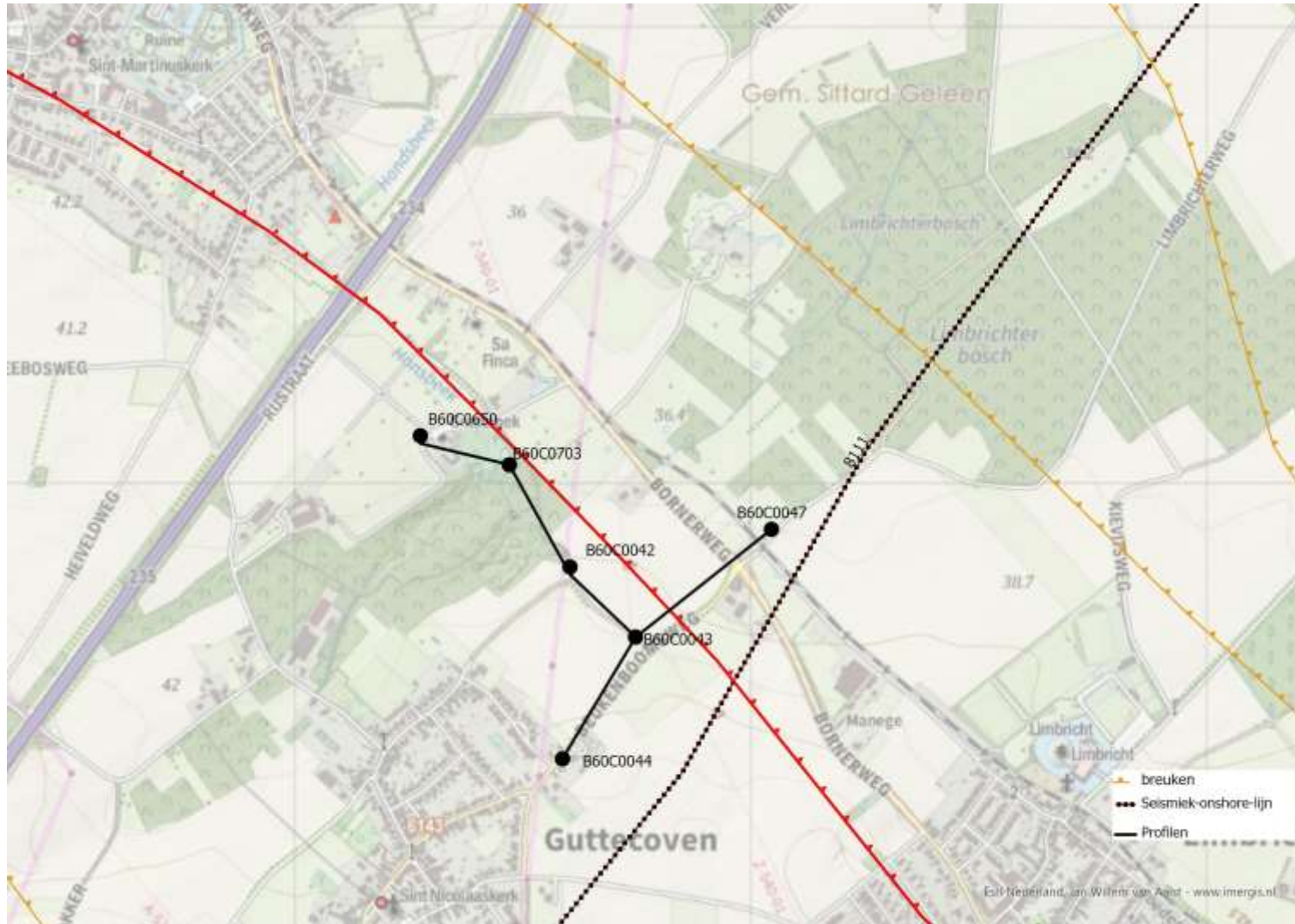
Ligging Feldbiss op  
basis regionale  
kartering GDN.

Ligging door GDN  
geconstrueerde  
profielen. Deze  
worden getoond in de  
volgende slides.



# Feldbissbreuk volgens Geologische Dienst Nederland

## KAART TOPOGRAFIE

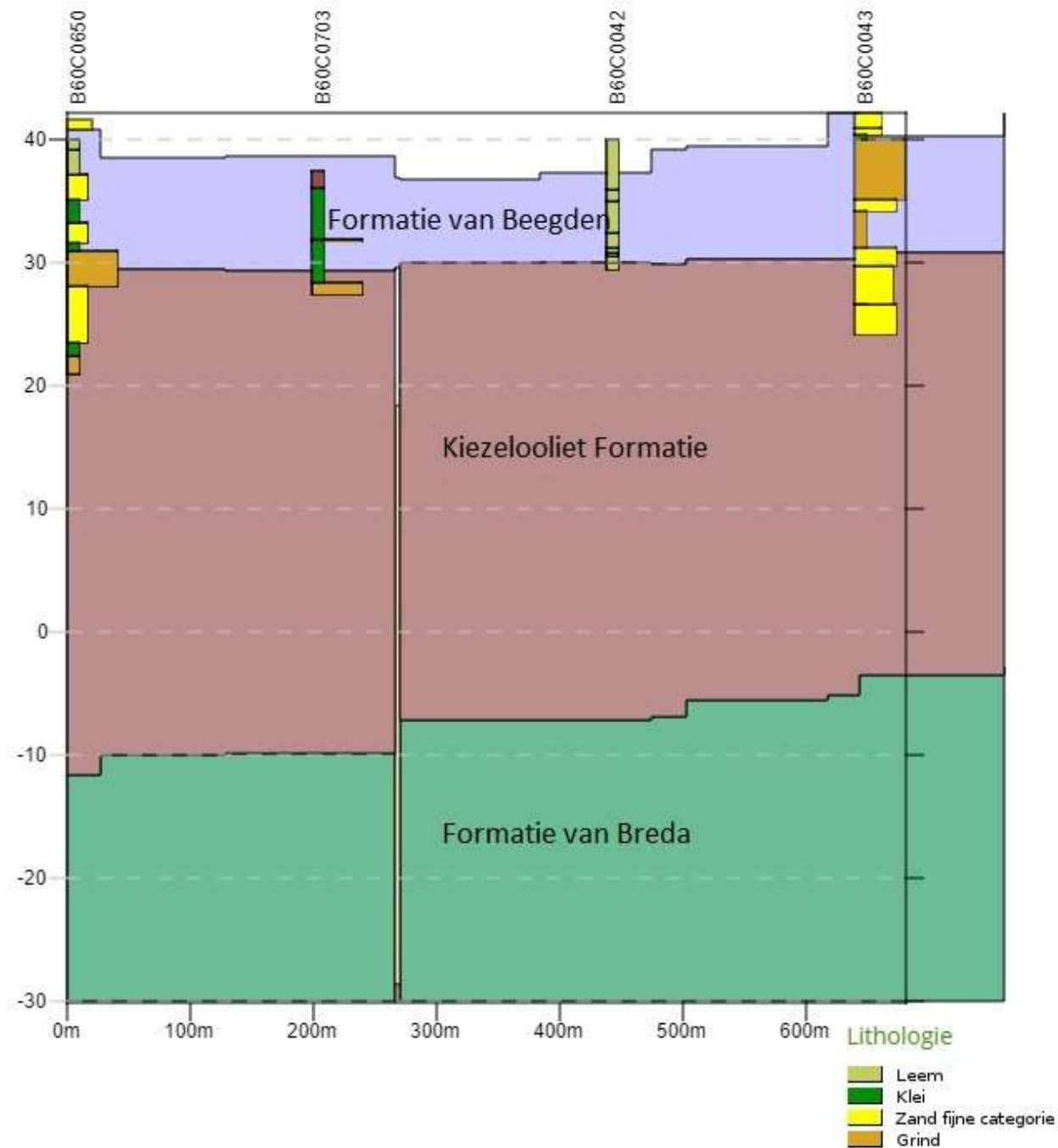


Deze regionale GDN kartering toont de breuk in het graanperceel ten noorden van de bronzone, langs de bosrand van het reservaat.

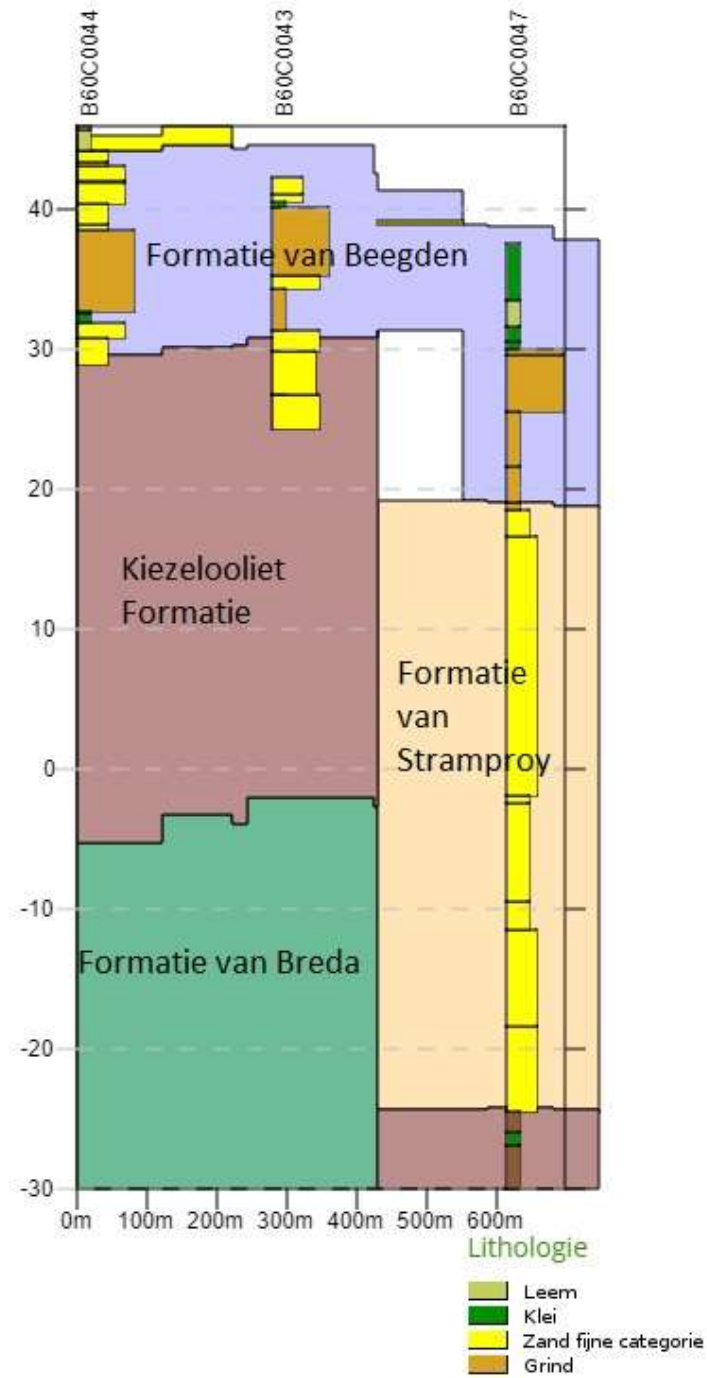
De bodemdalingskaart 2.0 en AHN analyse suggereren dan deze zich meer zuidoostelijk bevindt. Ongeveer door de bronzone.



# › Feldbissbreuk PROFIEL1

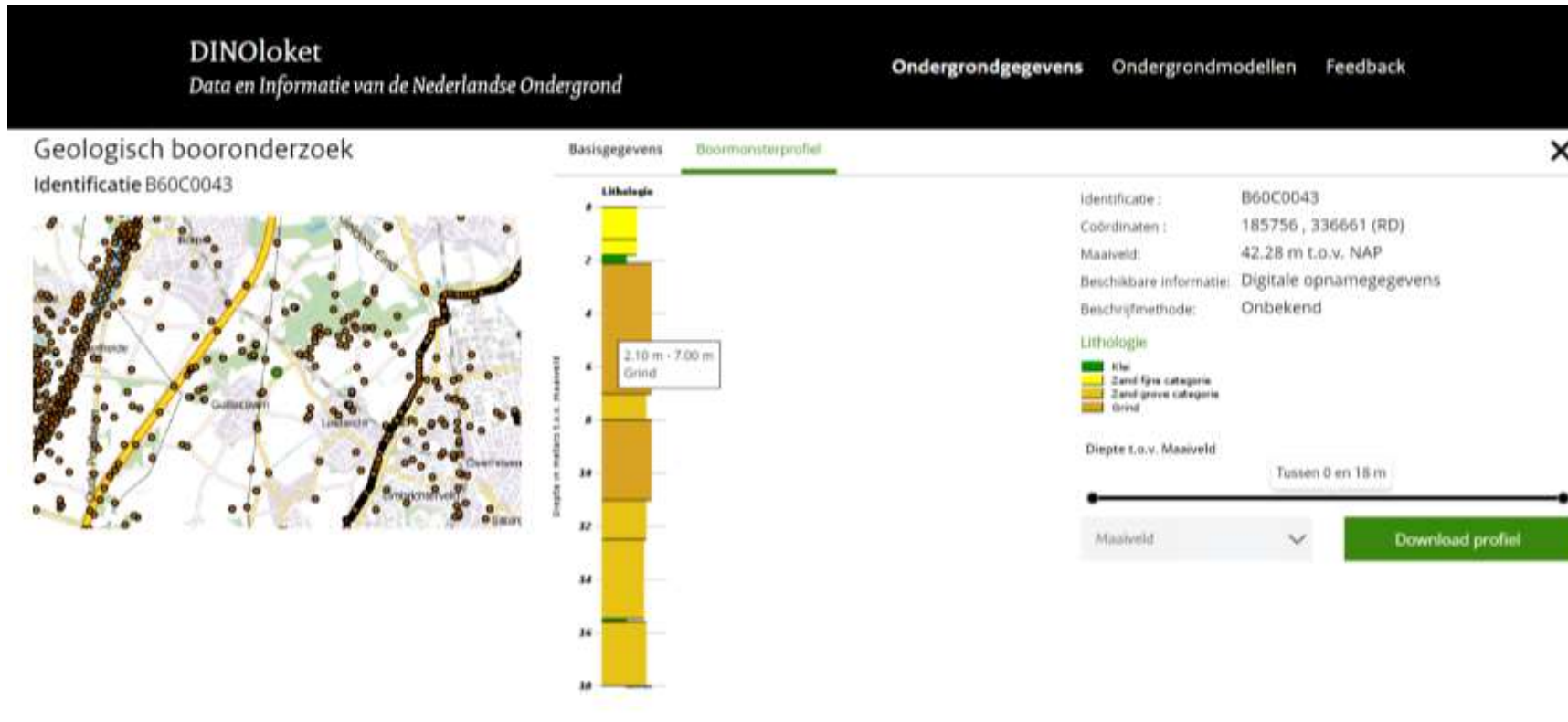


# Feldbissbreuk PROFIEL2





# Boring B60C0043 (zuiden breuk profiel)



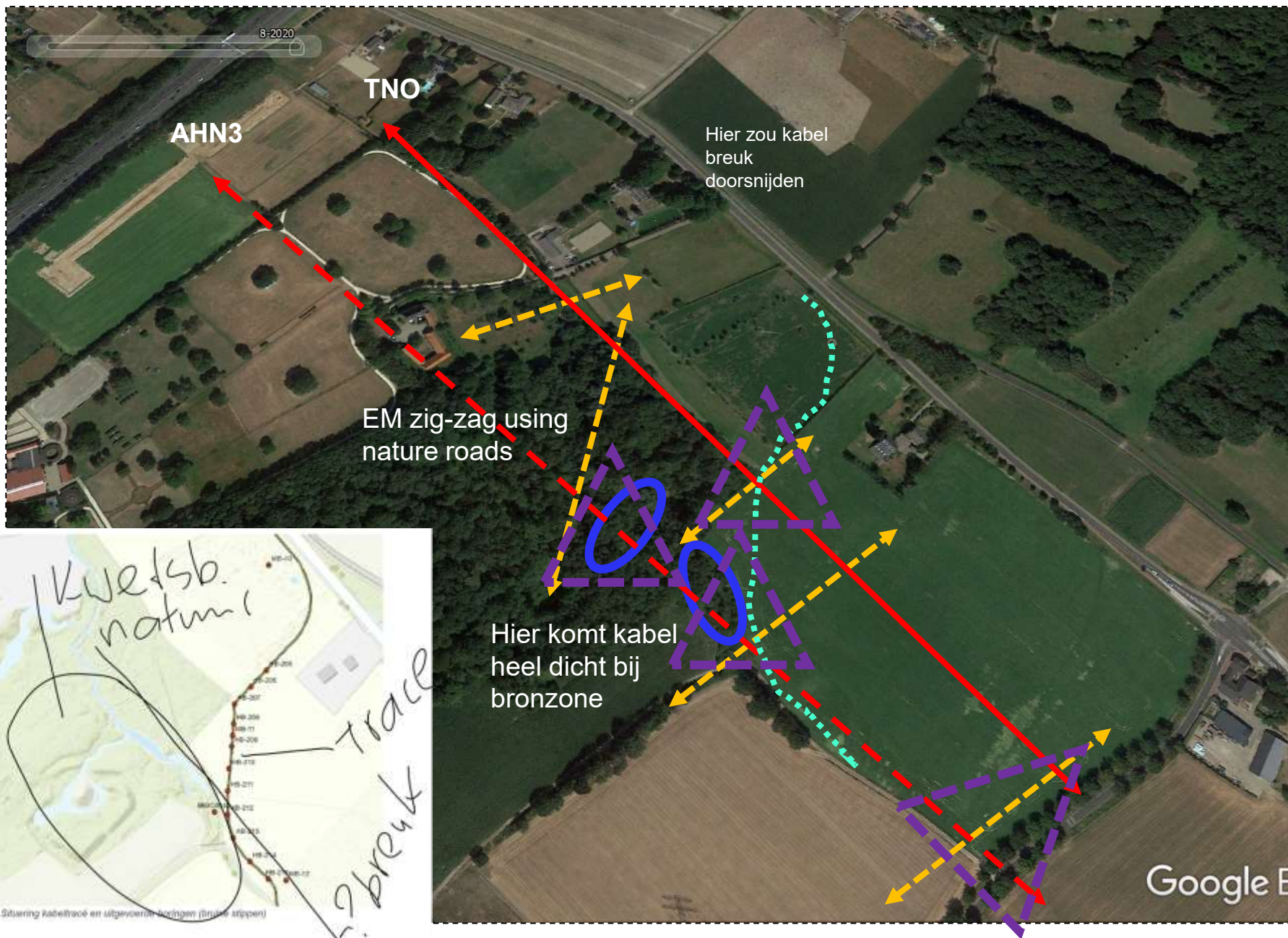
Deze boorbeschrijving is in overeenstemming met de breukligging die m.b.v. de Bodemdalingskaart2.0 in slide 22 is getekend.

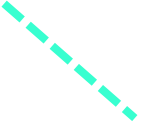




### 3. Resultaten velddag (woensdag 18 augustus 2021)

Op basis van het vooronderzoek en veldbezoek op 3 augustus is een meetplan opgesteld. Dit plan vormde de aanzet voor de velddag op 18 augustus. Dit plan is in de volgende slide schematisch aangegeven. Hierbij is vooral rekening gehouden met de 2 veronderstelde breuk locaties.



-  bronzone
-  Fault zone (TNO) (breukligging)
-  EM raai
-  ? ERT raai (to be determined)
-  Geplande ligging kabel
-  Aanvullende ondiepe boringen





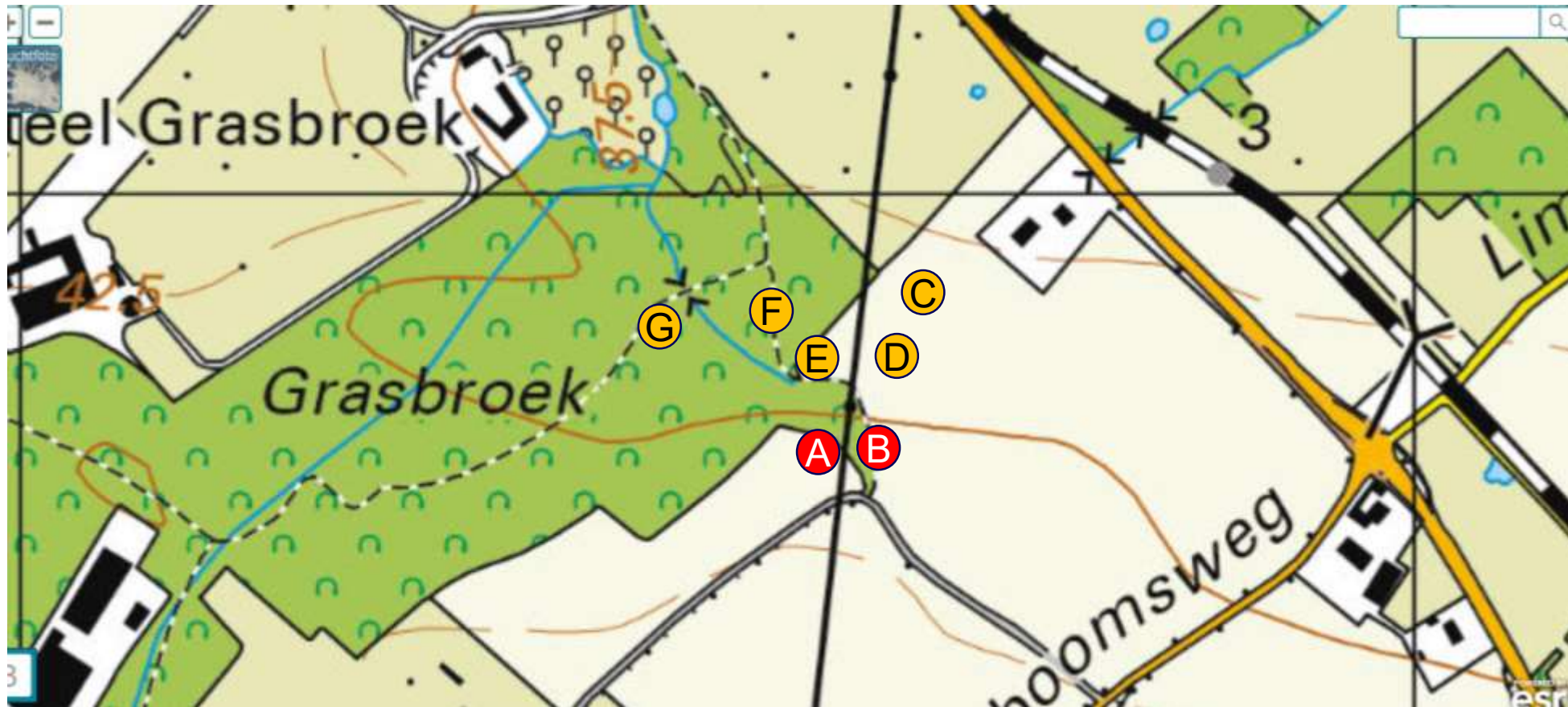
# 3a Resultaten 8 boringen

1. Zie boorbeschrijvingen in bijlage.
2. Deze boringen gaven ook inzicht over de grondwaterstand op 18 augustus.
3. 2 hadden een duidelijk “horst” profiel (boringen moesten snel door ondoordringbaar grind worden afgebroken), 6 met een “slenk” profiel (eenvoudig tot 6-7 meter boorbaar).





# Ligging boringen: Rood Horst profiel. Geel Slenk profiel



De boringen E en F worden hier als “Slenk” profiel gekarteerd door afwezigheid grind. Dit kan echter ook zo zijn omdat hier een dalopvulling (zie bodemkaart) is aangeboord.

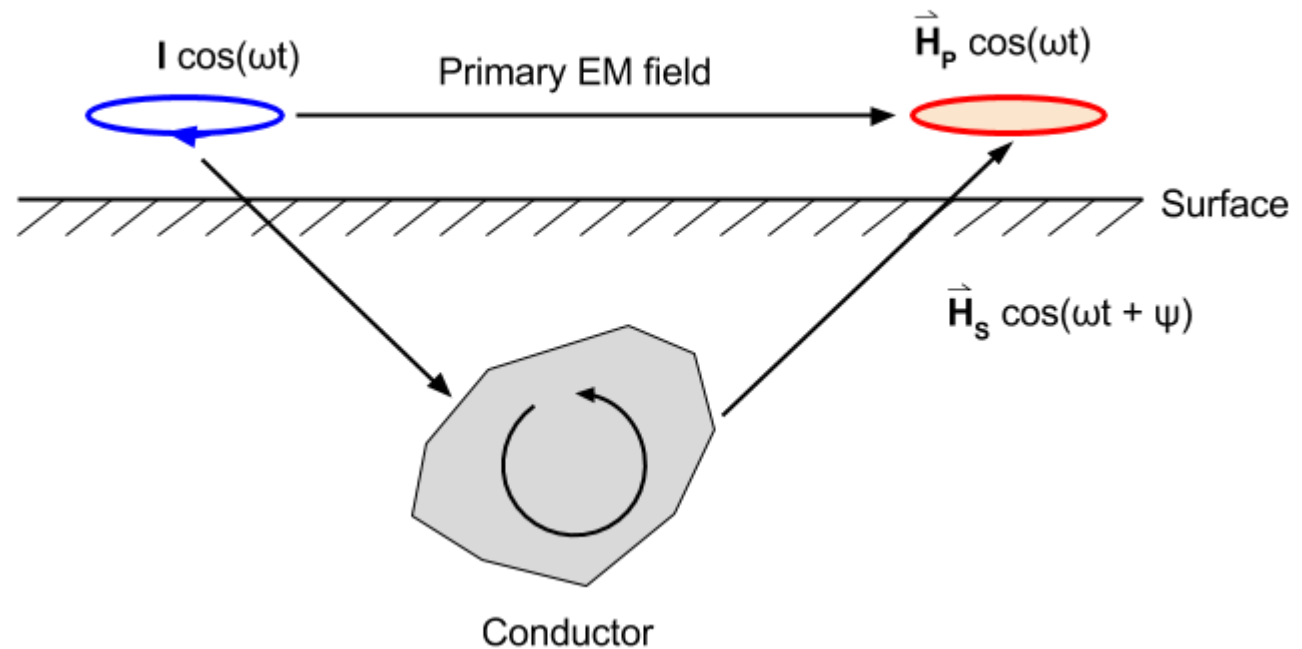


EM metingen. Rond de bronzones zijn zig-zag EM metingen (voorzien van GPS) uitgevoerd,



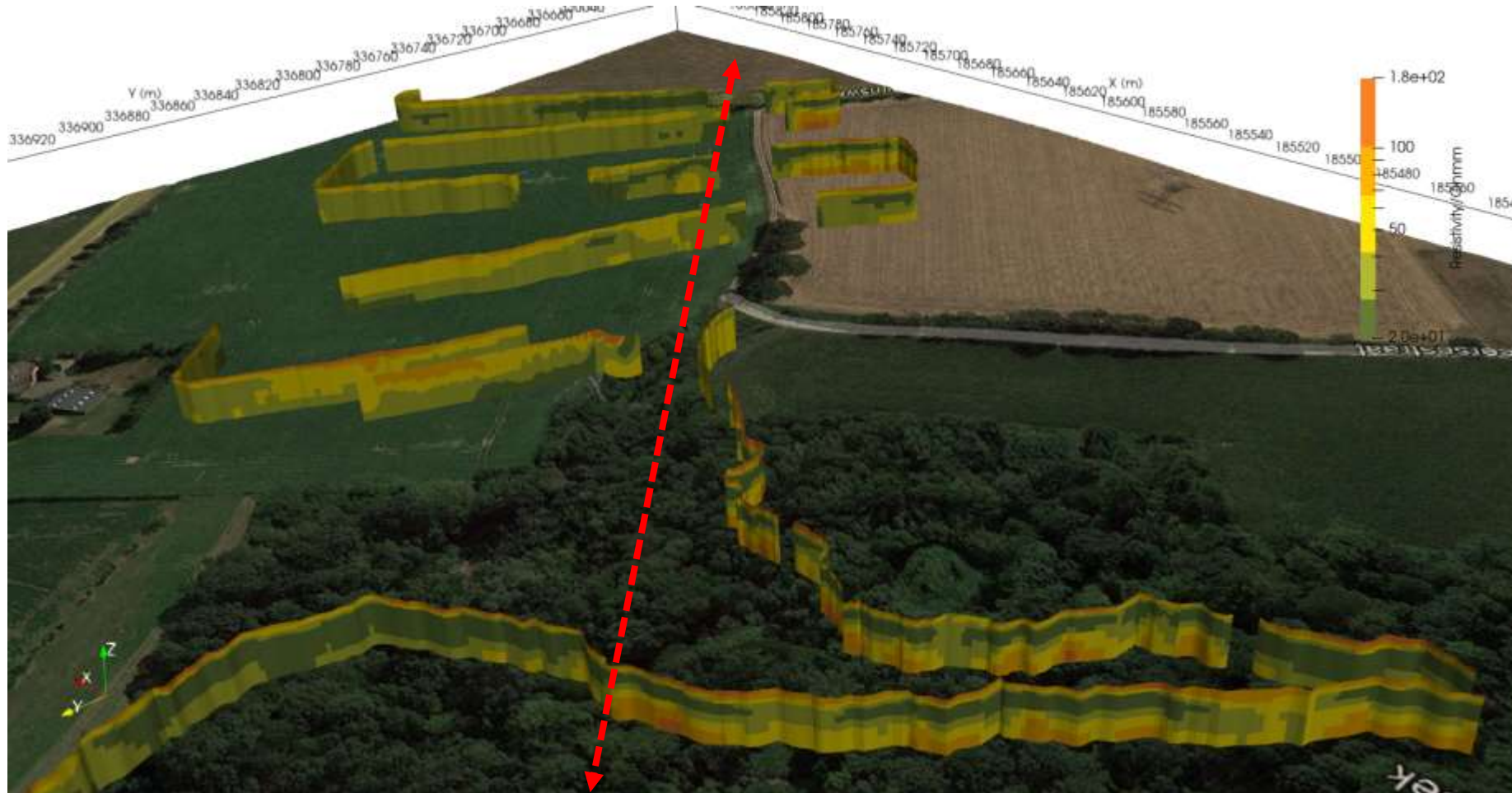
## 3b: EM

Theory: Elk primair magnetisch veld (dipool) wordt opgewekt door een sinusvormige stroom door een zenderspoel met een discrete frequentie. Het wervelstroomstelsel dat door het primaire magnetische veld in de ondergrond wordt geïnduceerd, wekt een secundair magnetisch veld op dat afhankelijk is van de geleidbaarheidsverdeling in de ondergrond. Het secundaire magnetische veld wordt opgevangen door een ontvangerspoel en gerelateerd aan het primaire magnetische veld dat verwacht wordt bij de ontvangerspoel.





## 3b Resultaten EM metingen



De EM metingen tonen bovenin en in het bos een duidelijk verschil in EC.

Vooral het Noord-zuid “bosprofiel” toont een duidelijk contrast bij boring G.

Het profiel bij X is waarschijnlijk verstoord door de hoogspanningsmast aldaar.

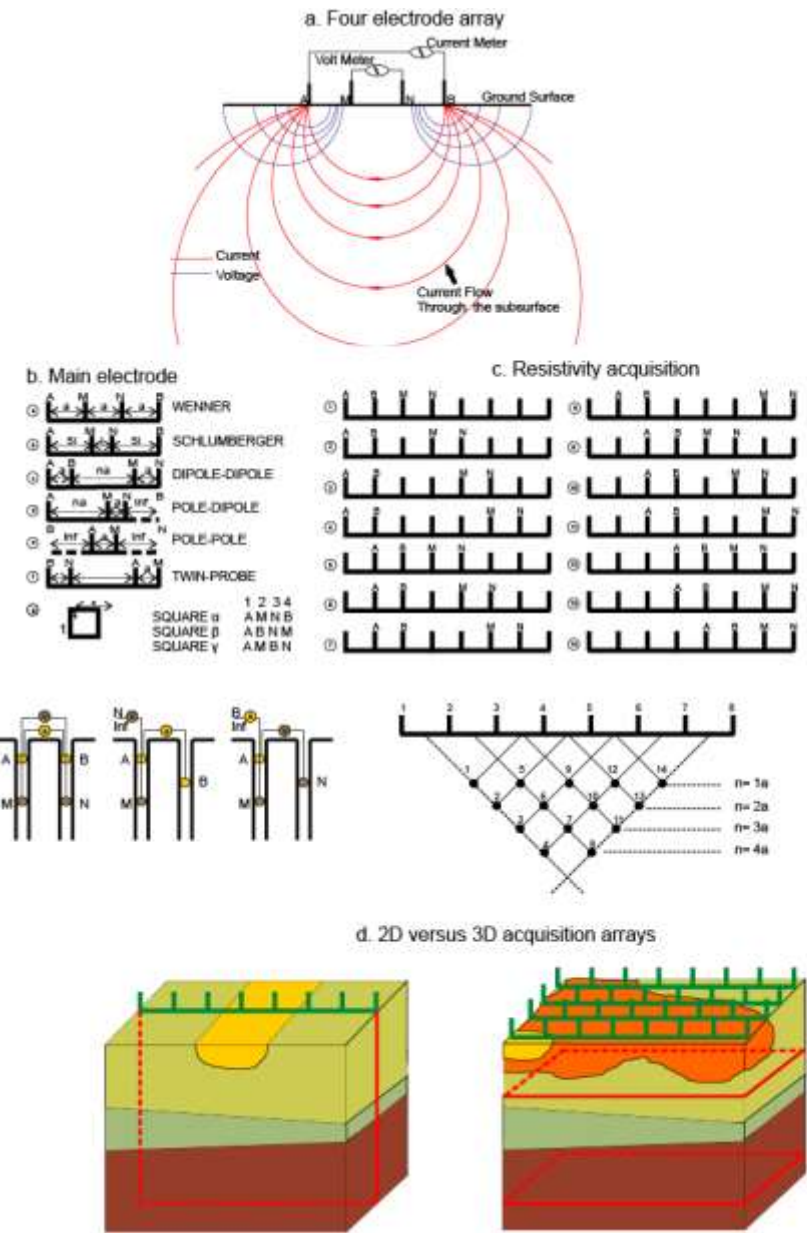
De breukligging op basis van deze metingen is met rode lijn geschetst

# 3b ERT



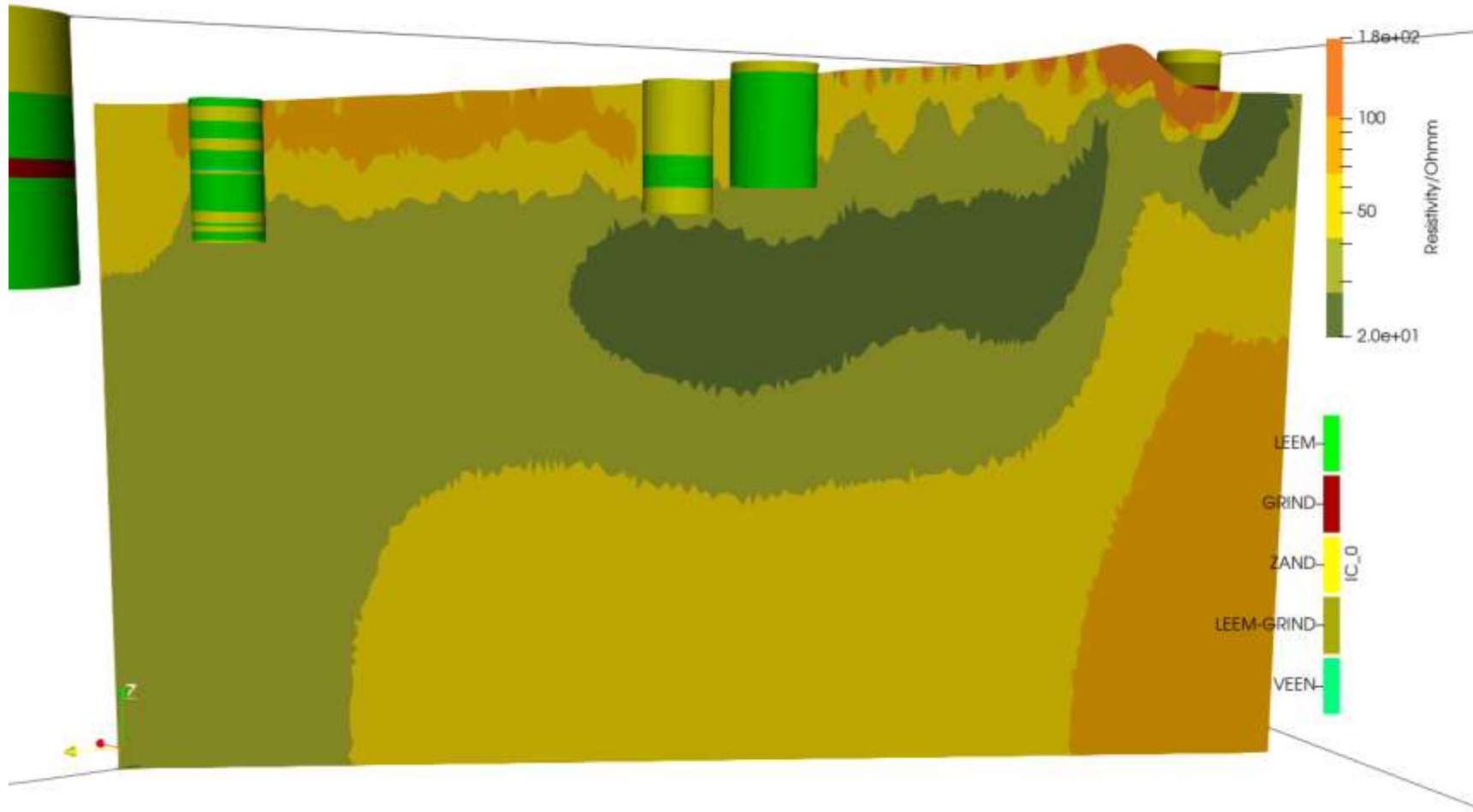
Een typisch acquisitiesysteem voor DC (gelijkstroom) weerstandsmetingen bestaat uit een weerstandsmeter, een elektrische bron (batterij), kabels met elektroden, een schakelkast en een besturings- en opslageenheid (computer).

Voor elke meting worden twee stroomelektroden gebruikt: de ene om de stroom in de ondergrond te injecteren en de andere om er dezelfde hoeveelheid stroom uit te halen. Volgens afspraak worden deze elektroden respectievelijk A en B genoemd. Het elektrische veld wordt (tenminste) gemeten met twee andere elektroden (M en N), de potentiële elektroden.





## 3c Resultaten ERT



Wij hebben 1 gedetailleerd noord-zuid traject, ongeveer langs onze boringen uitgevoerd. Deze metingen lijken duidelijk de breukligging te tonen (zie gearceerde rode lijn). Enkele meters ten Noord van de bronzone vallei.

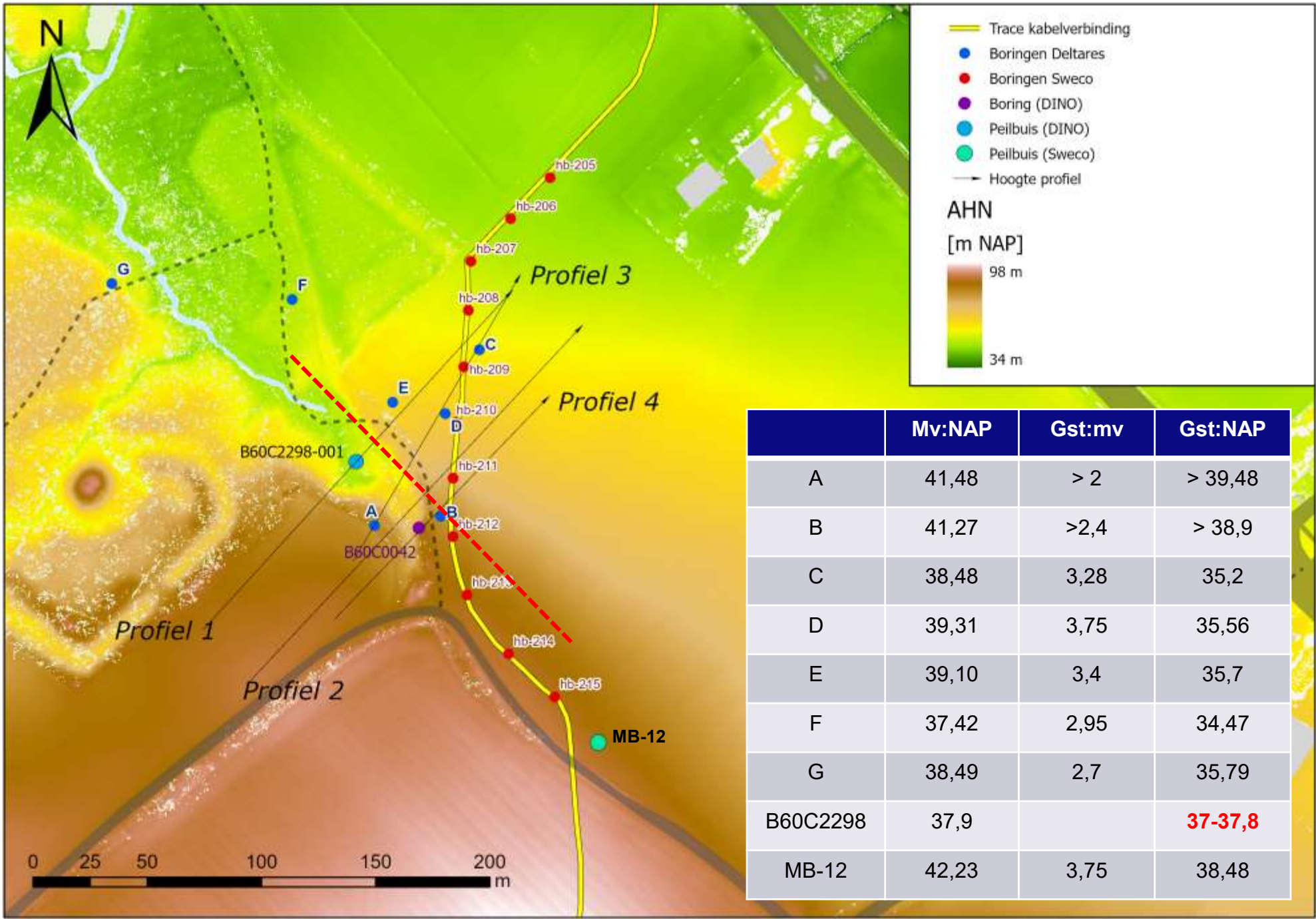
# Enkele opmerkingen van onze geofysicus

- 1) Below the road, there is something buried (metal pipe, cable...?). I cannot use that data, thus there is a gap there.
- 2) Also, the data from the EM below the powerline are not good. The ERT is (this is the cross section that goes deeper). It shows the fault quite nicely.
- 3) There are few other locations that we detect something buried.
- 4) Overall, I think Roelof is right. The fault seems to be north of the road. I see there much higher resistivity, possibly the gravel. You can see this in various slides as the orange-brownish colors.
- 5) I added the boreholes also in the plot.
- 6) In slide 7, I can see the change in resistivity on the East side, that flows also the topography.
- 7) Unfortunately, the data on the road to the castle are pretty bad. I am leaving them there as an indication of what is happening, but we have to be cautious how to use them.



# Synthese

- De situatie rond de bronzone is geomorfologisch complex. Deze wordt bepaald door een combinatie van:
  1. Verschuiving van het landoppervlak langs de lokaal aanwezige Feldbiss breukzone door tektonische activiteit.
  2. De aanwezigheid van rivierafzettingen in Maasterrassen.
  3. De aanwezigheid van beekdal met dal opvulling ten noorden van de bronzone.
  4. Vergravingen in Grasbroek rond kasteel Grasbroek en rond de aan de oostzijde gelegen Motte ruïne. Enkele bronnen liggen in de gracht rondom deze motte.
- “Onze” bronzone ligt in een smal dal. Dit dal kan van natuurlijk oorsprong zijn of ook deels zijn gegraven.
- Op basis van (1) de Bodemdalingskaart2.0, (2) AHN3, (3) EM en ERT metingen, (4) onze boringen en de Sweco boringen kan worden onderbouwd dat de breuk langs het dal met de bronzone ligt, in de richting van het kasteel. In grasbroek ligt deze deels begraven onder dalopvullingen.
- Met behulp van 4 maaiveldhoogteprofielen loodrecht op de bronzone wordt de verzamelde informatie bij elkaar gebracht. Deze profielen worden in de volgende slides beschreven.



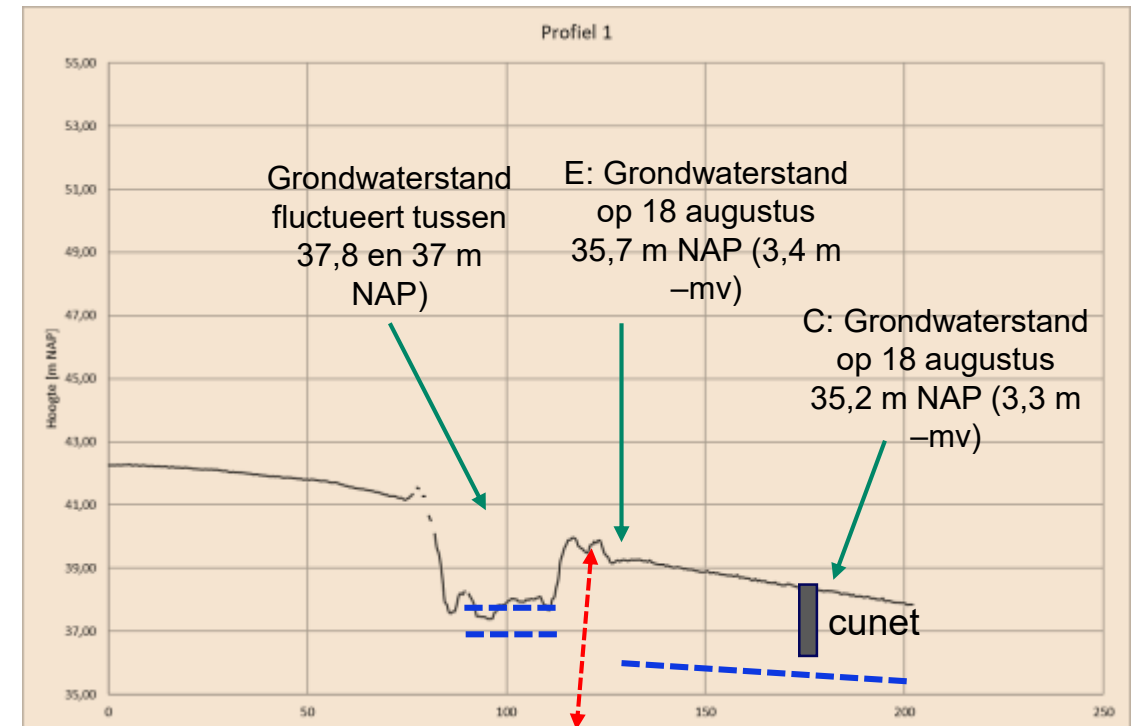
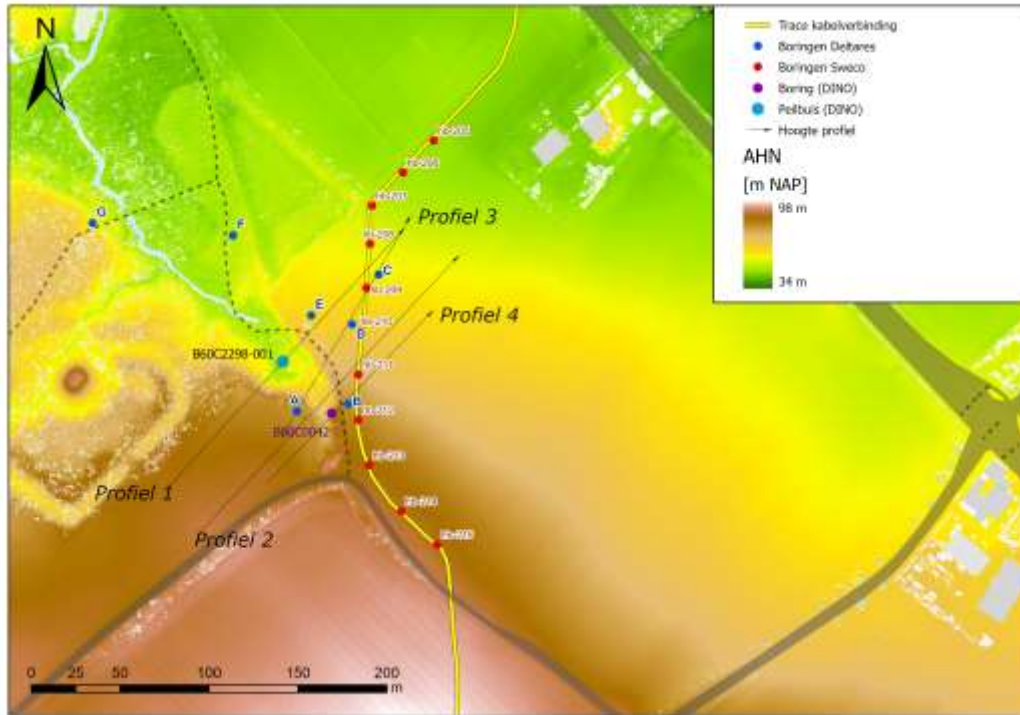
| boring | Z (m NAP)<br>Hoogte<br>maaiveld |
|--------|---------------------------------|
| HB-205 | 37,18                           |
| HB-206 | 37,28                           |
| HB-207 | 37,76                           |
| HB-208 | 38,11                           |
| HB-209 | 38,71                           |
| HB-210 | 39,52                           |
| HB-211 | 40,53                           |
| HB_212 | 41,57                           |
| HB-213 | 42,13                           |
| HB-214 | 42,44                           |
| HB-215 | 41,31                           |

|          | Mv:NAP | Gst:mv | Gst:NAP |
|----------|--------|--------|---------|
| A        | 41,48  | > 2    | > 39,48 |
| B        | 41,27  | >2,4   | > 38,9  |
| C        | 38,48  | 3,28   | 35,2    |
| D        | 39,31  | 3,75   | 35,56   |
| E        | 39,10  | 3,4    | 35,7    |
| F        | 37,42  | 2,95   | 34,47   |
| G        | 38,49  | 2,7    | 35,79   |
| B60C2298 | 37,9   |        | 37-37,8 |
| MB-12    | 42,23  | 3,75   | 38,48   |

Grondwaterstand 18-8-2021. B60C2298 is langere DINO tijdreeks.

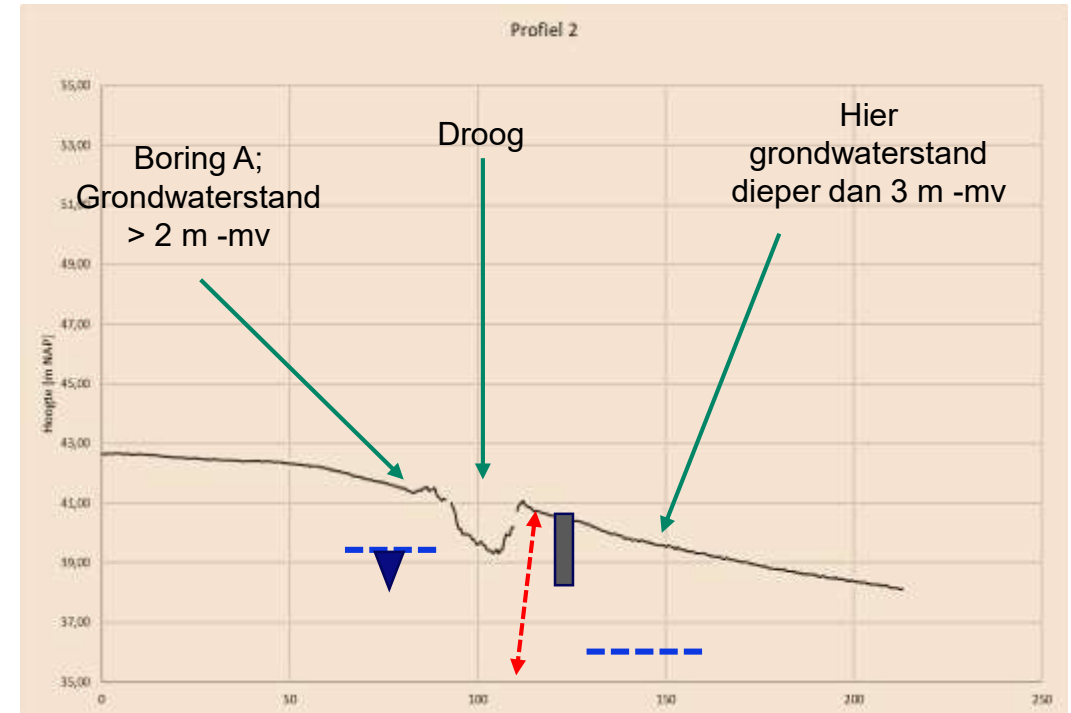
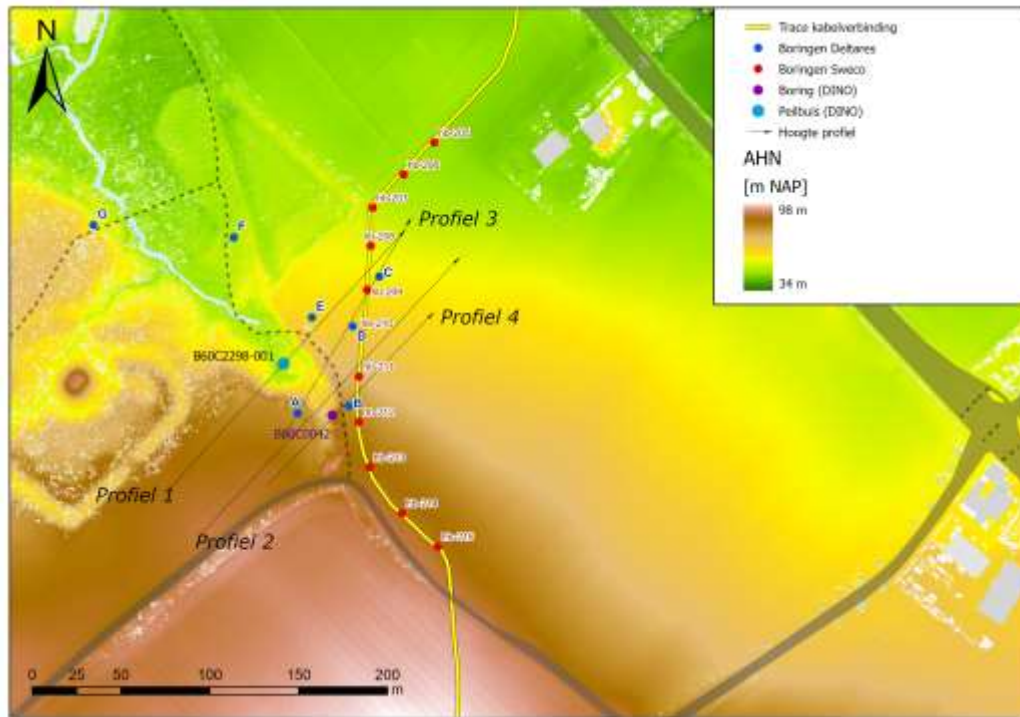


# Profiel 1



De verhogingen aan beide zijden van de bronzone lijken op mogelijke vergraving te wijzen (spreng idee). De breuk (rode gearceerde lijn) ligt aan noordzijde. De informatie over de grondwaterstanden suggereert een grondwaterstandssprong bij de breuk. Dit kan worden veroorzaakt doordat aan de zuidzijde van de breuk de ondergrond grindrijk is en de noordzijde leem-kleirijk. Een laterale sprong in doorlatendheid. Een verticale breukweerstand door “versmering” is niet uit te sluiten. De geplande kabel ligt hier op grote afstand van de breuk. Vergraving (2m) vormt hier geen risico.

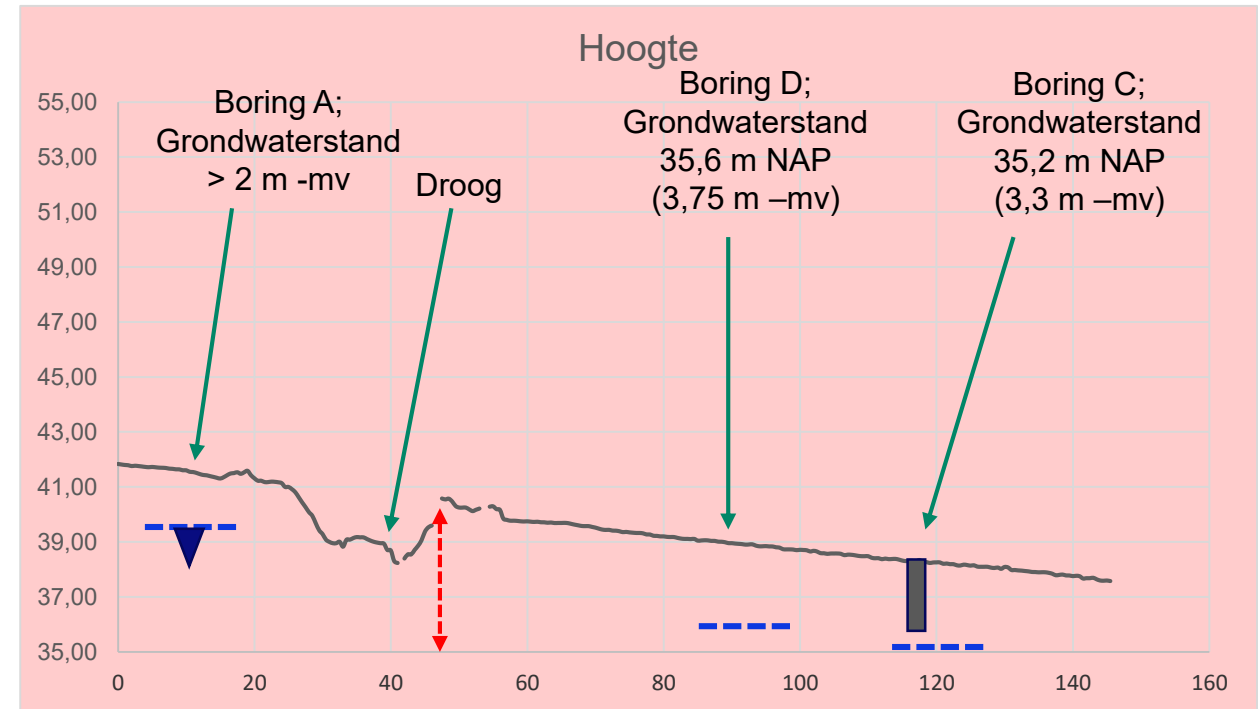
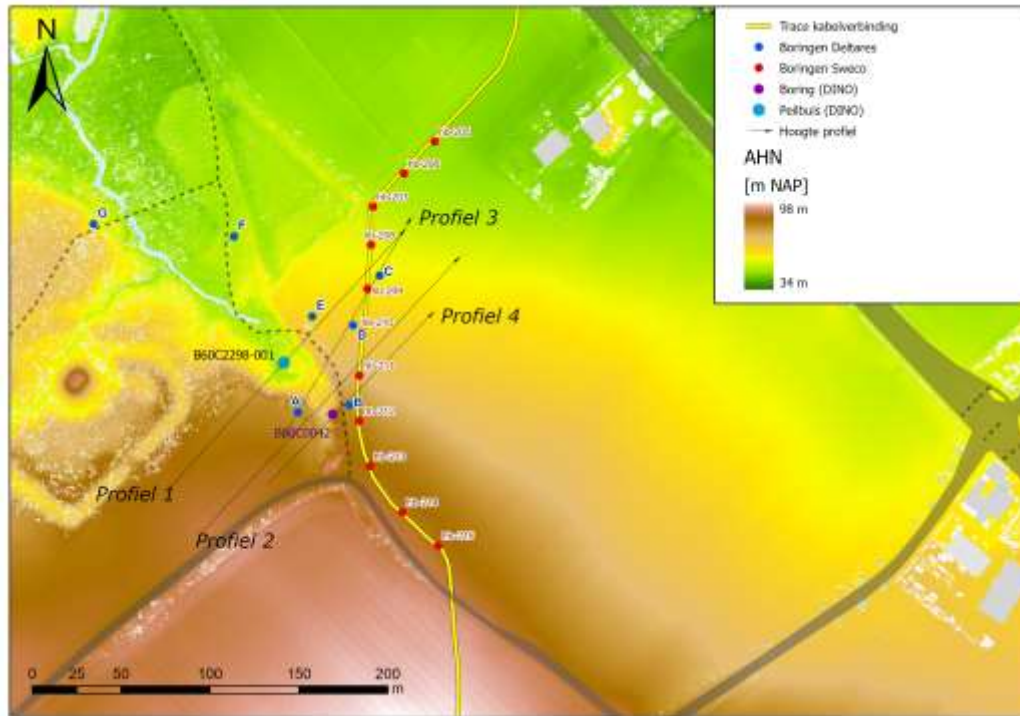
# Profiel 2



Bij boring A ligt de grondwaterstand dieper dan 2 m onder maaiveld. Op 18 augustus trad hier geen bronwater in de bronvallei uit. Het kabeltracé ligt hier (nog) in de Roerdal slenk en de vergraving van 2 m diep vormt hier geen risico.

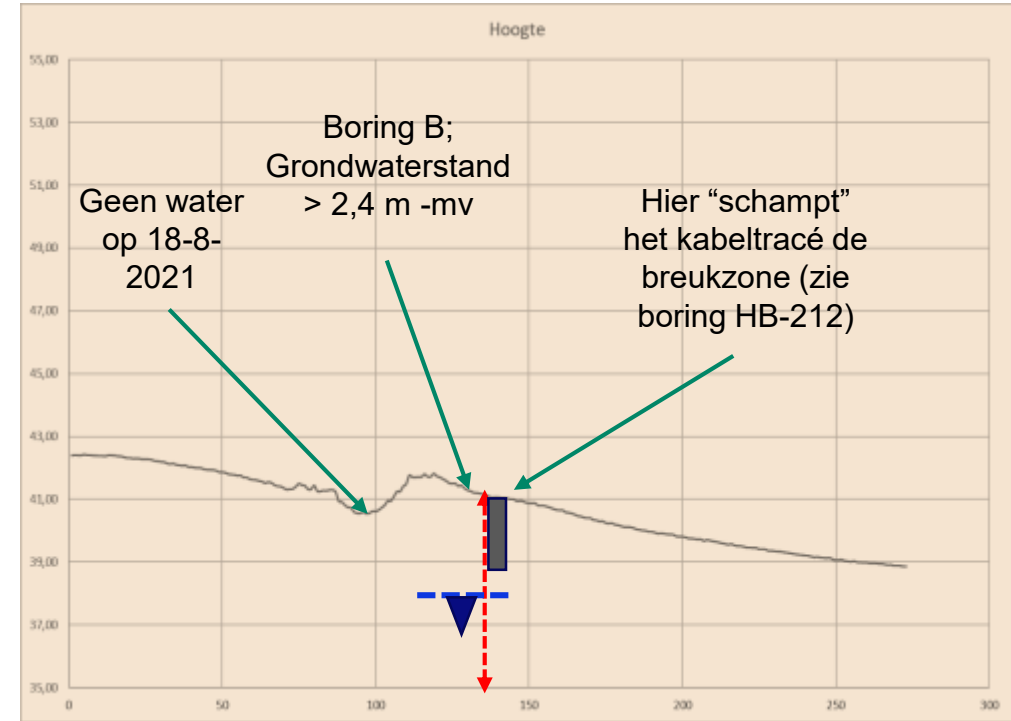
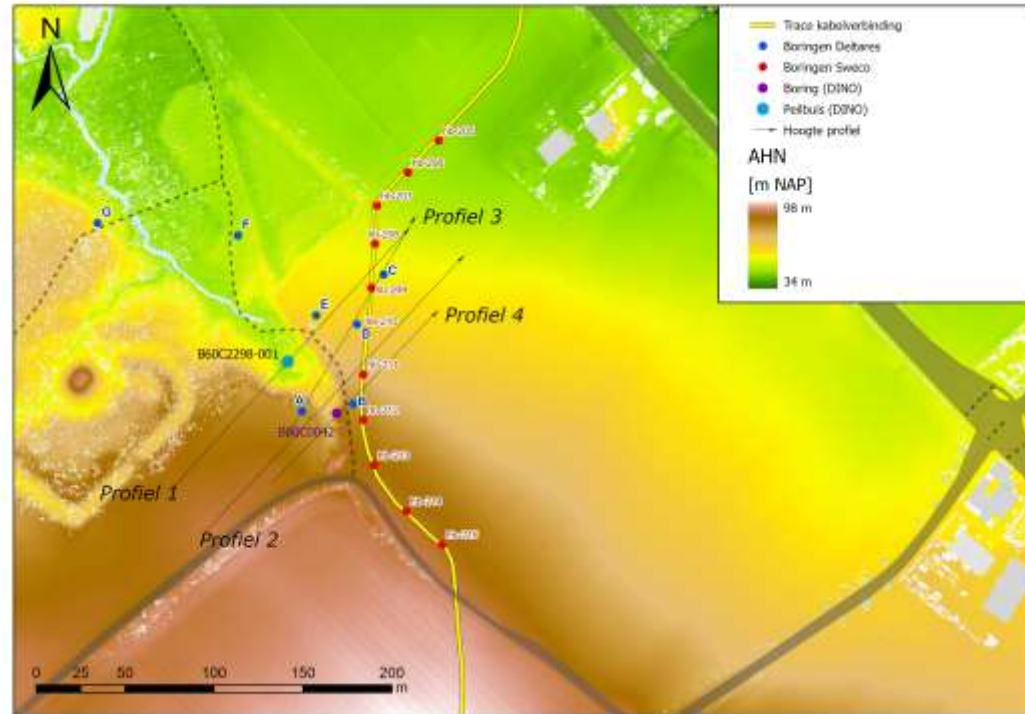


# Profiel 3



Bij boring A ligt de grondwaterstand dieper dan 2 m onder maaiveld. Op 18 augustus trad hier geen bronwater in de bronvallei uit. Het kabeltracé ligt in dit profiel (relatief ver) in de Roerdal slenk en de vergraving van 2 m diep vormt hier geen risico. De grondwaterstand ligt hier meer dan 3 m onder maaiveld.

# Profiel 4



Bij boring B ligt de grondwaterstand dieper dan 2 m onder maaiveld. Op 18 augustus trad hier geen bronwater in de bronvallei uit. Het kabeltracé ligt in dit profiel in de breuk, of net ten zuiden van de breuk. Vergraving van 2 m diep zou in principe dus geen risico vormen omdat de grondwaterstand dieper ligt.



# Conclusies

1. Uit de analyse van verschillende databronnen en boringen blijkt dat de Feldbiss breuk zich ongeveer tussen kasteel Grashoek en door, en net ten noorden, van de hoofdbronzone bevindt. Dit is ca. 100 meter zuidelijker dan bekend is op basis van een regionale kartering van TNO GDN. De bronzone ligt ongeveer op de breuk (deels net ten zuiden) en ligt in een vallei die ca. 3,5 m dieper ligt dan de omgeving. Het bronwater borrelt zichtbaar omhoog.
  1. De breukzone is ca. 4 m breed.
  2. Aan de zuidzijde van de breuk komt ondiep veel grind voor. Aan de noordzijde veel klei en leem.
2. De grondwaterstand bevond zich, ter plaatse van het leidingtracé ten noorden van de breuk, in augustus 2021 op de meeste plaatsen dieper dan 3,5 m –mv. Het lijkt onaannemelijk dat de grondwaterstand in natte perioden stijgt tot boven 2 m –mv.
3. Een vergraving voor de aanleg van de kabel tot max. 2 m –mv kan ten noorden van de breuk derhalve geen negatieve invloed op de bronzone hebben. Echter, tussen HB-210 en HB-213 schampt of passeert het tracé de breuk. Hier weten we dat de grondwaterstand in augustus ook dieper lag dan 240 cm (boring B). Om eventuele perforatierisico's te voorkomen bevelen wij aan om het tracé tussen HB-210 en HB-213 enkele tientallen meters naar het noorden te verplaatsen.
4. Het vervuilde (nitraat, sulfaat) bronwater is (hoofdzakelijk) uit de lokale omgeving afkomstig. Dit water wordt door de grondrijke afzettingen ten zuiden van de breuk getransporteerd.

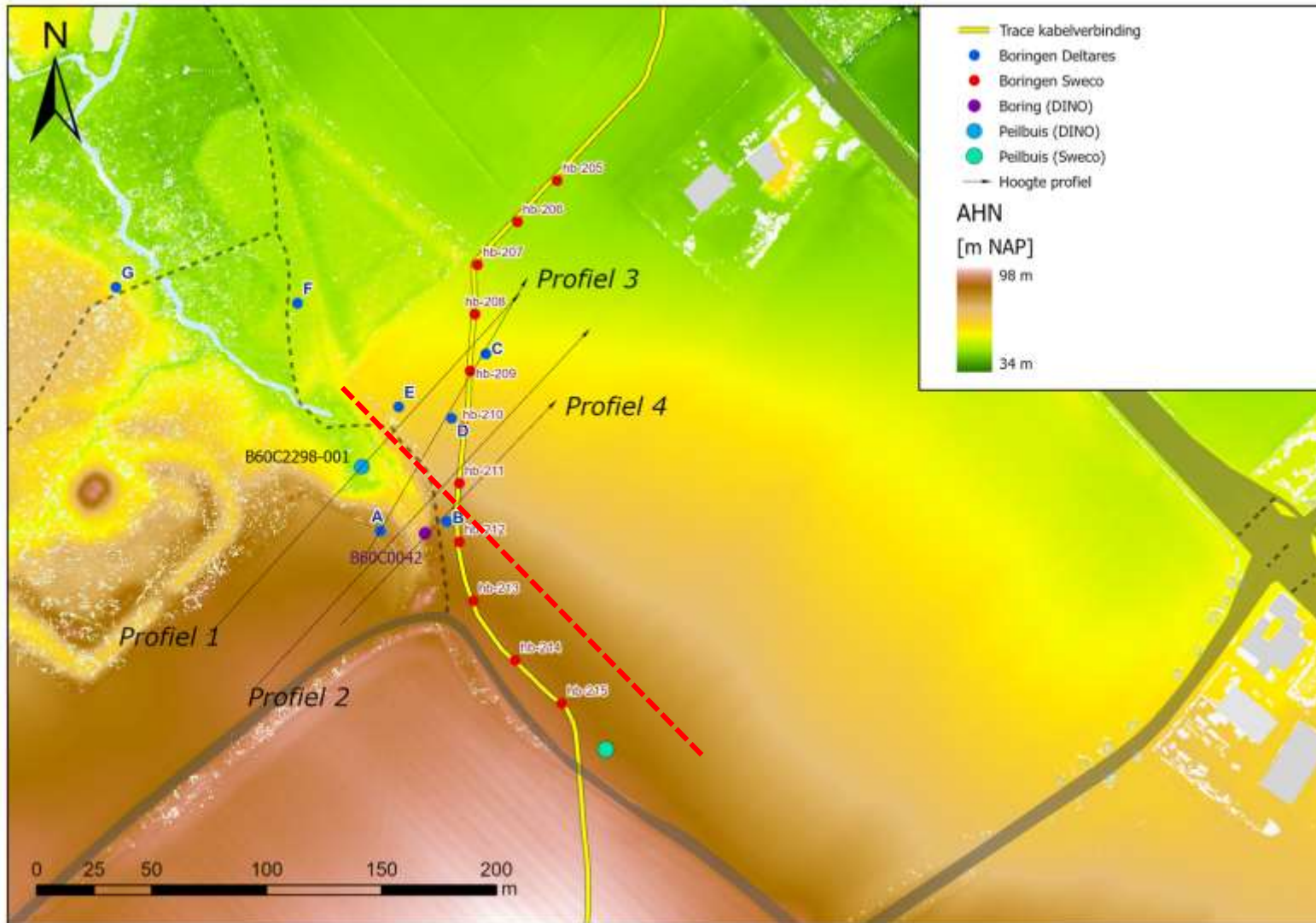
# Aanvullende aanvelingen voor Natuurmonumenten

1. Worden de bronnen beïnvloed door grondwateronttrekking voor beregening?
2. Worden de bronnen beïnvloed door grondwateronttrekking voor drinkwatervoorziening?
3. Wat is de herkomst van het water i.v.m. mogelijke vervuiling? Kunnen bufferzones er voor zorgen dat deze kwaliteit wordt verbeterd.
4. Heeft de huidige kwaliteit van het lokale oppervlaktewater een negatieve invloed op de lokale ecologie. Kan dit met lokale ingrepen worden verbeterd? Zoals zuiveringsmoerassen?
5. Hoe kwetsbaar zijn deze bronnen voor klimaatverandering?
6. Hoe ziet de ondiepe geologie in Grasbroek eruit? Dit inzicht kan worden verkregen m.b.v. enkele oost-west boorraaien door het Grasbroekdal.



# VERVOLG NA VERGADERING 6 SEPTEMBER 2021

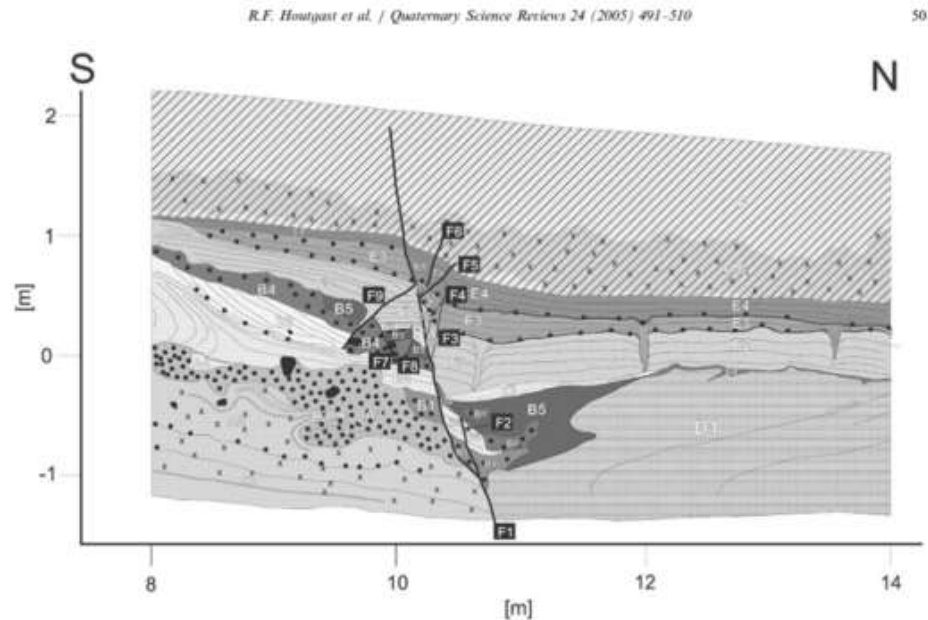
1. Een **theoretisch** eenvoudige oplossing om het risico voor de bronzone te minimaliseren zou een verplaatsing van het kabeltracé zijn. Uit de discussies bleek dat dit vanuit procedure oogpunt lastig,
2. Daarom wordt voorgesteld om bij vasthouden aan het huidige kabeltracé een kwelscherm te plaatsen op de plaats waar de breuk wordt gepasseerd.
  - ☐ Hiervoor breukligging nader detailleren,
  - ☐ Grondwaterstanden aan beide kanten meten en daarna Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) schatten,
  - ☐ Kwelscherm ontwerpen en installeren,
  - ☐ Organiseren dat Deltares tijdens de graafwerkzaamheden (bij de breuk) aanwezig kan zijn en kan adviseren bij de concrete plaatsing van het kwalscherm. Uit het eerdere onderzoek van Houtgast (2004) lijkt het erop dat de breuk moeilijk zichtbaar wordt in de gegraven tracégeul. Waarschijnlijk wordt deze zichtbaar in de onderste decimeters of bodem. Daarom zijn om de breukligging vooraf te bepalen de aanvullende boringen echt nodig.
  - ☐ 3 (natuur) grondwatermeetpunten installeren tussen de breukpassage en het brongebied. Deze punten voor een langere periode monitoren (hoogfrequent). Hiermee monitoren dat er (zoals verwacht) geen effecten optreden.
  - ☐ Quick scan naar risico opwarmen bronwater t.g.v. kabelwarmte. Hier heeft o.a. Deltares ervaring mee.



Hierbij:

1. Verdere onderbouwing ligging breuk en grondwaterstanden aan beide kanten van de breuk.
2. Hiervoor in het traject dat start net voor HB-211 tot HB-214, 5 ca. 4 m diepe boringen uitvoeren en tijdelijk te voorzien van een grondwater meetpunt.
  - ☐ Kan de grondwaterstand in natte periode stijgen tot boven 2 m – mv? Hierbij gaan we vanuit een worst-case benadering uit.
  - ☐ Zo ja, dan willen we een **kwelscherm** plaatsen op de plaats waar kabel de breuk passeert.
3. Wij gaan ervan uit dat het kabeltracé niet dieper reikt dan 2 m –mv.

# Aanleg kwelscherm



Direct ten zuiden van de breuk bevindt zich vanaf maaiveld eerst een pakket met zand- en leemlagen (en grindjes). Tussen 1,5 en 2 meter neemt grind sterk toe (handboringen moeten stoppen).

- Deltares boringen troffen ten zuiden van de breuk tot 2, 4 m –mv geen grondwater aan.
- Het is dus onbekend hoe het grondwater ter plaatse fluctueert.
- Aan noordzijde van de breuk troffen we tijdens de boringen grondwater tussen 3,3 en 3,8 m onder maaiveld aan.
- Belangrijk: we weten dus niet wat de gemiddeld Hoogste Grondwaterstand kan zijn. En, of deze dan boven 2 m –mv kan stijgen (diepte kabel tracé )

Daarom adviseren we om een kwelscherm te plaatsen op de plaats waar het kabeltracé de breuk passeert.



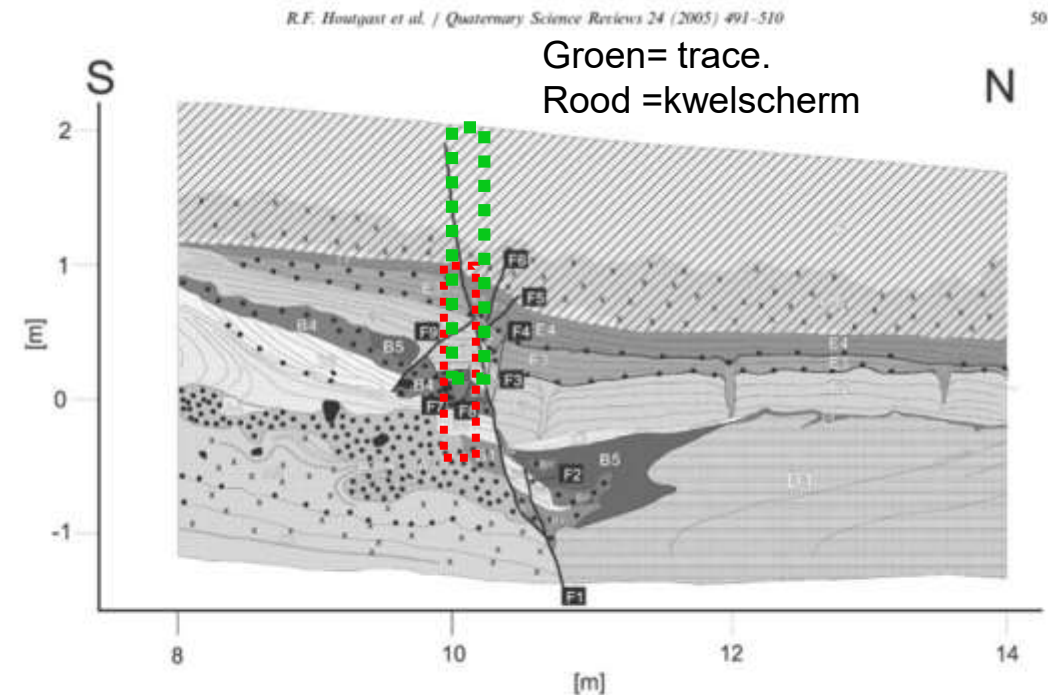
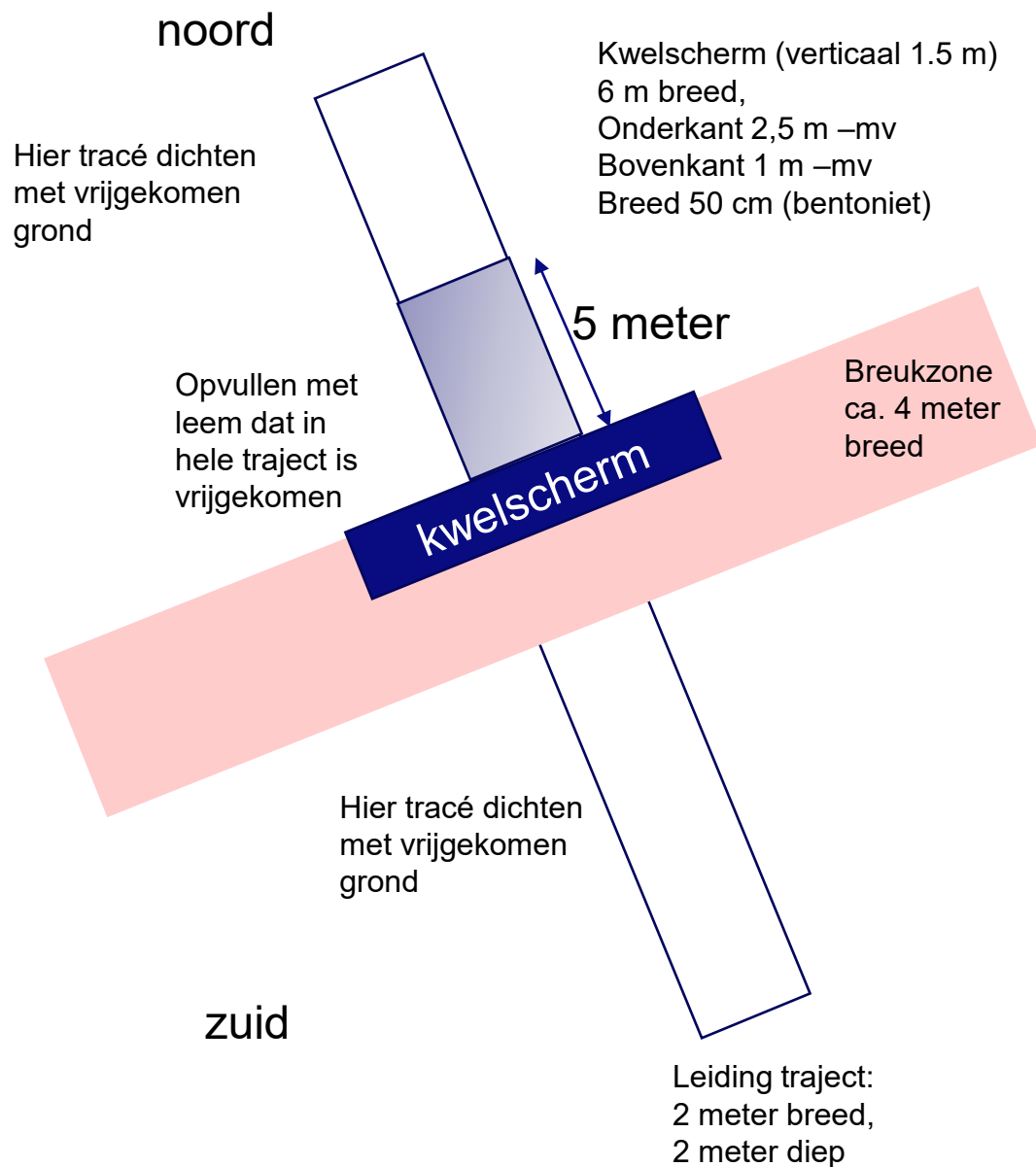


Fig. 6. Detailed drawing of the Feldbiss Fault in the western wall of the trench (same legend as Fig. 3b). The faults are numbered. Fault F1 is the main fault of the Feldbiss Fault. Internal trench coordinate system is used along the axes.

## Ontwerp kwelscherm

Het kwelscherm kan uit een bentoniet “matras” bestaan. Als dit bentoniet matras 1x nat is geweest behoudt het zijn klei afdichtende eigenschappen. Eventueel kan een ander type “damwand” worden gebruikt. Maar ook hierbij zal een kleiafdichting waarschijnlijk nodig zijn.

# Kunnen er negatieve effecten bestaan voor pachthouder na installatie kwelscherm?

De installatie van een kwelscherm heeft geen negatieve effect:

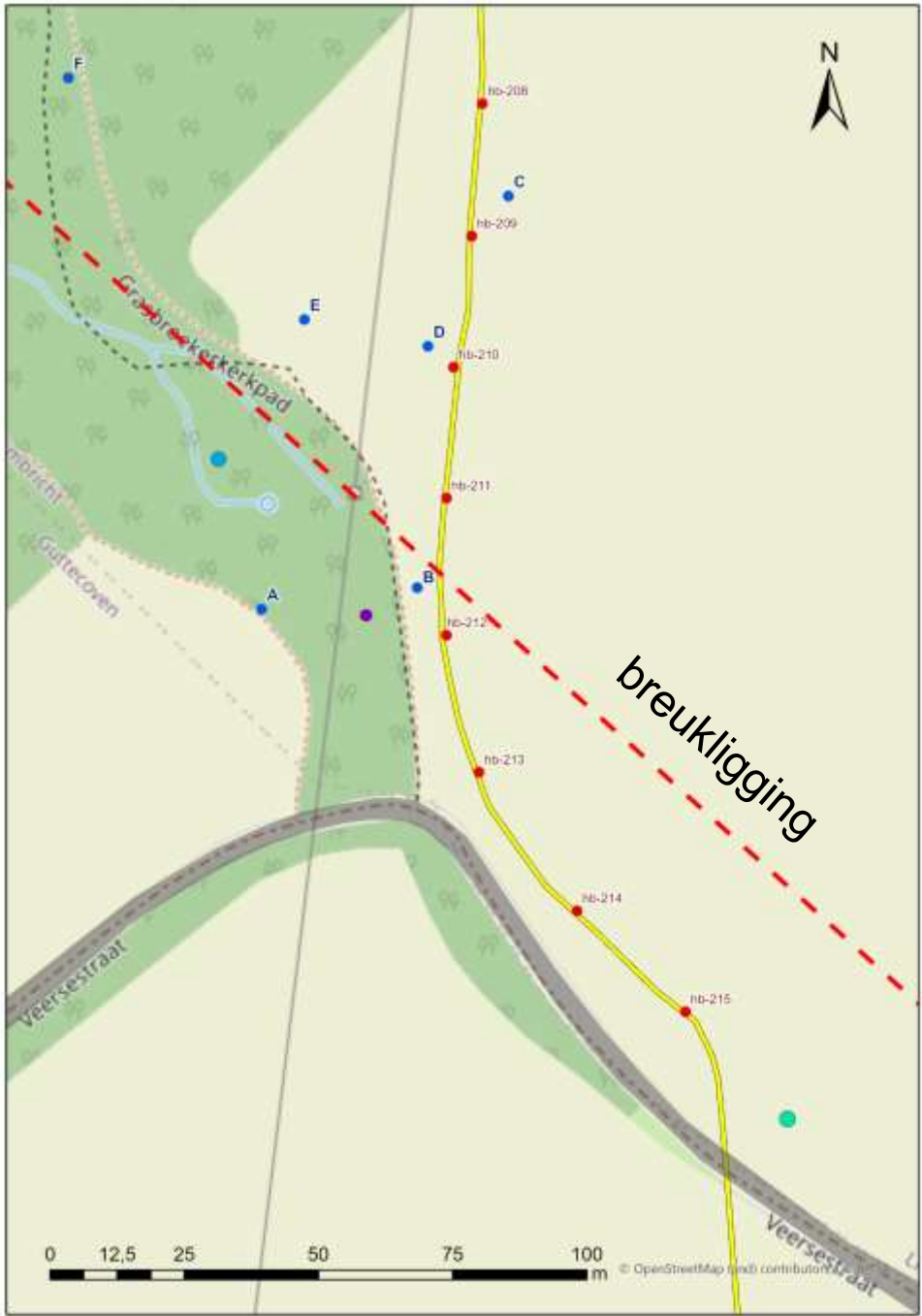
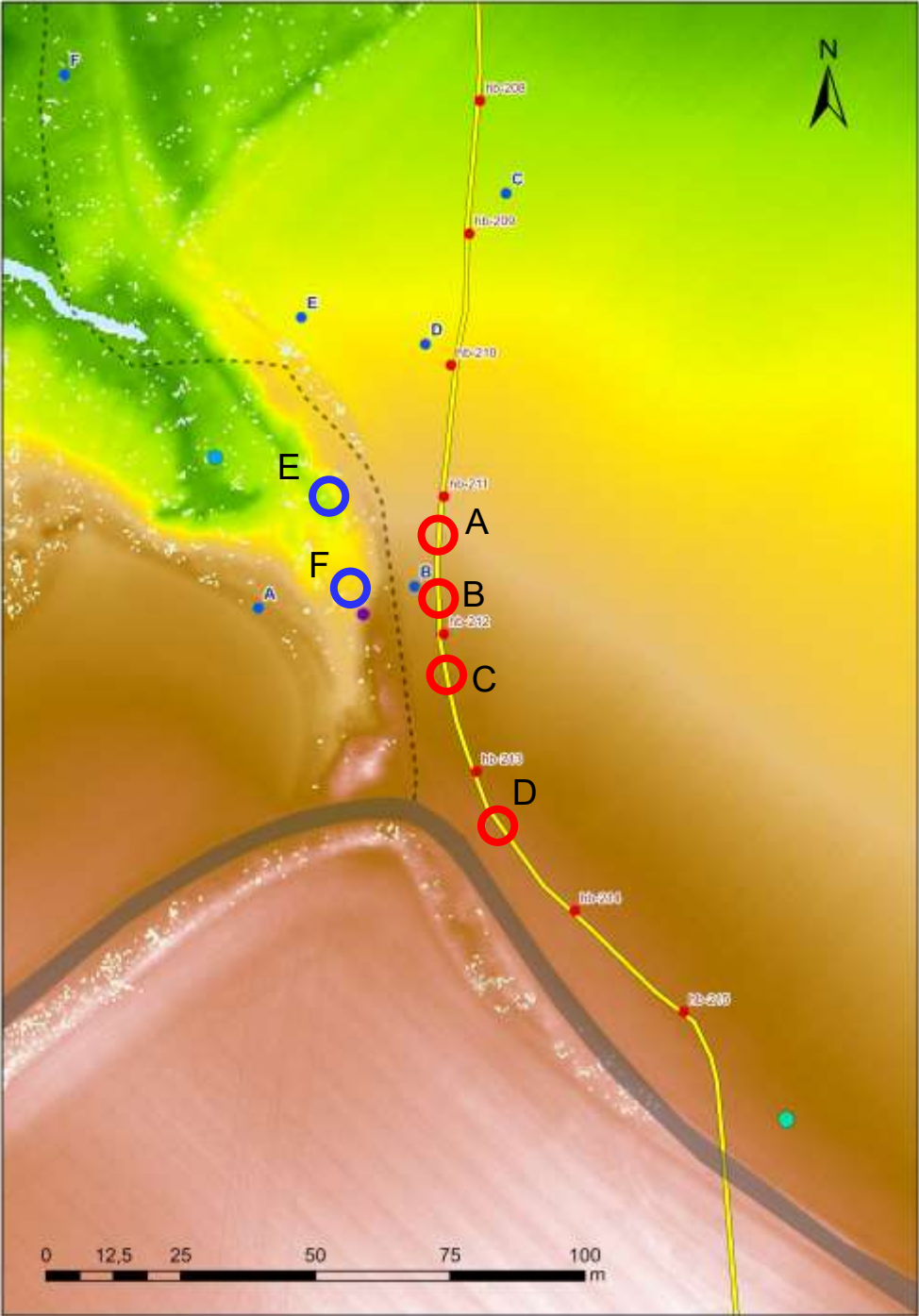
1. De bovenkant ligt op 100 cm onder maaiveld. Ik neem aan dat dit geen gebruiksbeperkingen oplevert voor de pachthouder oplevert.
2. Het scherm is slechts 6m lang. Er wordt niet verwacht dat door opstuwing van grondwater aan de zuidkant van het kwelscherm wateroverlast zal ontstaan. Ook omdat de grondwaterstand nu al diep ligt. Onze nieuwe grondwatermetingen kunnen dit inzicht onderbouwen (vinden we een grondwatersprong tussen noord en zuid van de breuk?).

**Voorstel voor de locaties 6 boringen die ook gebruikt worden voor grondwatermeetpunten (zie volgende slide).**

Projectmeetnet.  
A t/m D hebben als doel de breukligging beter te identificeren, de grondwater-fluctuatie te bepalen, en te bepalen of er een sprong bestaat in grondwaterstanden aan beide zijden van de breuk.

Natuurmeetnet  
E en F zijn 2 langjarig te gebruiken monitoringsputten Natuur. Deze kunnen later aangevuld worden met 1 put uit A t/m D.  
Doel van deze putten is om aan te tonen dat de graafactiviteiten geen nadelige invloed hebben opgeleverd.

BRO  
Wij bevel aan om de boorgegevens en grondwatermeetpunt informatie aan de BRO aan te leveren.



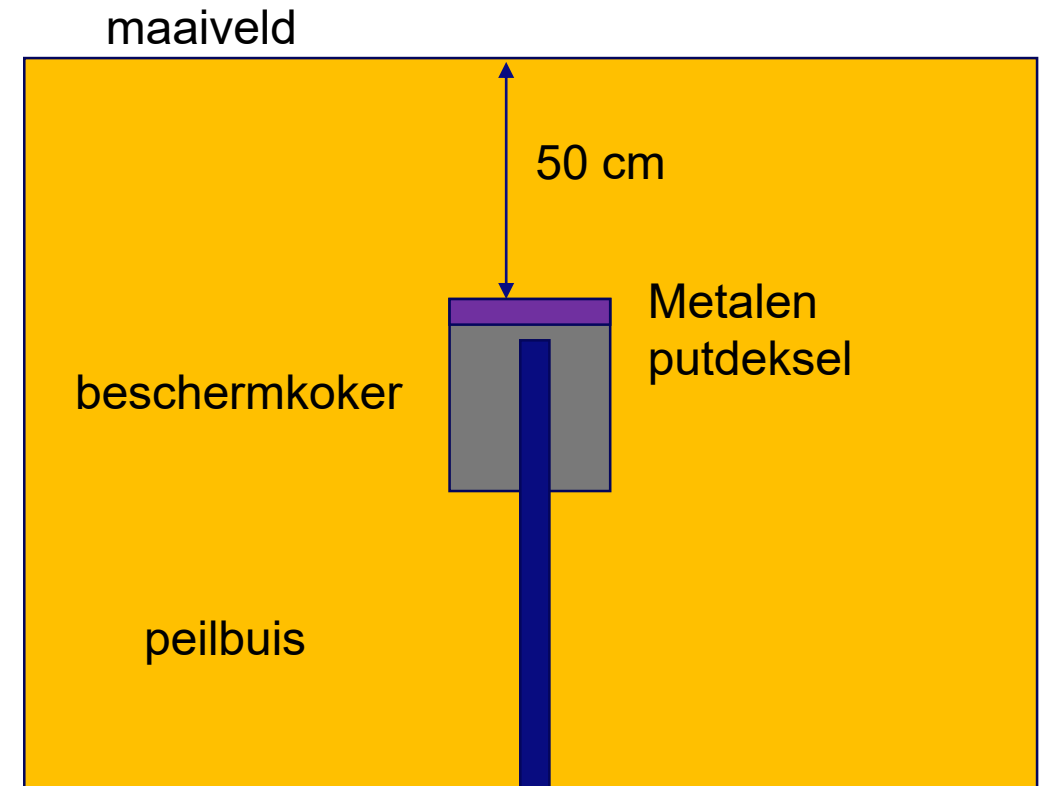


# Grondwatermeetpunten



Buiten het agrarisch perceel worden meetpunten voorzien van bovenstaande beschermkoker aan maaiveld. Binnen het agrarische perceel worden deze meetpunten ingegraven waarbij de bovenkant 50 cm onder maaiveld komt (voorzien van stalen deksel zodat deze m.b.v. een metaaldetector kan worden teruggevonden). De meetpunten worden voorzien van sensoren (divers) die de grondwaterstand met een frequentie van 1 meting per uur registreren. De projectmeetpunten bestaan ca. een jaar, de natuurmeetpunten langdurig. Deze sensoren kunnen meer dan 5 jaar registreren.

**Deltares**



# Temperatuur risico?

- **Kabel temperatuur**
- Rond de kabel kan de bodem en/of grondwatertemperatuur worden verhoogd,
- Hoe ver van de kabel kan bodem en grondwater eventueel worden beïnvloed? Dit i.v.m. ongewenste beïnvloeding bronwater temperatuur.
- Wat is de actuele bronwatertemperatuur? De bronnen worden gevoed door ondiep (nitraatrijk) grondwater waarvan je mag aannemen dat deze (dit ondiepe grondwater) sterk wordt beïnvloed door seizoenale (en jaarlijkse) temperatuursinvloeden.
- De kabel bevindt zich (plaatselijk) op ca. 15-25 meter van de oostzijde van de bronzone.
- Wij verwachten geen of geringe invloed, maar adviseren een quickscan onderbouwing.

## Ten slotte:

Op het laatste moment nog informatie ontvangen van prof. Van Balen, die uit eerdere profielkuilen (2004, 2020) de breuklocatie ten westen van Grasbroek kon vastleggen.

De locaties sluiten naadloos aan op onze bevindingen.

Ook boring B60C0043 is in overeenstemming met onze analyse.

