Deltares

enabling delta life

Deltares

enabling delta life

DE EENZAAMHEID

Joost van Schie: “In onze transitie naar een regeneratieve Boerderij proberen we een uitdaging van veenbodemdaling aan te pakken door samen met partners, o.a. Deltares ons bodem- en watersysteem in kaart te brengen en te experimenteren met nieuwe methoden.

Deltares

Inundatieproef Zwanburgerpolder

Warmond, 3 augustus 2022

Roelof Stuurman, Laura Nougues en Henk Kooi

Met hulp van

Daan Rooze, Floris Boogaard, Joost van Schie

En medewerking van Bert Woertink (installatie peilbuizen) en

Loonbedrijf Geerlings (installatie scherm, pomp)

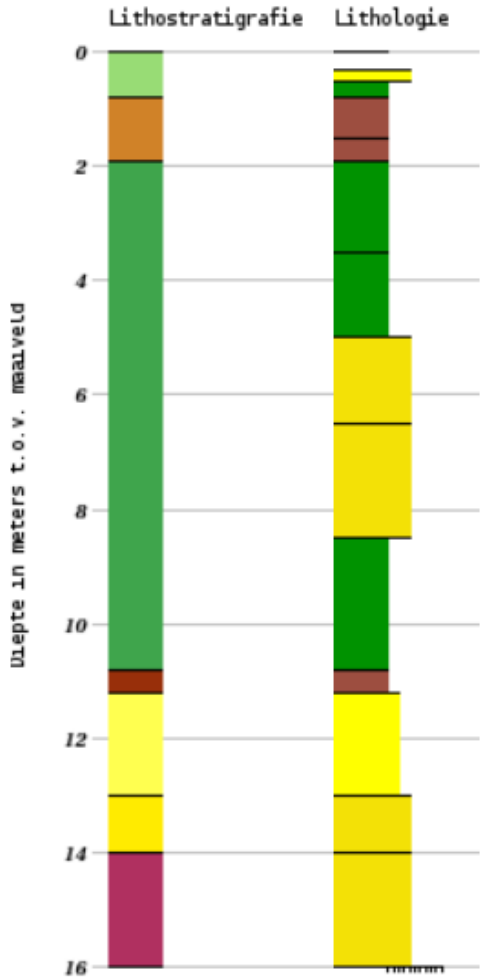
Projectdoelstelling en uitvoering

- Het veenpakket in de Zwanburgerpolder wordt, zoals op veel plaatsen in Nederland, afgedekt door een ca. 50-60 cm dikke deklaag (25-30 cm zavel, 25-30 cm zware klei). De bovenste 40 cm van het onderliggende veen valt in de zomer droog en oxideert, waarbij het maaiveld daalt en CO_2 de atmosfeer instroomt. Waarschijnlijk kan zuurstof toetreden door krimpscheuren in de afdekkende klei.
- De hypothese was dat deze krimpscheuren ook de infiltratie van inundatiewater (of bevloeiingswater) kunnen faciliteren. Als het hierdoor lukt deze oxiderende veenlaag te vernatten kan maaivelddaling en CO_2 uitstoot verlaagd worden.
- Dit vraagt om een grondwaterstandsverhoging van 40-50 cm. Als dit lukt is de volgende vraag hoe snel de grondwaterstand in deze veenlaag weer daalt. Zonder inundatie kan daling van de grondwaterstand in dit perceel alleen plaatsvinden door (gras-)verdamping. Het perceel kent namelijk een zgn. “holle” grondwaterspiegel (grondspiegel zakt uit tussen de sloten).
- **HOOFDDOEL: “In deze proef wordt verkend of veen snel, goedkoop en doelmatig kan worden verzadigd door het perceel te bevloeien met (overtollig) slootwater.”**
- Voor deze proef is een weiland hydrologisch opgedeeld met behulp van een verticaal waterondoorlatend scherm die ongeveer 25-30 cm de grond in is gedrukt. Aan beide kanten zijn grondwatersensoren aangebracht en meetpunten geplaatst om de grondwaterstand en maaiveldbeweging te meten.
- Het project wordt uitgevoerd met Strategisch Onderzoek financiering van Deltares, in nauwe samenwerking met Boerderij De Eenzaamheid (https://boerderijdeeenzaamheid.nl/) en in samenspraak met Hoogheemraadschap Rijnland.

Algemene lokatiebeschrijving

Dichtbij gelegen dieper boorprofiel

Boormonsterprofiel



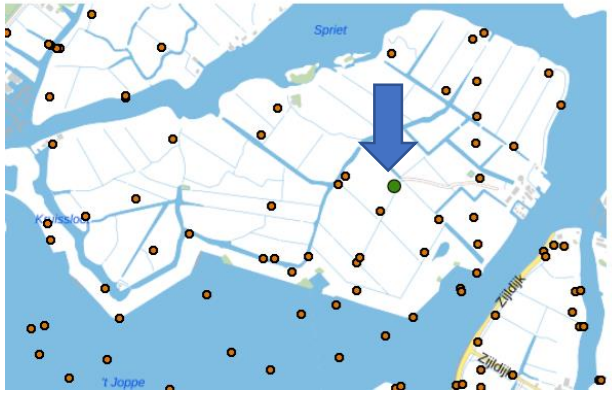
Identificatie :	B30F0344
Coördinaten :	96230 , 468040 (RD)
Maaiveld:	-1.20 m t.o.v. NAP
Beschikbare informatie:	Digitale opnamegegevens
Beschrijfmethode:	Onbekend
Kwaliteit interpretatie:	Geautomatiseerd toegekend

Lithostratigrafie

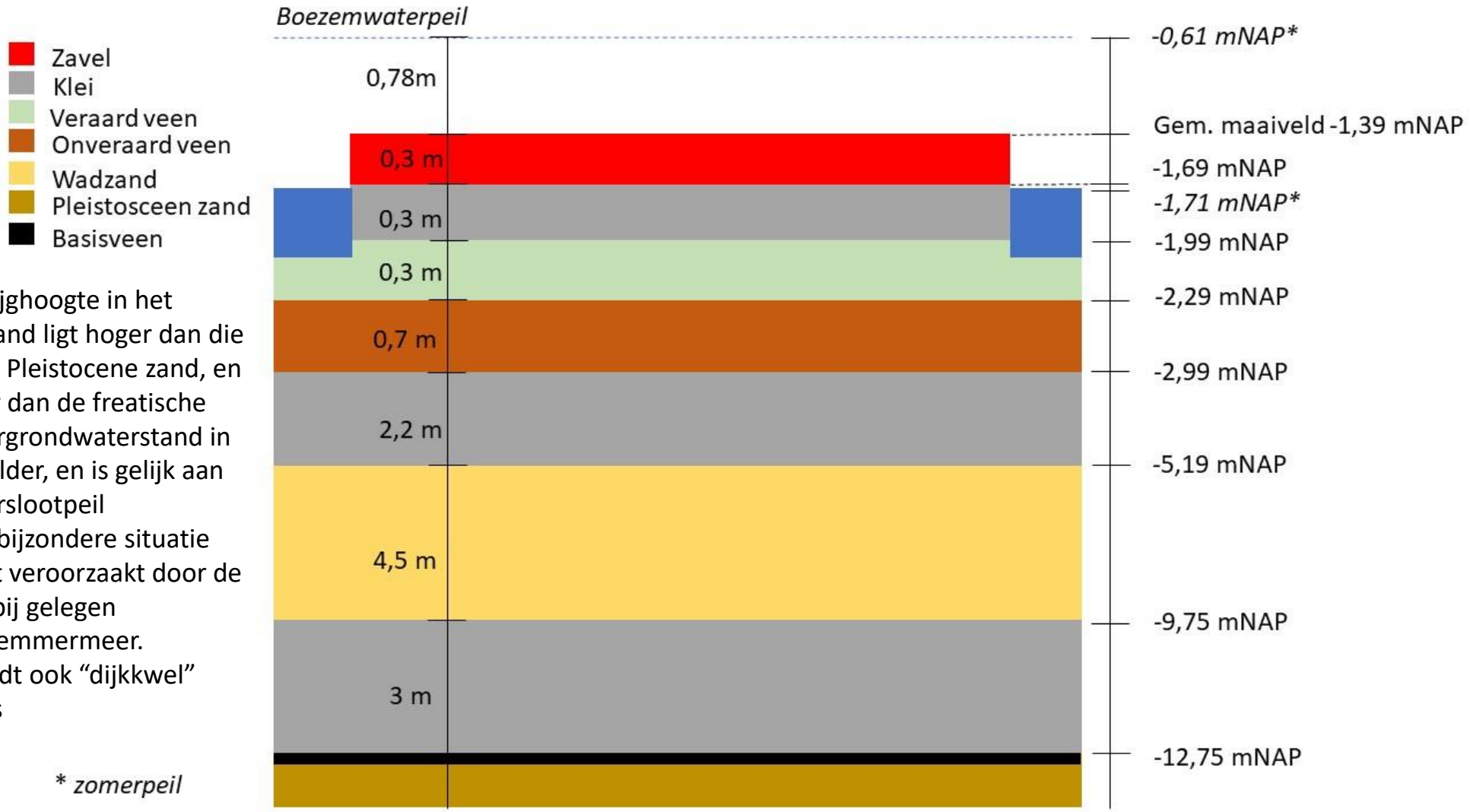
- NAWA
- NIHO
- NAWO
- NIBA
- BXWI
- BX
- KR

Lithologie

- Klei
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Veen
- Geen monster



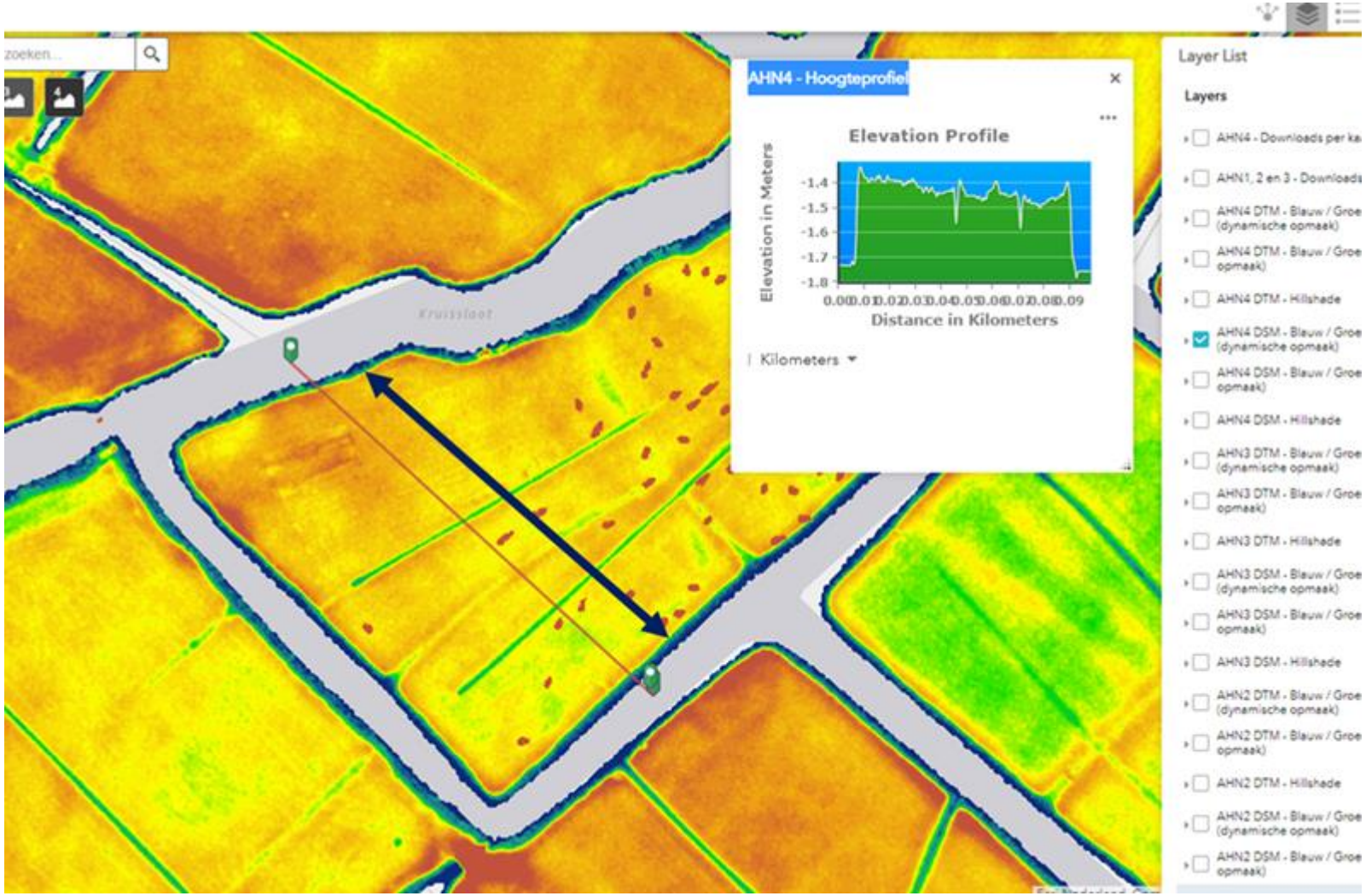
Geohydrologisch profiel perceel

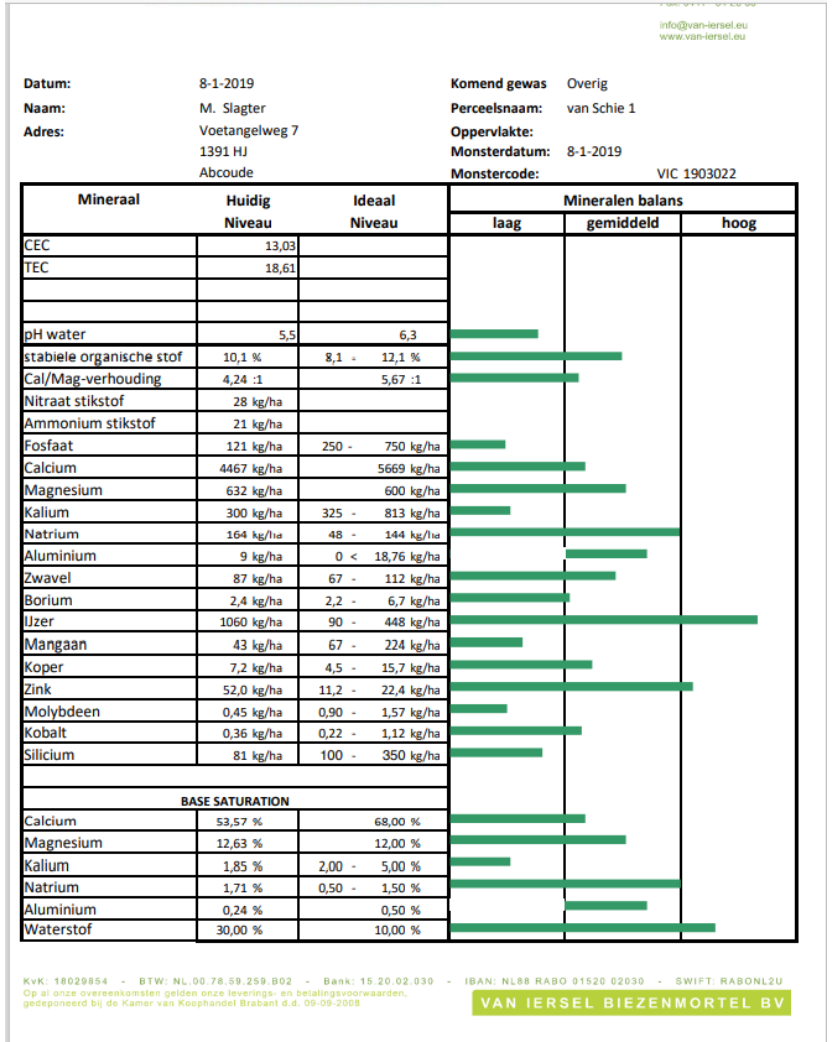


- De stijghoogte in het wadzand ligt hoger dan die in het Pleistocene zand, en hoger dan de freatische zomergrondwaterstand in de polder, en is gelijk aan zomerslootpeil
- Deze bijzondere situatie wordt veroorzaakt door de dichtbij gelegen Haarlemmermeer.
- Er vindt ook “dijkkwel” plaats

* *zomerpeil*

Maaiveldhoogte proefperceel (..met koeien) = bodemkwaliteit aangrenzende perceel 10.





info@van-iersel.eu
www.van-iersel.eu

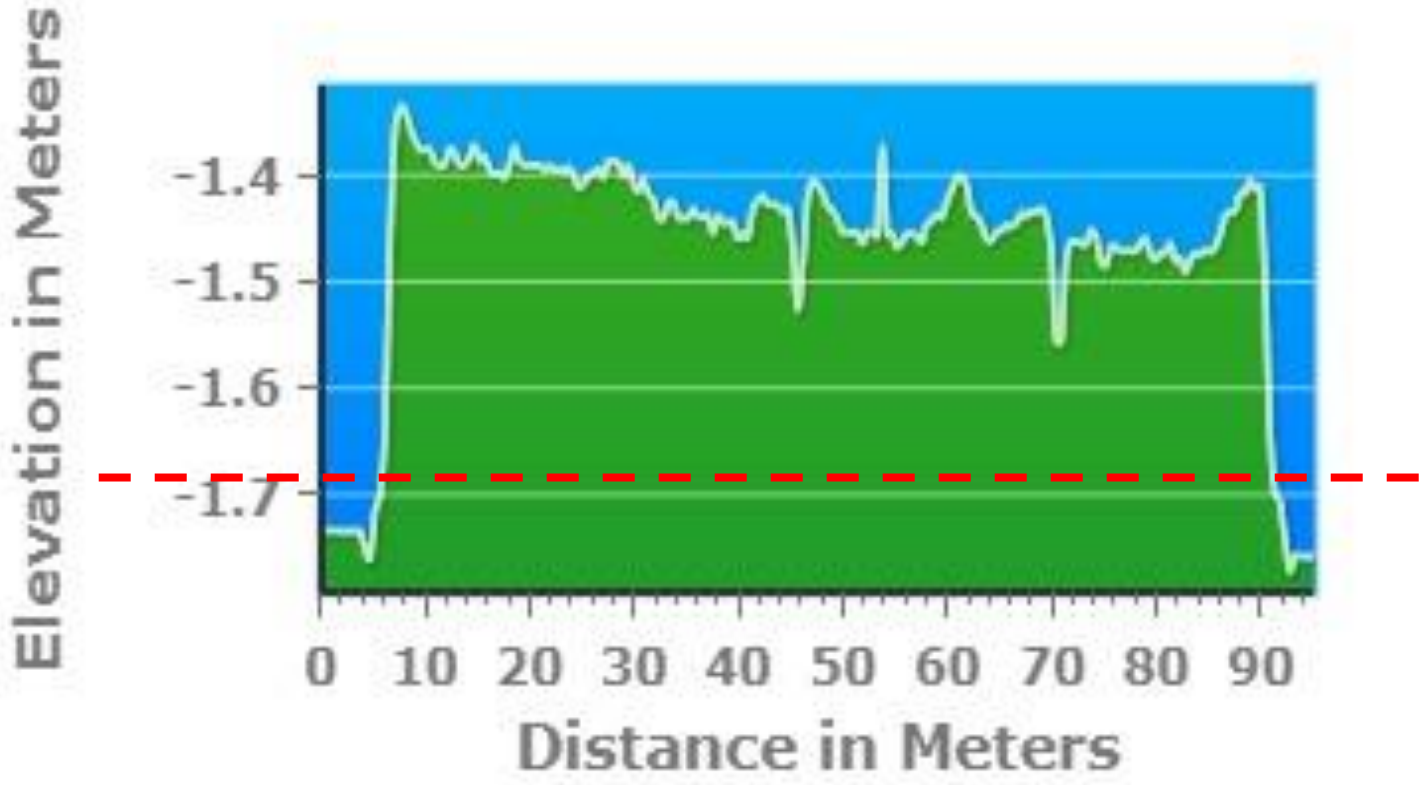
Datum:	8-1-2019	**Komend gewas**	Overig
Naam:	M. Slagter	**Perceelsnaam:**	van Schie 1
Adres:	Voetangelweg 7	**Oppervlakte:**	
	1391 HJ	**Monsterdatum:**	8-1-2019
	Abcoude	**Monstercode:**	VIC 1903022

Mineraal	Huidig Niveau	Ideaal Niveau	Mineralen balans laag	gemiddeld	hoog
CEC	13,03				
TEC	18,61				
pH water	5,5	6,3			
stabiele organische stof	10,1 %	8,1 - 12,1 %			
Cal/Mag-verhouding	4,24 :1	5,67 :1			
Nitraat stikstof	28 kg/ha				
Ammonium stikstof	21 kg/ha				
Fosfaat	121 kg/ha	250 - 750 kg/ha			
Calcium	4467 kg/ha	5669 kg/ha			
Magnesium	632 kg/ha	600 kg/ha			
Kalium	300 kg/ha	325 - 813 kg/ha			
Natrium	164 kg/ha	48 - 144 kg/ha			
Aluminium	9 kg/ha	0 < 18,76 kg/ha			
Zwavel	87 kg/ha	67 - 112 kg/ha			
Borium	2,4 kg/ha	2,2 - 6,7 kg/ha			
IJzer	1060 kg/ha	90 - 448 kg/ha			
Mangaan	43 kg/ha	67 - 224 kg/ha			
Koper	7,2 kg/ha	4,5 - 15,7 kg/ha			
Zink	52,0 kg/ha	11,2 - 22,4 kg/ha			
Molybdeen	0,45 kg/ha	0,90 - 1,57 kg/ha			
Kobalt	0,36 kg/ha	0,22 - 1,12 kg/ha			
Silicium	81 kg/ha	100 - 350 kg/ha			
BASE SATURATION					
Calcium	53,57 %	68,00 %			
Magnesium	12,63 %	12,00 %			
Kalium	1,85 %	2,00 - 5,00 %			
Natrium	1,71 %	0,50 - 1,50 %			
Aluminium	0,24 %	0,50 %			
Waterstof	30,00 %	10,00 %			

KvK: 18029854 - BTW: NL.00.78.59.259.B02 - Bank: 15.20.02.030 - IBAN: NL88 RABO 01520 02030 - SWIFT: RABONL2U
Op al onze overeenkomsten gelden onze leverings- en betalingsvoorwaarden, gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Brabant d.d. 09-09-2008

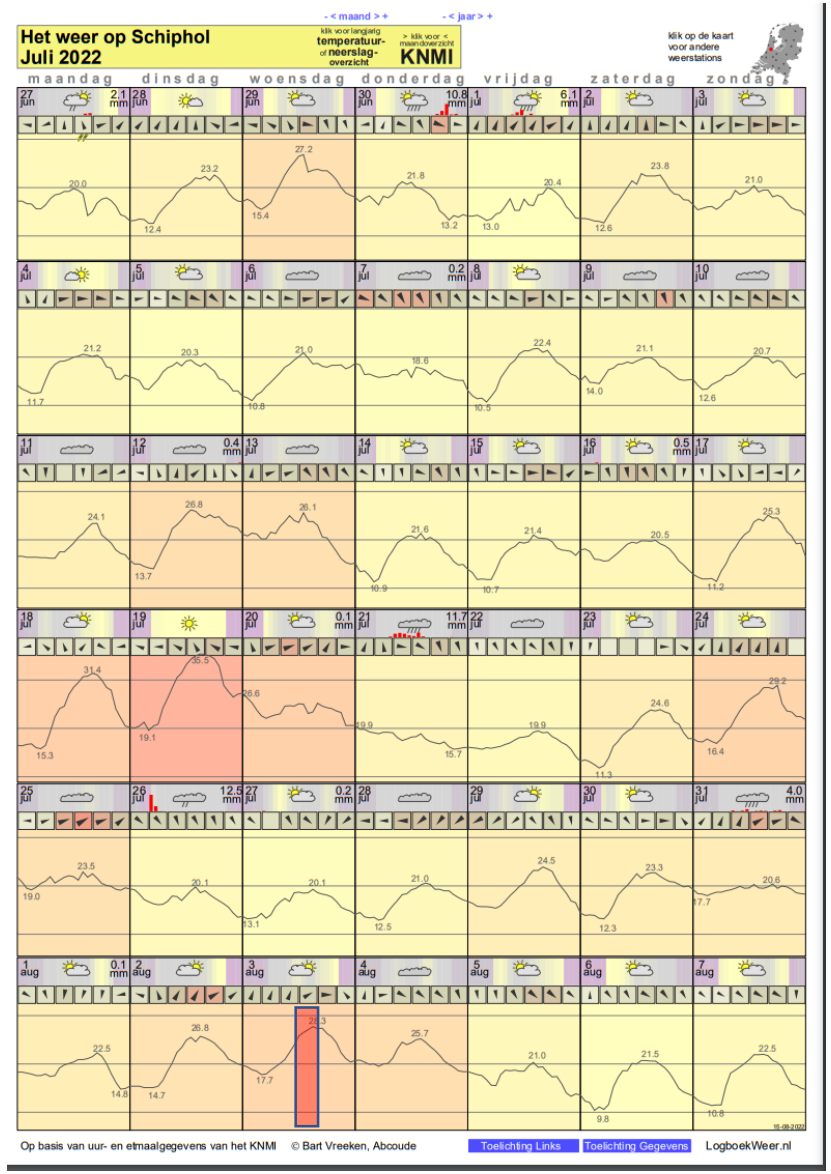
VAN IERSEL BIEZENMORTEL BV

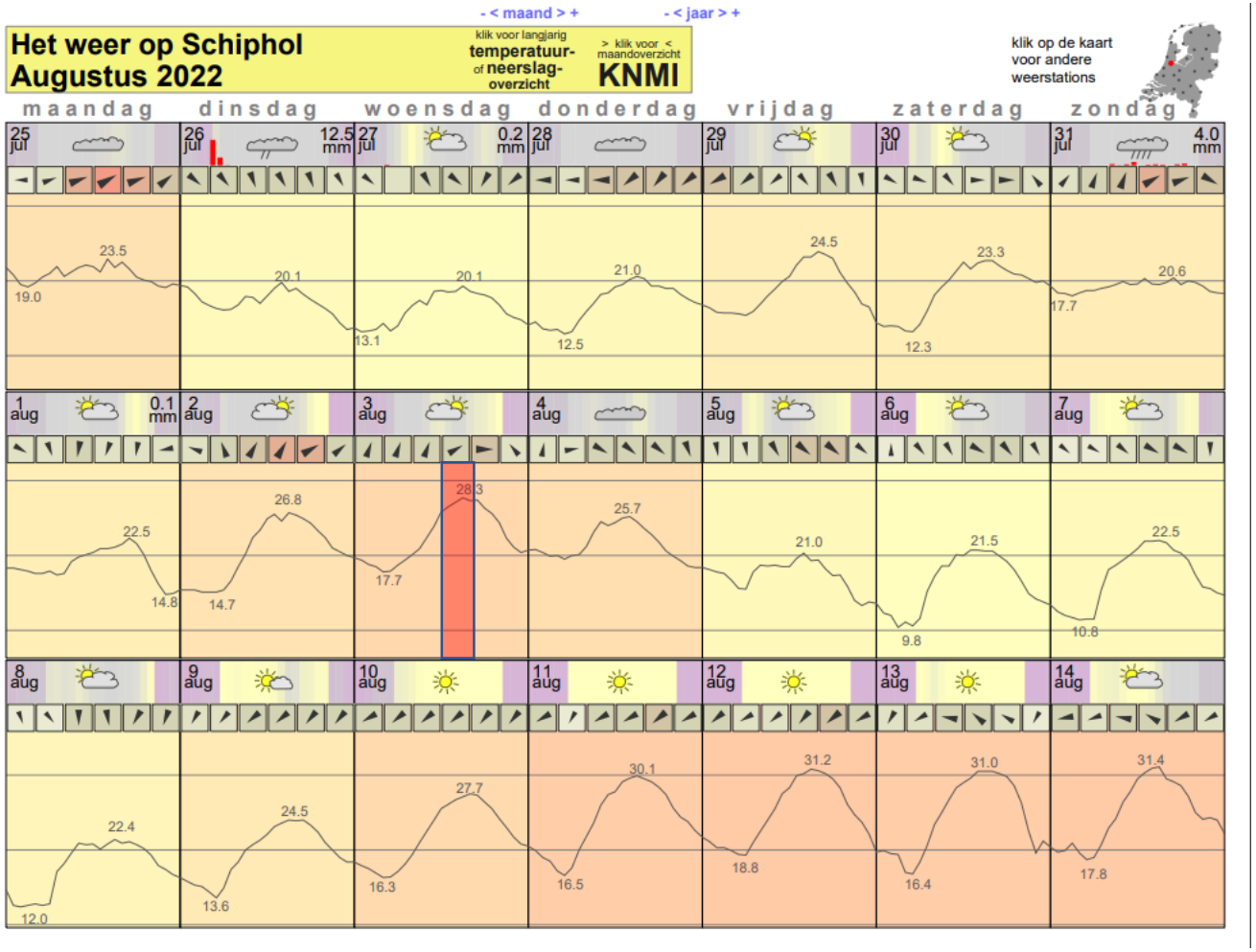
Variatie in maaiveldhoogte



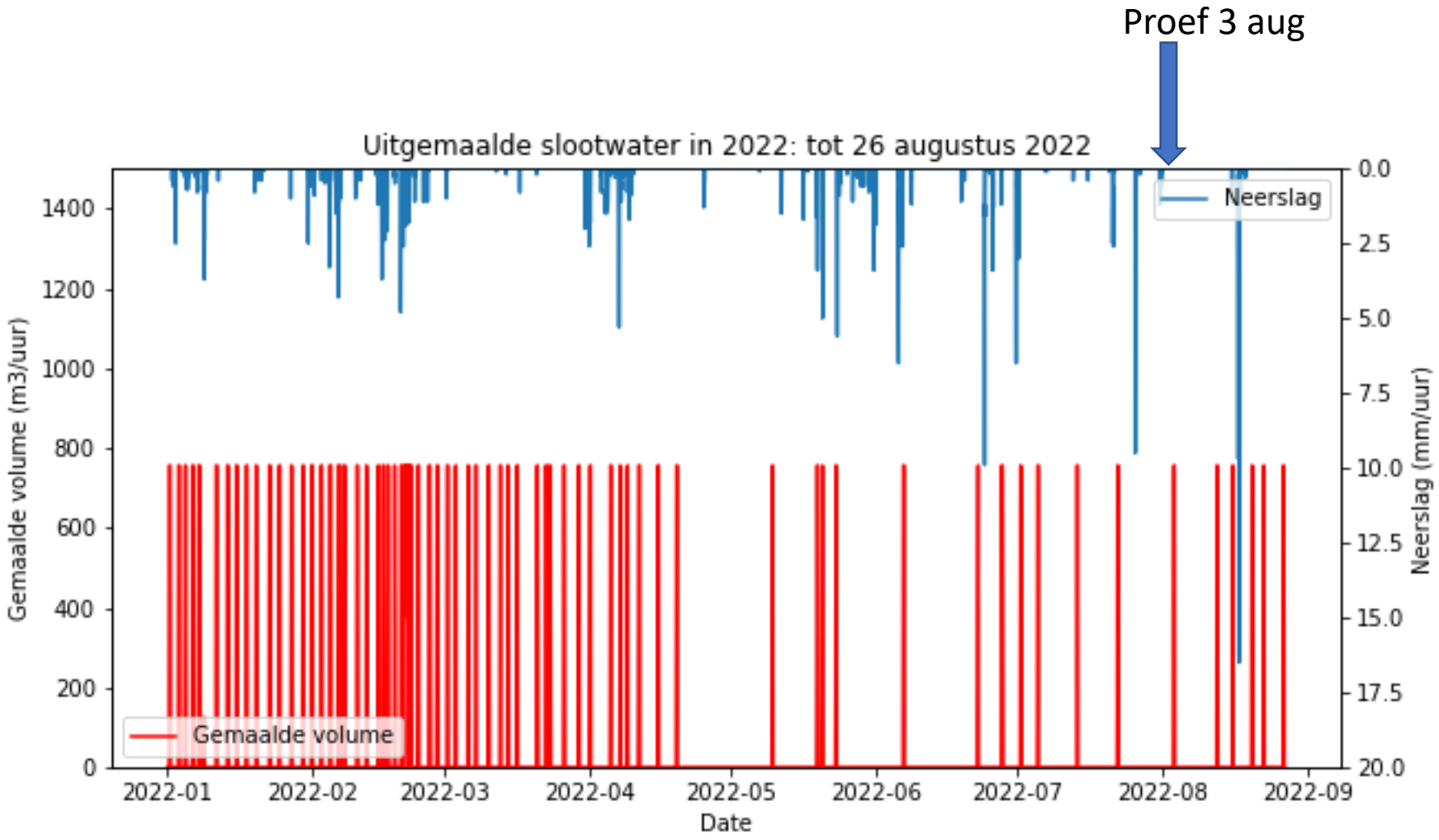
- Maaiveldhoogte van NAP -1,39 m tot NAP – 1,47 m, met uitzondering greppels. Gemiddeld ca. NAP -1,43 m
- Zomerpeil NAP -1, 71 m.
- (zomer-) Drooglegging gemiddeld 28 cm

Temperatuur en Neerslag (Schiphol).





Neerslag en poldergemaal



- Tussen 1 juli en 26 Augustus (einde grondwatermetingen) werd **37.548 m³** uit de polder gemaald. Er is toen ca. 75 mm neerslag gevallen (Schiphol).
  - 26 juli: in totaal 12 mm geregend
  - 17 augustus: in totaal 41 mm geregend
- Deze uitgemaalde hoeveelheid moet grotendeels uit “dijkkwel” komen omdat de stijghoogte in het wadzandpakket gelijk was met het polderpeil.
- Ook eventueel aanwezige wellen werken dan niet
- Inlaat minimaal
- De geïnundeerde hoeveelheid water tijdens de proef was **ca. 500 m³**

Inrichting meetnet

- Het onderzoek weiland is ca. 144 m lang, en 60-80 m breed
- Het perceel werd opgedeeld in 2 vakken:
  1. Het te inunderen vak van 40x80 m,
  2. Een afscheidingsscherm dat tot ca. 25-30 cm de grond in werd gebracht
  3. Het niet geïnundeerde weiland (100x60 m)
- In het inundatieperceel werden 6 peilbuizen met filters in het niet-veraarde veen geplaatst. Deze werden uitgerust met sensoren (divers). Tevens werden 2 extra peilbuizen geplaatst om tijdens de proef handmetingen te kunnen uitvoeren. Met bentoniet en beschermkokers werd mogelijke perforatiestroming voorkomen. Meetfrequentie: 30 min. voor proef, 1 minuut tijdens proef.
- In niet te inunderen deel werden op 60 meter van het scherm 2 referentiemeetpunten geplaatst.
- De stijghoogte in het wadzand werd gemeten met een op 200 meter afstand gelegen meetpunt.
- Slootpeilfluctuaties werden gemeten met een diver. Deze is helaas verloren gegaan. In plaats is gebruik gemaakt van metingen van Rijnland aan het einde van de polder (Molen).
- Polderbemaling: Aangeleverd door Rijnland (windmolenbemaling niet meegenomen)
- Meteodata: gebruik gemaakt van Schiphol KNMI data (ca. 18 km afstand)
- Maaiveldbeweging: Ter aanvulling werden metalen paaltjes 25 cm de grond ingeslagen. Deze zijn gebruikt om maaiveldbeweging te meten.
  1. Hiervoor is gebruik gemaakt van de DGPS (nauwkeurigheid mm, verticaal)
  2. Deze DGPS is ook gebruik om de coördinaten te bepalen.

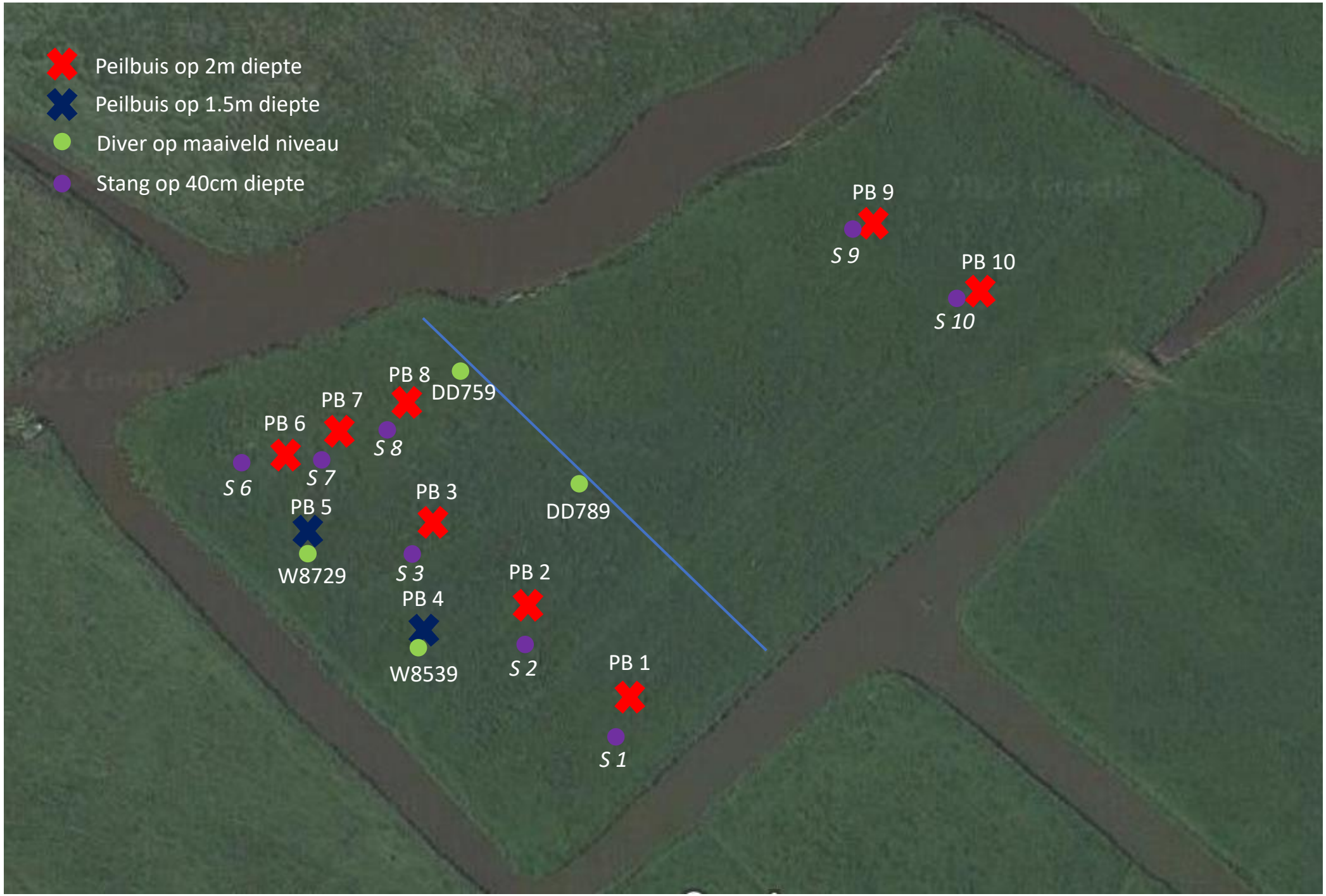
Inrichting meetnet met hulp van Bert Woertink.

Boorgat van de peilbuizen in de bovenste 50 cm afgedicht met zwelklei. Deze werd direct na installatie nat gemaakt. Om er zeker van te zijn dat er geen perforatiestroming zou optreden zijn daarna ook kokers rond de peilbuizen de grond ingeslagen.

De bovenste 30 cm zavel (mengsel van opgebrachte grond (o.a. bagger en klei) en was stofdroog en viel uit de boor.

Overgang “zavel”, klei en veraard veen.

Het meetnet. De meetpunten werden later ook nog van een beschermkoker voorzien om percolatiestroming door het (al met bentonite afgedichte) boorgat helemaal te voorkomen.


Peilbuis op 2m diepte
Peilbuis op 1.5m diepte
Diver op maaiveld niveau
Stang op 40cm diepte
PB 9
S 9
PB 10
S 10
PB 8
DD759
PB 7
PB 6
S 8
S 6
S 7
PB 5
PB 3
DD789
W8729
S 3
PB 2
PB 4
W8539
S 2
PB 1
S 1

Grondwatermeetpunten basisinformatie

Locatie	Funderings-diepte [m -mv]	Bovenkant peilbuis [m NAP]	Maaiveld [m NAP]
Peilbuis 1	1,5	-1,123	-1,483
Peilbuis 2	1,5	-1,105	-1,485
Peilbuis 3	1,5	-1,038	-1,518
Peilbuis 4	1,5	Niet in het veld gemeten	-1,36 *
Peilbuis 5	1,5	Niet in het veld gemeten	-1,39 *
Peilbuis 6	1,5	-1,065	-1,445
Peilbuis 7	1,5	-1,126	-1,486
Peilbuis 8	1,5	-1,134	-1,484
Peilbuis 9	1,5	-1,11	-1,5
Peilbuis 10	1,5	-1,062	-1,442

* van AHN

Datum: ‘stofdroog’ is geen Algemene karakteristiek.

Boring 1 (peilbuis 1)		Boring 2 (peilbuis 2)		Boring 3 (peilbuis 3)		Boring 4 (peilbuis 4)	
0-30 cm	Stofdroge zavel, humeus	0-30 cm	Stofdroge zavel, humeus	0-30 cm	Stofdroge zavel, humeus	0-20 cm	Stofdroge zavel
30-50	Compacte klei (roestvlekken)	30-55	Compacte klei (roestvlekken)	30-50	Compacte klei (roestvlekken)	20-55	Compacte klei
50-80	Veraard veen	55-110	Veraard veen	50-100	Veraard veen	55-80	Veraard veen
80-150	Bruin, onveraard veen	110-180	Brui, onveraard veen	>100	Bruin veen	80-180	Bruin veen
Gwst	130 cm -mv			gwst	Ca. 100 cm -mv		
							Graszode ca. 7 cm dik.

Boring 5 (peilbuis 5)		Boring 6 (peilbuis 6)		Boring 9 (peilbuis 9)		Boring 10 (peilbuis 10)	
0-20 cm	Stofdroge zavel	0-30	Stofdroge zavel	0-30 cm	Stofdroge zavel	0-30 cm	Stofdroge zavel
20-60	Zware klei	30-40	Zandige klei	30-50	Compacte klei	30-55	Compacte klei
60-100	Veraard veen	40-45	Droog zand	50-100	Veraard veen	55-95	Veraard veen
> 100	Bruin veen, bruiner met toenemende diepte	45-60	Compacte klei	> 100	Bruin veen	> 95	Bruin veen
gwst	Ca. 120 cm -mv	> 60 cm	Veraard veen				

Deelconclusies ondergrond

- De graszode is ca. 15 cm dik,
- Tot ca. 30 cm –mv bevond zich stofdroge humeuze “zavel”. Deze “vloeide” uit de Edelman boor. Waarschijnlijk een mengsel van opgebrachte bagger en grond.
- De onder deze “zavel” gelegen compacte klei (vol met roestvlekken) is 25-30 cm dik.
- Hieronder bevindt zich veraard (geoxideerd) zwart veen tot 80-100 cm –mv (uitschieter tot 120 cm –mv).
- Daaronder bevindt zich tot ca. 200 cm –mv bruin (zeggen)veen.
- De dikte van de totale veenlaag (veraard plus bruin veen) is **ca. 105-115** cm.
- Vanaf ca. 200 cm tot 450 cm –mv weer compacte klei.

Inundatieproef

- Proefperceel afmeting: 40 m x 80 m = 3200 m^2
- Pomp aan: 11:20 op 3/8/2022
- Pomp uit: 16:45 op 3/8/2022

  In totaal 5 uur en 25 minuten gepompt
- Geschatte pomp debiet: 25 l/s
- +/- 500 m^3 water uit de sloot het perceel ingepompt
  - Redelijke schatting: 40x80x0,05 (5 cm water op veld)= 160 m^3
  - Plus: 40x80x**0,4** m (grondwaterstandsverhoging) x effectieve porositeit/berging (ca. 0,2) = 256 m^3
  - Totaal ca. 416 m^3
- Van 1 juli tot 26 augustus (einde proefperiode) is er door het poldergemaal 37.548 m^3 uitgepompt en heeft het 75 mm geregend.
- Gebruik diesel ca. 7 liter.
  - 2.640 gram CO2/l → totaal **ca. 20 kg CO_2** geproduceerd.
  - Volgende keer zonne-energie pomp gebruiken.
- **Het uit de sloot onttrokken water was een fractie van wat er door het poldergemaal werd uitgepompt.**

Plaatsing scherm door Loonbedrijf Geerlings

- Het 80 meter lange ondoorlatend PVC scherm werd tot ca. 25-30 cm diepte tot op de compacte kleilaag aangebracht.
- Hierbij werd de “zavel” laag afgesloten
- Tijdsduur ca. 60 minuten.

Volgende middag. Laarzen voor niets mee. Inundatie niet meer te herkennen (foto is inundatieperceel)

Verwijderen scherm: Zavel aan ene kant nog stofdroog, andere kant zwart en vochtig.

Opvallend: “zavel” aan buitenzijde was nog steeds stofdroog. Geen ondiepe percolatie onder het scherm door. Zavellaag op klei goed afgesloten

“Zavel” inundatieperceel bleef vochtig en moest nu uit de boor gepulkt worden.

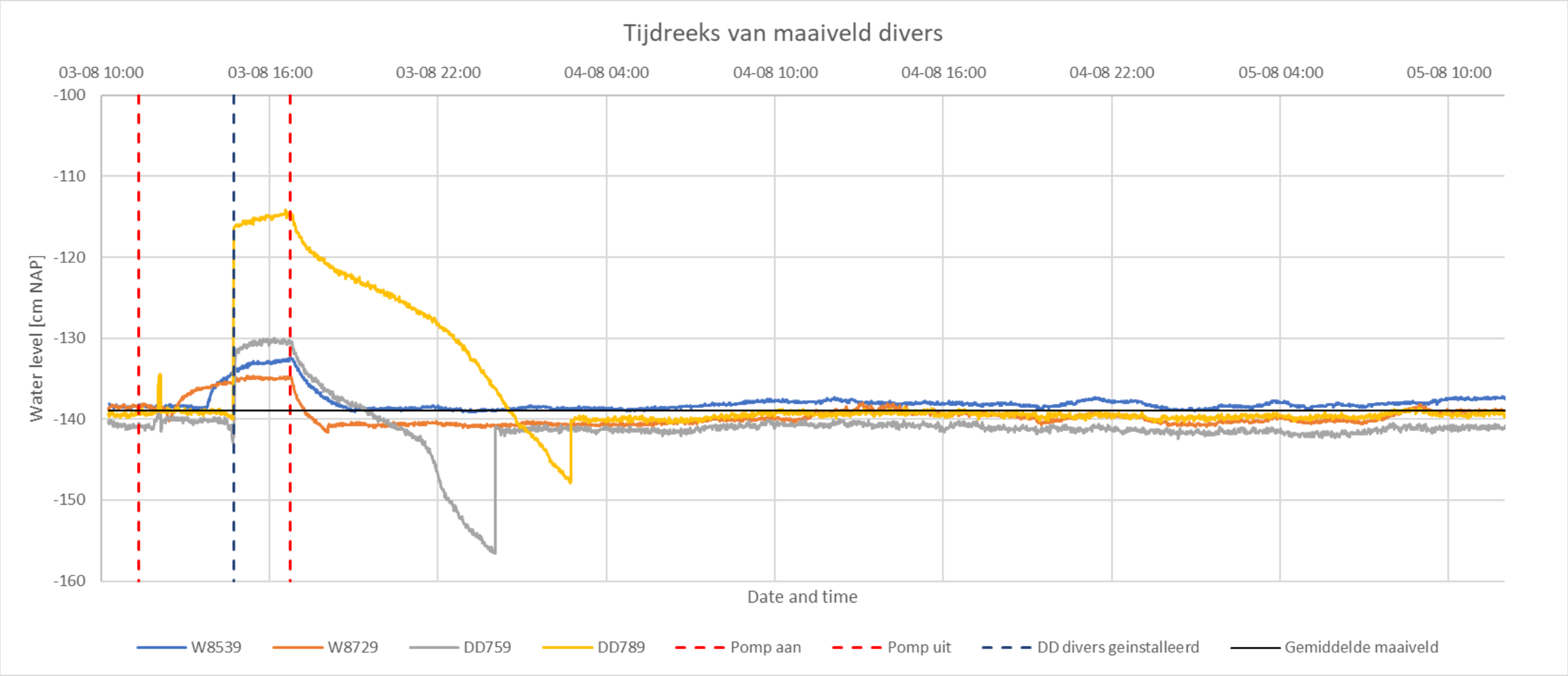
Wat rest: een schermspoor in het weiland.

Afbraak meetnet: woensdag 7 September 2022

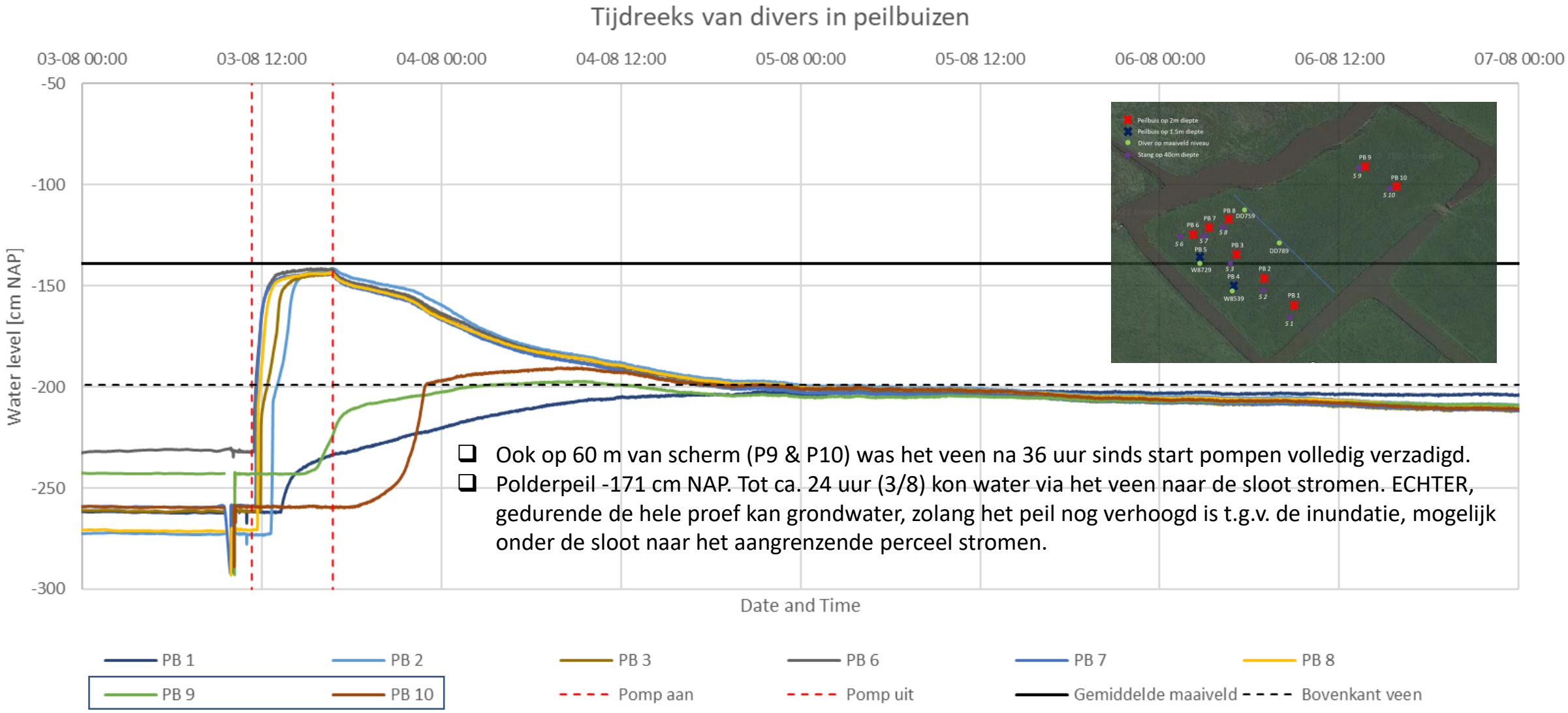
De sensor resultaten

1. Sensormetingen met waterpeilpeil **op** maaiveld
2. Sensormetingen van grondwaterstand in de 6 meetpunten binnen het inundatie perceel
3. Sensormetingen in het referentieperceel op ca, 60 mter van het scherm.
4. Sensormetingen van de stijghoogte in de wadzandlaag (op 200 m).

Divers op maaiveld: Het inundatiewater was binnen een paar uur weggezakt



Grondwaterstand tijdens en kort na de proef.

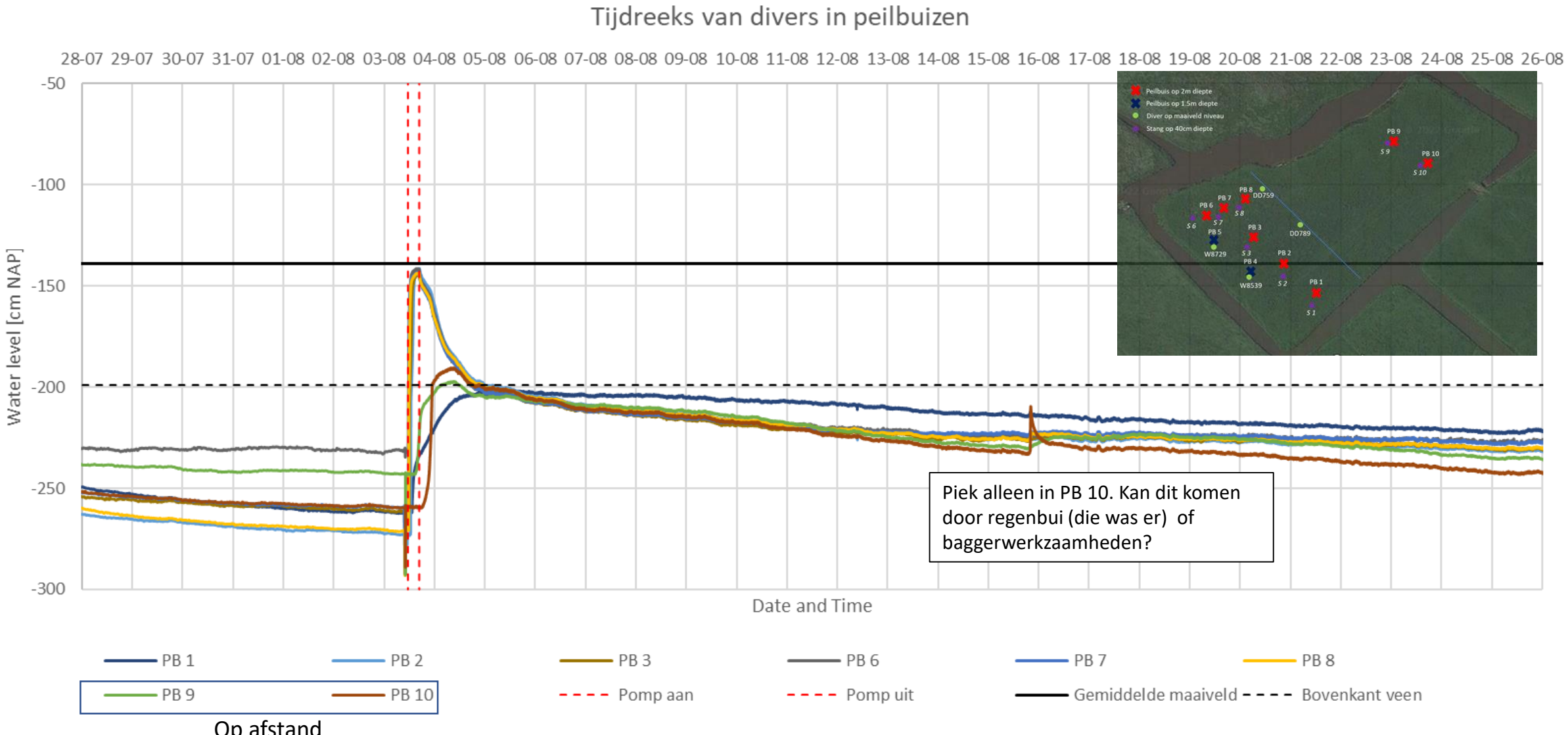


- Ook op 60 m van scherm (P9 & P10) was het veen na 36 uur sinds start pompen volledig verzadigd.
- Polderpeil -171 cm NAP. Tot ca. 24 uur (3/8) kon water via het veen naar de sloot stromen. ECHTER, gedurende de hele proef kan grondwater, zolang het peil nog verhoogd is t.g.v. de inundatie, mogelijk onder de sloot naar het aangrenzende perceel stromen.

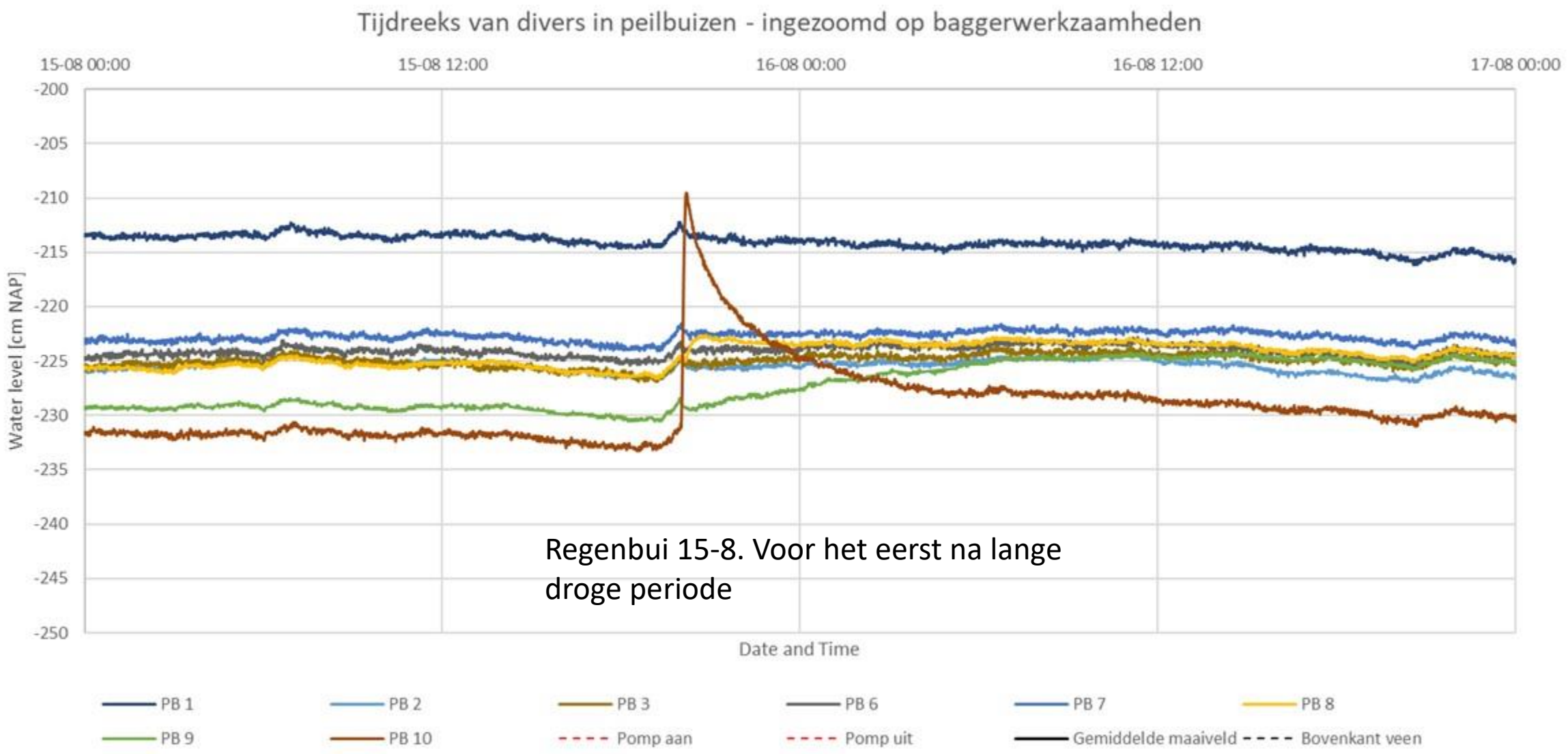
Op afstand

Grondwaterstandsverloop tot 26 augustus (21 dagen).

De grondwaterstand was nog steeds decimeters hoger dan aan begin proef. De daling in het proefperceel werd veroorzaakt door wegstroming naar de rest van het perceel. Grondwaterstandsverlaging door verdamping lijkt minder belangrijk, omdat eerst het bodemwater in de organische zavelgrond door het gras zal worden gebruikt.



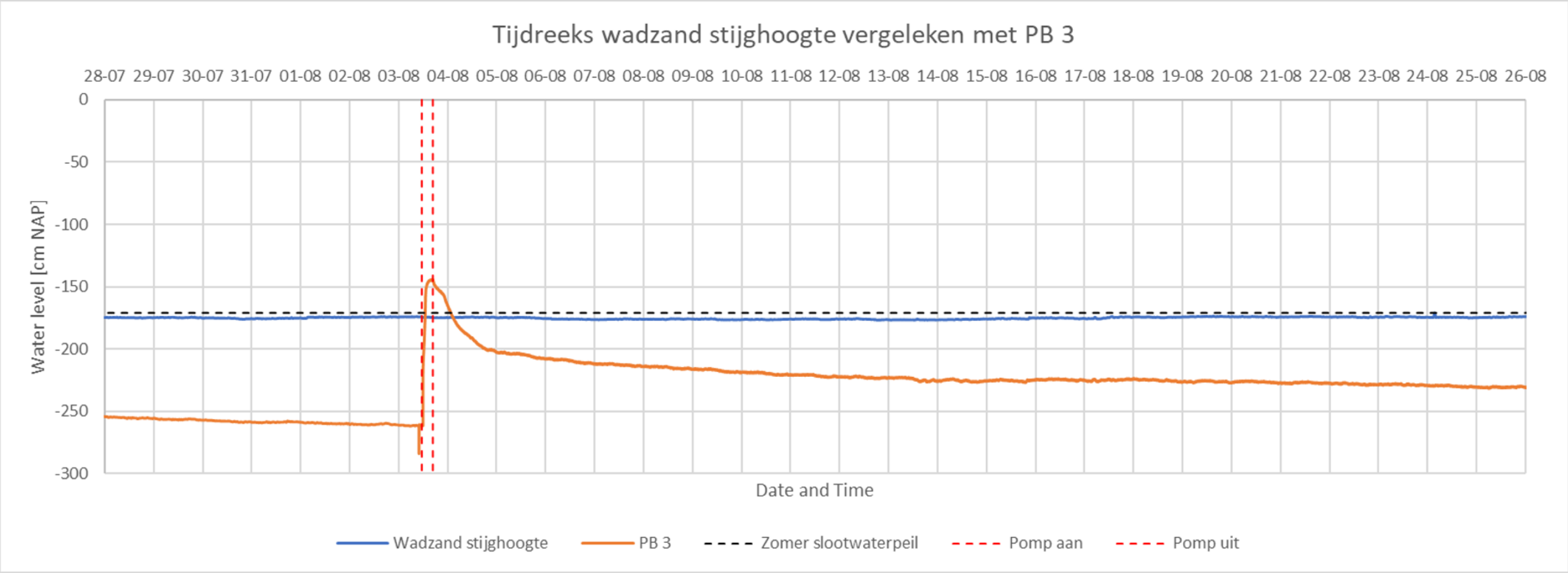
Op afstand



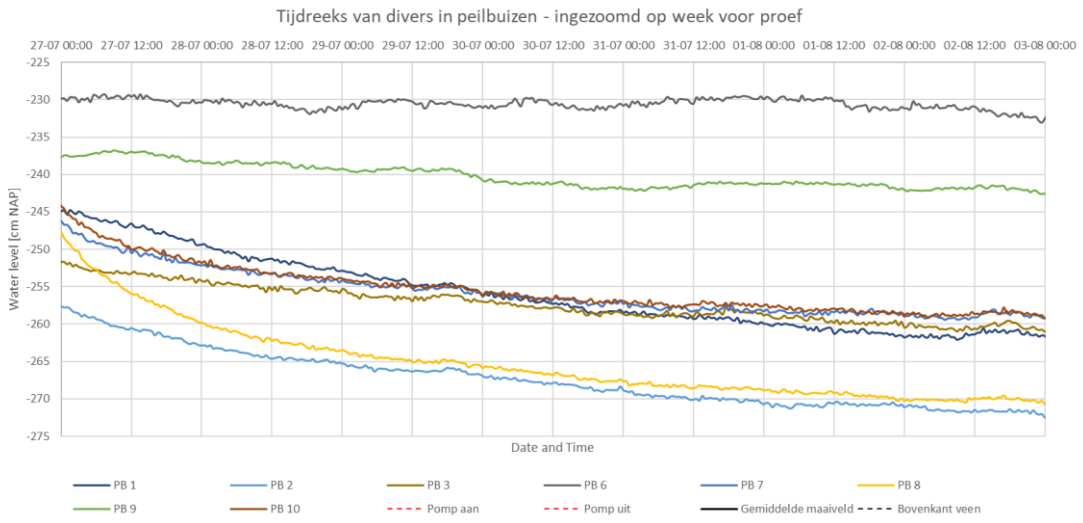
Regenbui 15-8. Voor het eerst na lange droge periode

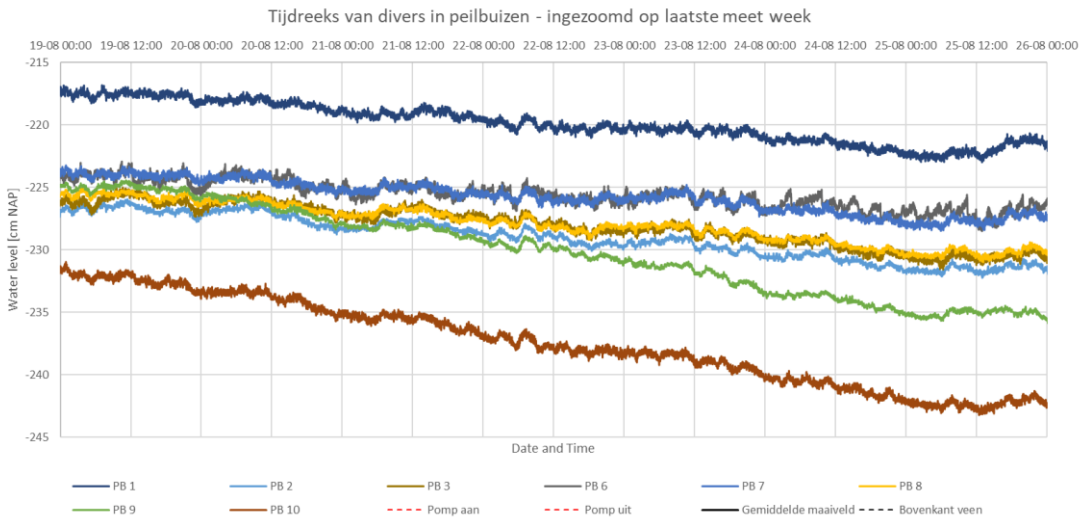
Tijdreeks wadzand tijdens de proef.

De stijghoogte in het wadzandpakket was gelijk aan het slootpeil. Maar deze was aan begin proef wel ca. 75 cm hoger dan freatische grondwaterstand (potentiele kwel-voeding veen). Deze kwel verlaat het veen via capillaire opstijging naar de wortelzone (ca. 15 cm) en grasverdamping).



Grondwaterfluctuatie in week voor en na proef





Locatie	GWS op 27/07 00:00 [cm NAP]	GWS op 03/08 00:00 [cm NAP]	GWSdaling in 1 week [cm/week]
PB 1	-244,9	-261,6	16,7
PB 2	-257,6	-272,5	14,9
PB 3	-251,7	-261,0	9,3
PB 6	-229,8	-232,5	2,7
PB 7	-246,2	-259,2	13
PB 8	-247,7	-270,7	23
PB 9	-237,6	-242,5	4,9
PB 10	-244,2	-259,2	15

Locatie	GWS op 19/08 00:00 [cm NAP]	GWS op 26/08 00:00 [cm NAP]	GWSdaling in 1 week [cm/week]
PB 1	-217,1	-221,5	4,3
PB 2	-227,0	-231,5	4,5
PB 3	-226,2	-230,6	4,4
PB 6	-223,8	-226,2	2,4
PB 7	-223,8	-227,2	3,4
PB 8	-225,6	-230,1	4,5
PB 9	-224,8	-235,5	10,7
PB 10	-231,7	-242,4	10,6

Grondwaterstandsverloop in de week voor de proef, en in de laatste week van de metingen. Voor de laatste week valt het op dat de referentiemeetpunten een 2x zo sterke daling tonen. **Zie mogelijke verklaring in volgende slides.** Opvallend zijn de grote verschillen in niveau en verloop in de week voor de proef. Waarschijnlijk heeft dat te maken met het “instellen” van het waterpeil in de peilbuis na de installatie (hierbij is een emmer water gebruikt om de bentoniet te laten zwellen).

Opmerkingen

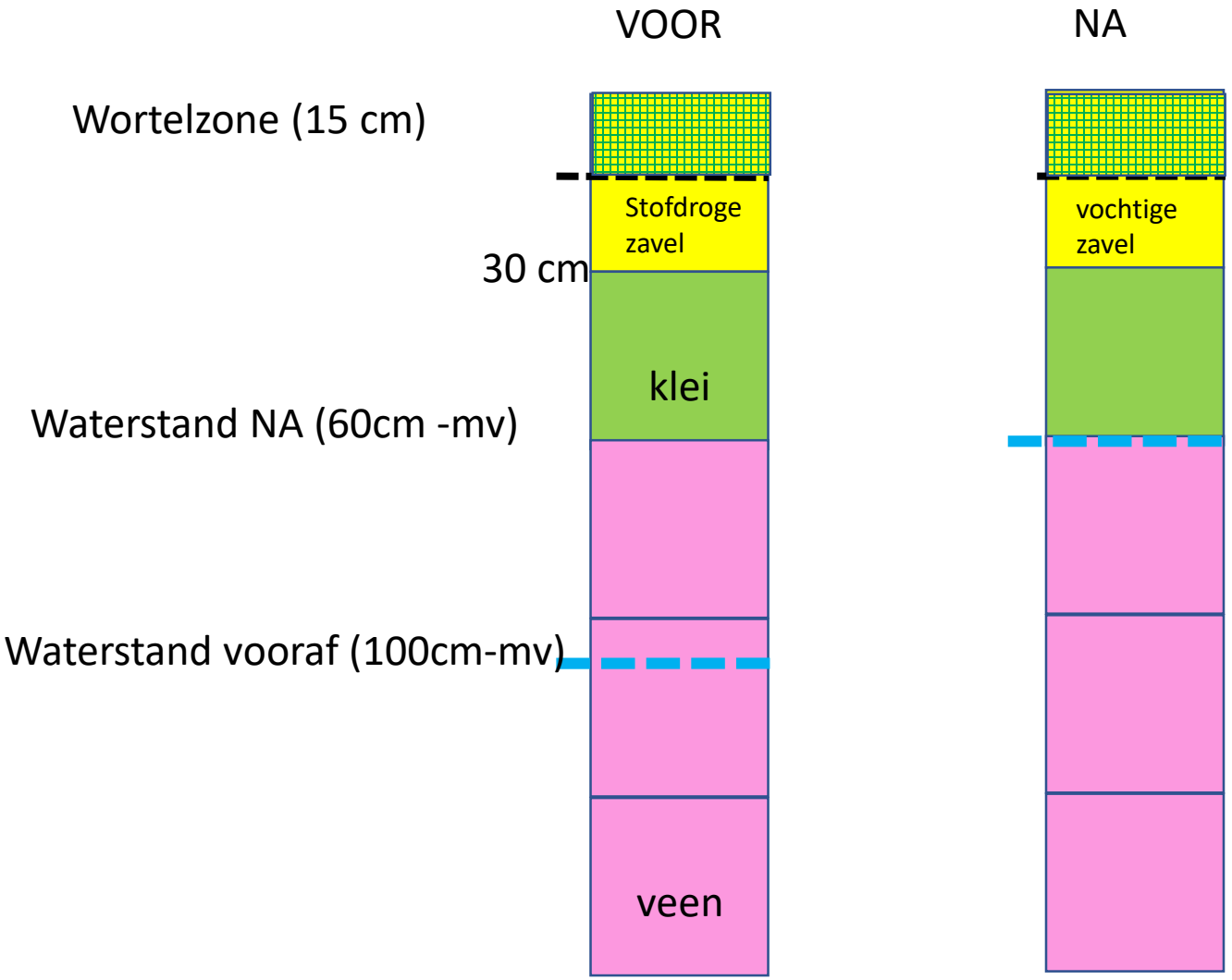
- Veel mogelijke verklaringen/hypothesen voor sneller uitzakken peilbuizen referentieperceel
- Geen nalevering uit bovengrond; inundatieperceel wel
- Sterkere zuigspannningsverlaging in drogere bodem
- Laterale heterogeniteit doorlatendsheidsopbouw ondergrond / interactie met sloten

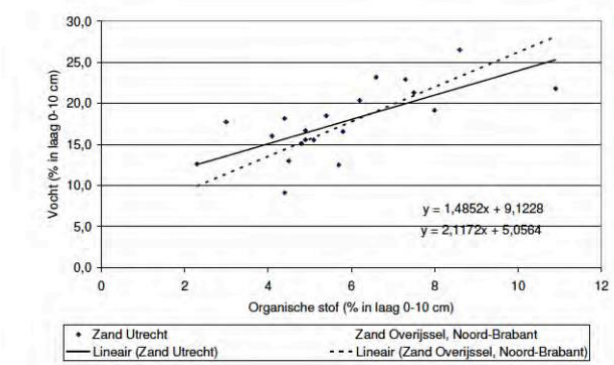
- N.B. watervasthoudendheid in de volgende slide is van invloed op de retentiekarakteristiek; dat kan meespelen bij de tweede.

- Doorlatendheid veen erg hoog (reactive op 60 m).
- Koppeling met sloten zeer gering, anders zou de grondwaterstand tijdens droogte niet zover uitzakken.

,

Watervasthoudend vermogen (sponswerking)





Bodem o.s. (Zand)	mm water 0-10 cm
2,5%	12 mm
5%	16 mm
7%	19 mm
9%	22 mm

Figuur 2.3 Relatie tussen organische-stofgehalte in de laag 0-10 cm en het vochtpercentage in de laag 0-10 cm in Utrecht en een onderzoek in Overijssel en Noord-Brabant (van Eekeren en Bokhorst,, 2010).

- Zavel rijk aan organische stof ca. 10% (variaties alle percelen De Eenzaamheid 6-20%)
- Volgens een literatuurstudie door STOWA houdt 1% bodemorganische stof 4-6 mm extra water vast in de bouwvoor (STOWA 2015)
- Belangrijk om grondwaterstandsverlaging te voorspellen na inundatie:
  - Er is naast de grondwaterstandsverhoging ook veel vocht beschikbaar gekomen in de bovenste 30 cm,
  - Grasverdamping 1,5-3 mm/dag

Bergingscoefficient en vochtprofiel

De berging coëfficiënt (voor effect verdamping door gewas) verschilt door het verschil in vochtprofiel tussen proefvak en referentie vak. In referentie vak neemt de zuigspanning bij een zelfde verdamping in het bovenste deel van de bodem sterker toe dan in het vochtige vak. Dat werkt naar beneden uit in een sterkere verlaging van het freatisch niveau.

Grondwaterstanden voor en na proef

Locatie	GWS 3/8 10:00 [cm NAP]	GWS 26/8 10:00 [cm NAP]	Delta GWSstijging [cm]
Peilbuis 1	-261	-222	39
Peilbuis 2	-272	-231	41
Peilbuis 3	-260	-230	30
Peilbuis 6	-232	-225	7
Peilbuis 7	-259	-227	32
Peilbuis 8	-271	-230	41
Peilbuis 9	-243	-236	7
Peilbuis 10	-258	-243	15

Boringen op 5/8/2022

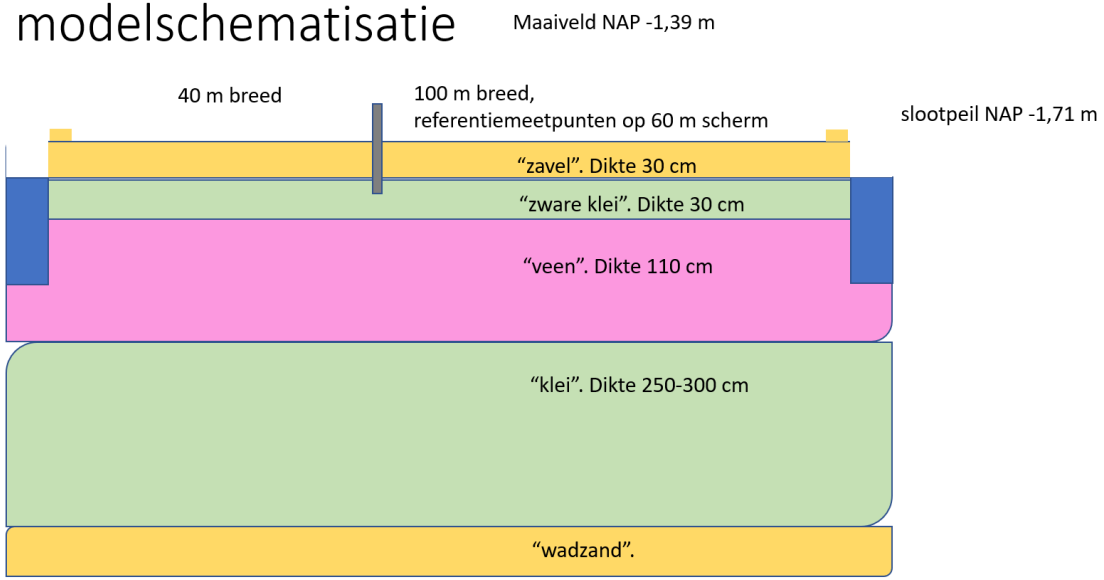
- Boring BUITEN proefperceel:
  - 0 – 45 cm: zavelig materiaal, zand, klei. Heel droog.
  - 45 – 65 cm: organische klei. Vochtig
  - 65 – 70: zwart veraard veen. Vochtig
  - 70 – : zwart veraard veen. Nat

- Boring IN proefperceel:
  - 0 – 40 cm: zand. Droog, maar minder droog dan buiten proefperceel.
  - 40 – 60 cm: organisch klei. Vochtig en verzadigd op 55 cm
  - 60 – : zwart veraard veen. Nat

Grondwatermetingen conclusies

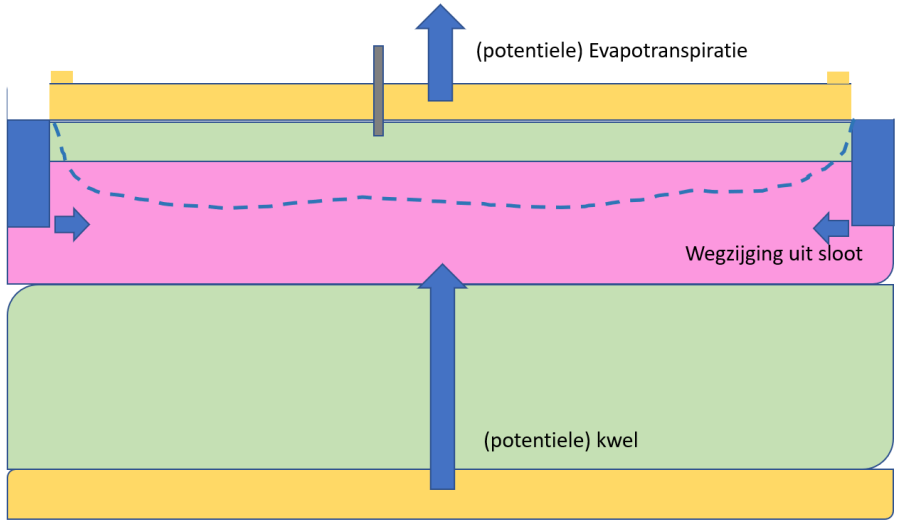
- De grondwaterstanden in het proefperceel reageren snel (uren) op bevloeiing.
- Het inundatiewater verspreid zich snel vanuit het proefperceel naar de rest van het perceel. Ook op 60 m van scherm (P9 & P10) was het veen na 36 uur sinds start pompen volledig verzadigd.
- De tot aan maaiveld gestegen freatische grondwaterstanden begonnen direct na beëindigen inundatie (pompen) weer te dalen.
  - Hoofdzakelijk door wegstroming naar het niet geïnundeerde deel.
- De grondwaterstanden aan het einde van de meetreeks (25/08) zijn allemaal hoger dan aan het beging van de meetreeks (3/08) voor de proef.
- De kleilaag vormt dus nauwelijks een belemmering voor de infiltratie.
  - Vermoedelijk omdat deze kleilaag door droogte is gescheurd,
  - Mogelijk door heterogeniteiten (zandige inschakelingen). Echter niet tijdens boringen opgemerkt.
- De ca. 1 meter dikke veenlaag lijkt goed doorlatend, gegeven het feit dat de grondwaterstanden op 60 meter afstand binnen enkele uren begonnen te stijgen.

modelschematisatie



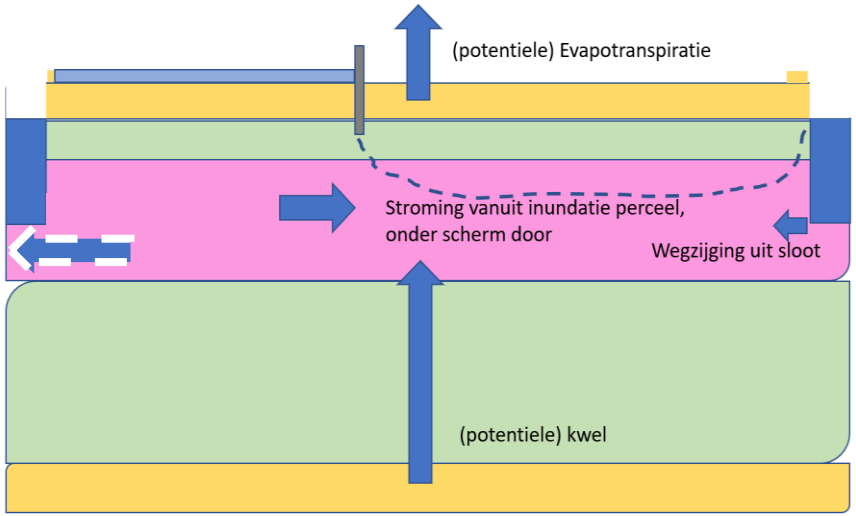
De stijghoogte in het wadzand is gelijk aan het polderpeil.

Situatie voor inundatie



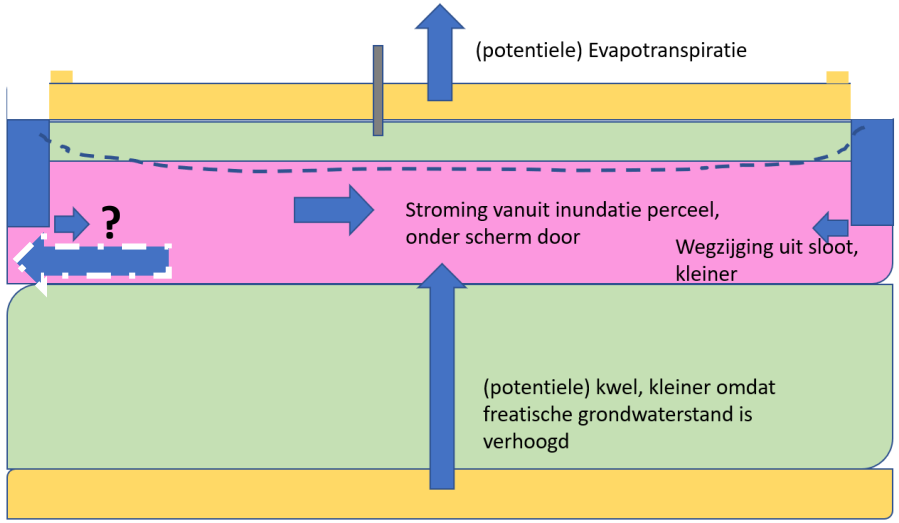
Holle waterspiegel (60 cm onder slootpeil)

Situatie 2-4 uur na start inundatie



Onder inundatieprofiel is het gehele profiel verzadigd. In het niet geïnundeerde perceel begint grondwaterstand in veen ook te stijgen. Mogelijk stroomt ook grondwater door het veen , onder de sloot door naar het aangrenzende perceel

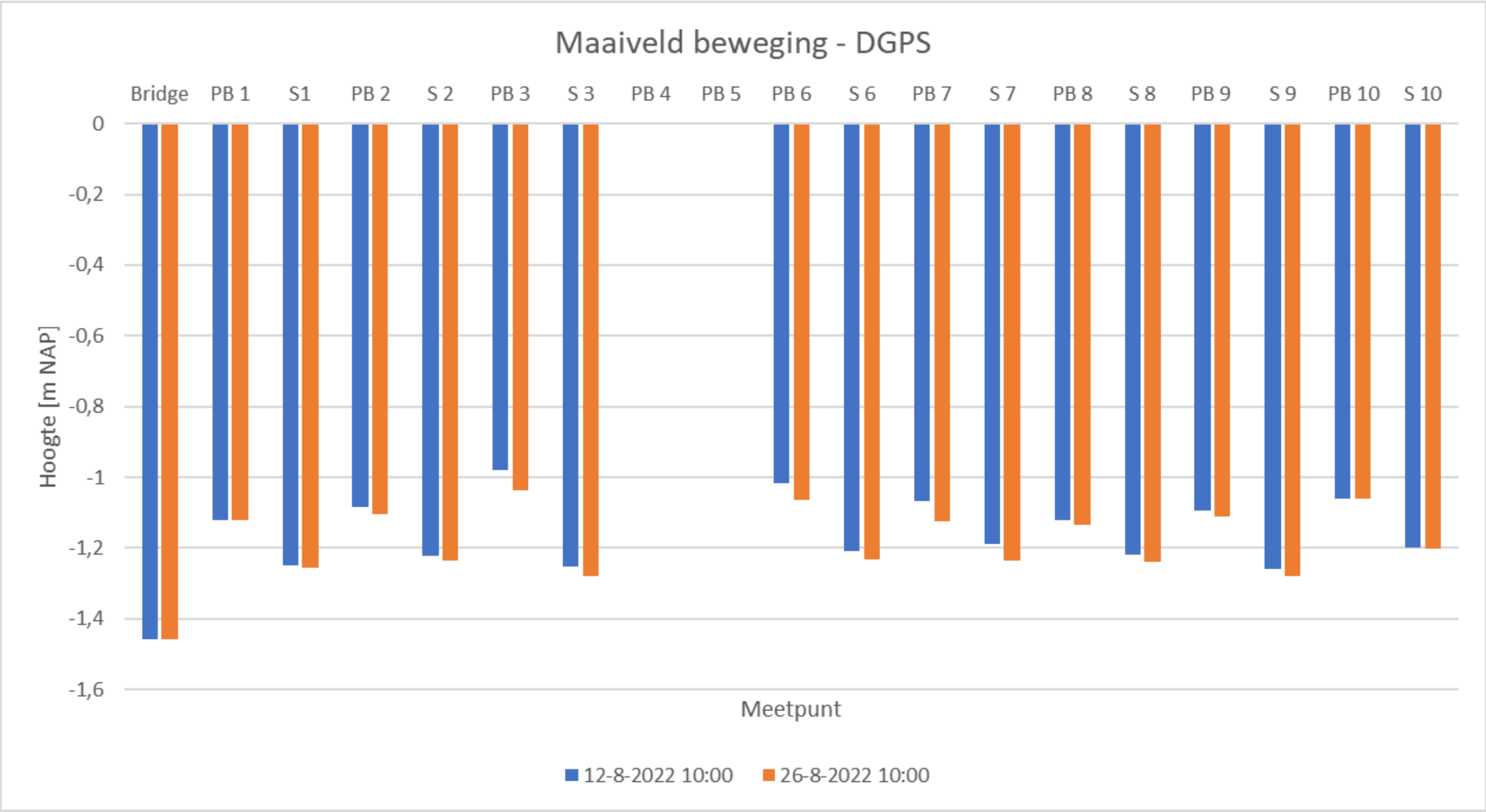
Situatie 36 uur na start inundatie



Na 36 uur blijkt zowel het geïnundeerde perceel, als minimaal op 60 m afstand de grondwaterstand tot aan bovenkant veen gestegen.

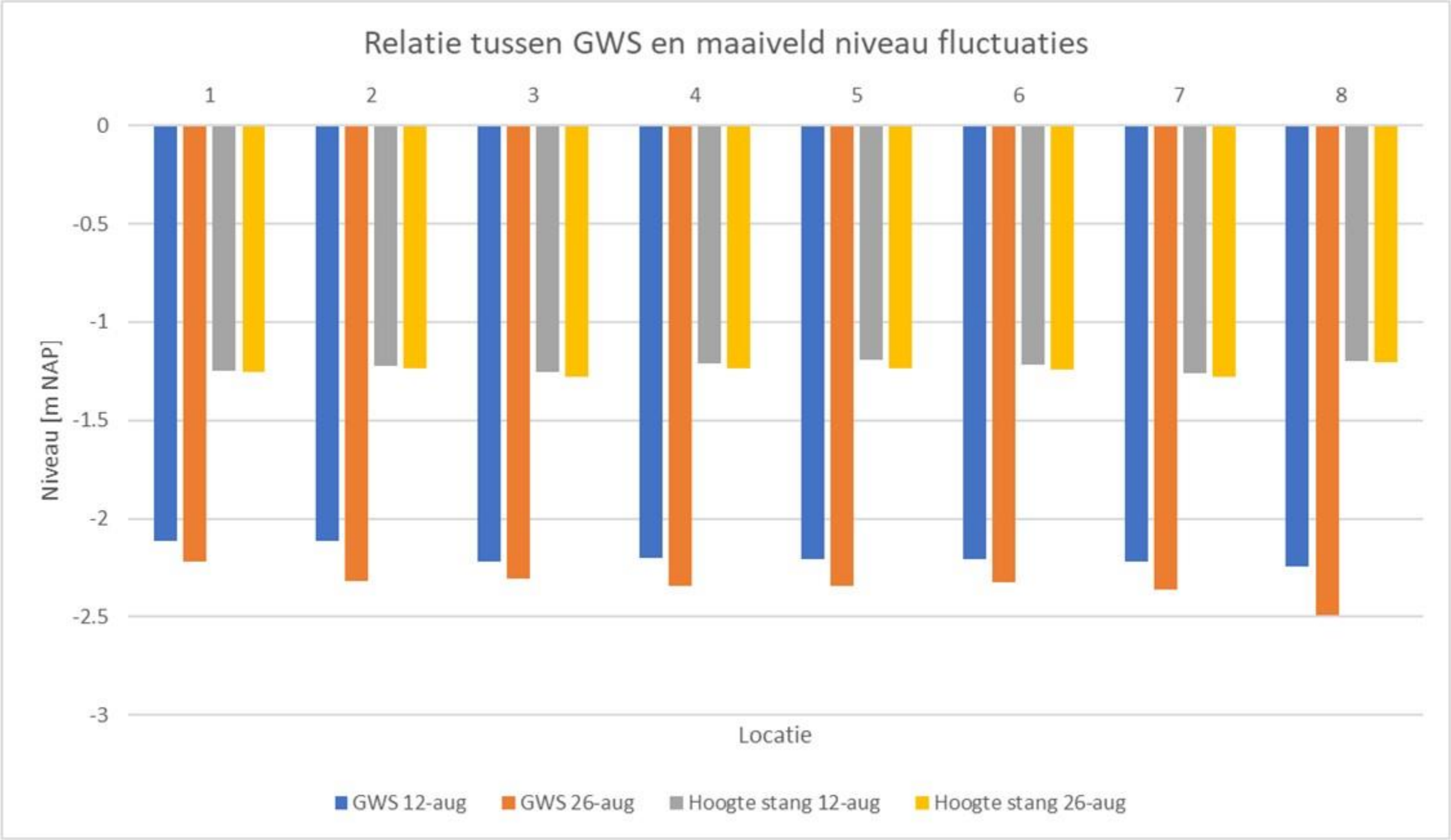
Bodembeweging?

- Plaatsing 8 metalen meetpaaltjes tot 25 cm onder maaiveld,
- Metingen met DGPS


Maaiveld beweging - DGPS
Bridge
PB 1
S1
PB 2
S 2
PB 3
S 3
PB 4
PB 5
PB 6
S 6
PB 7
S 7
PB 8
S 8
PB 9
S 9
PB 10
S 10
0
-0,2
-0,4
-0,6
-0,8
-1
-1,2
-1,4
-1,6
Hoogte [m NAP]
Meetpunt
12-8-2022 10:00
26-8-2022 10:00

DGPS metingen in mm

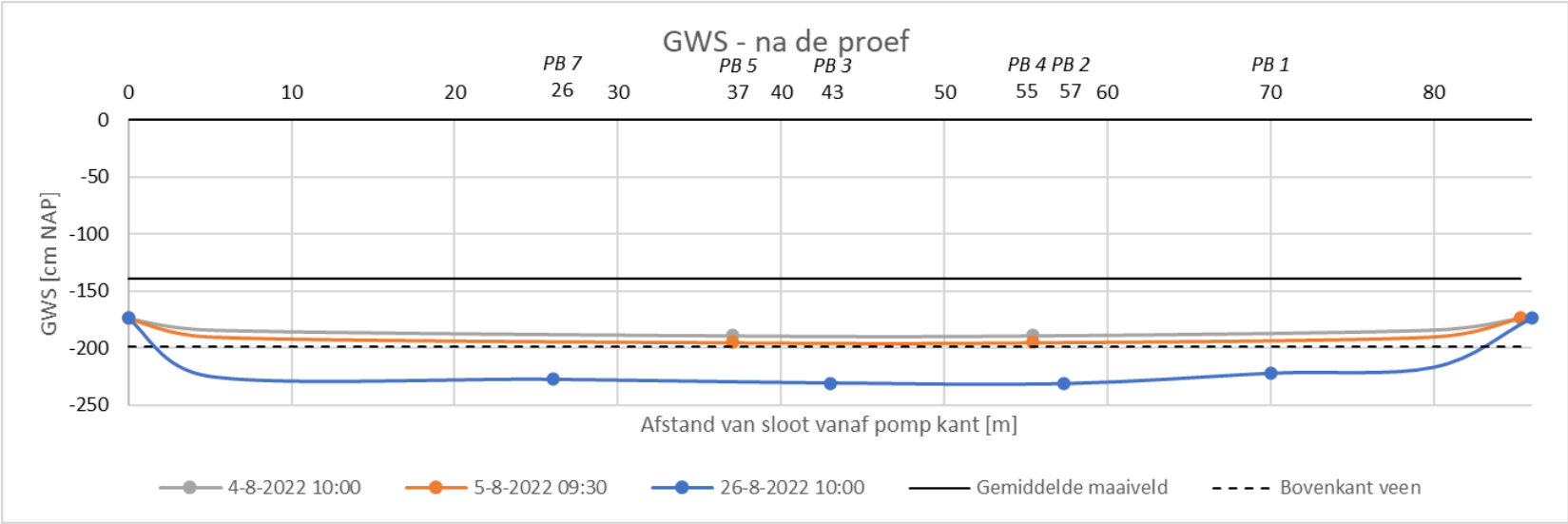
Locatie	Meetpunt hoogte 12 - aug [mm NAP]	Meetpunt hoogte 26 - aug [mm NAP]	Delta meetpunt hoogte [mm]
Peilbuis 1	-1123	-1123	0
Stang 1	-1251	-1255	-4
Peilbuis 2	-1083	-1105	-22
Stang 2	-1221	-1235	-14
Peilbuis 3	-981	-1038	-57
Stang 3	-1253	-1279	-26
Peilbuis 6	-1017	-1065	-48
Stang 6	-1209	-1234	-25
Peilbuis 7	-1067	-1126	-59
Stang 7	-1190	-1237	-47
Peilbuis 8	-1122	-1134	-12
Stang 8	-1219	-1241	-22
Peilbuis 9	-1096	-1110	-14
Stang 9	-1259	-1279	-20
Peilbuis 10	-1062	-1062	0
Stang 10	-1200	-1203	-3


Relatie tussen GWS en maaiveld niveau fluctuaties
1
2
3
4
5
6
7
8
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
-3
Niveau [m NAP]
Locatie
GWS 12-aug
GWS 26-aug
Hoogte stang 12-aug
Hoogte stang 26-aug

Maaiveld beweging conclusies

- Punten 3/8 16:30 incorrect ingemeten.
- DGPS metingen:
  - Buiten het proefperceel is er weinig verschil tussen 12 en 26 augustus. In het proefperceel is er wat maaiveld daling die daling grondwaterstand volgt: spons gedrag van ondergrond.
  - Overal is er een correlatie tussen grondwaterstand en maaiveldbeweging

Handmatige grondwaterstandsmetingen



De “holle” grondwaterstand wordt door de inundatie recht getrokken.

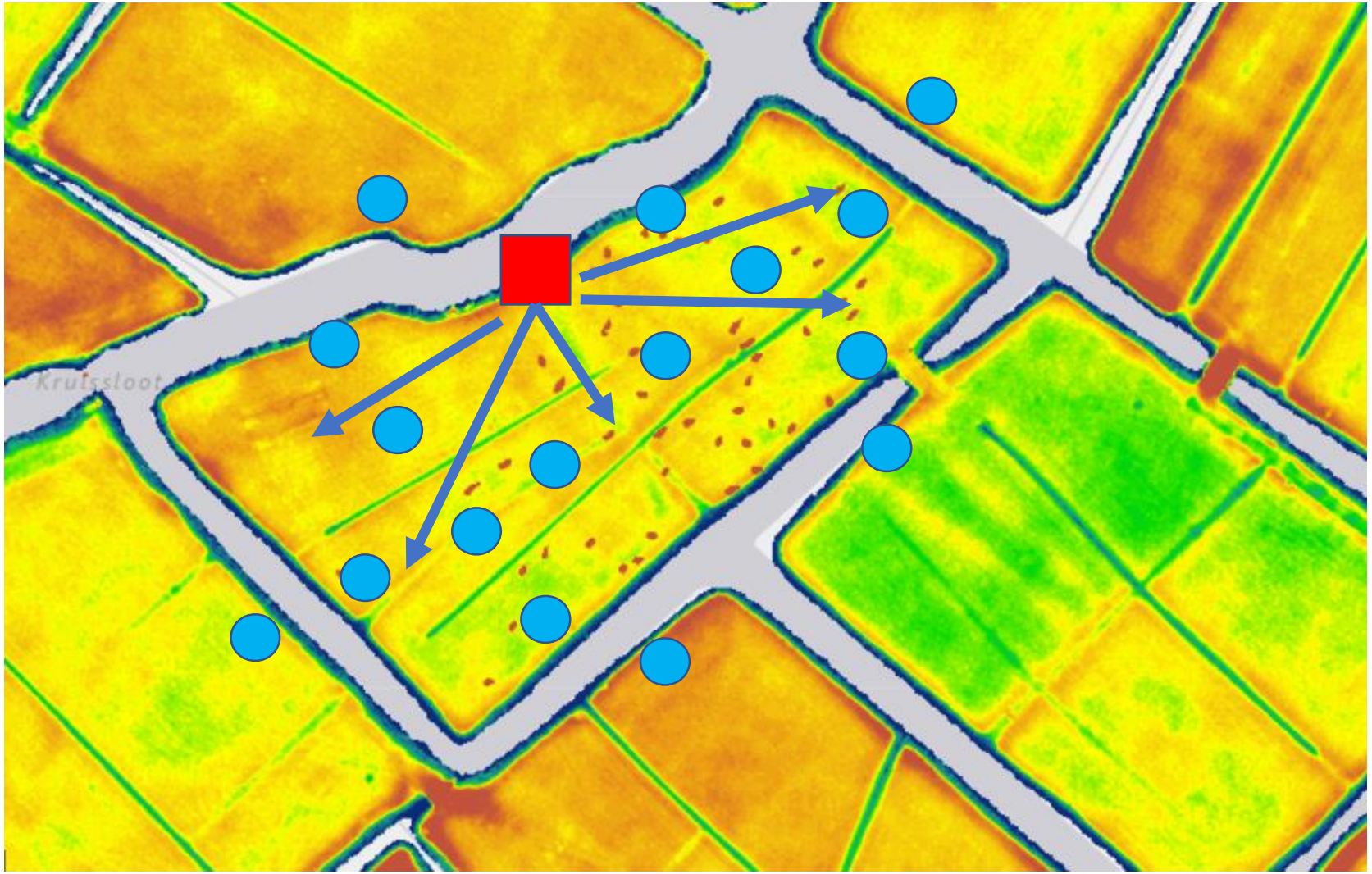
Locatie	Moment	GWS [cm NAP]
Peilbuis 1	26/8 10:00	-222,3
Peilbuis 2	26/8 10:00	-231,5
Peilbuis 3	26/8 10:00	-230,8
Peilbuis 4	4/8 17:00	-186
	5/8 9:30	-192
	26/8 10:00	-221
Peilbuis 5	4/8 17:00	-189
	5/8 9:30	-195
	26/8 10:00	-214
Peilbuis 6	26/8 10:00	-243,4
Peilbuis 7	26/8 10:00	-227,6
Peilbuis 8	26/8 10:00	-230,4
Peilbuis 9	26/8 10:00	-236
Peilbuis 10	26/8 10:00	-243,2

Algemene conclusies

- De inundatieproef kan als **geslaagd** worden beschouwd.
  - Binnen enkele uren was het veen in het inundatieperceel verzadigd.
  - De afdekkende kleilaag bleek lek.
- De grondwaterstanden daalden vooral door wegstroming naar het aangrenzende niet geïnundeerde weiland (mogelijk ook onder de sloot door), maar waren na 3 weken nog steeds 1-4 dm hoger dan aan het beging van de proef.
  - Mogelijk is er ook grondwater onder de sloten gestroomd naar de aangrenzende percelen met lage grondwaterstanden.
  - In de inundatiepercelen daalde de grondwaterstand na 3 weken veel minder dan in het referentieperceel: respectievelijk 4,5 cm/week en 11 cm/week
- Ook tijdens deze langdurige droogte (2022) wordt deze polder nog steeds bemalen. Het gebruikte water voor de inundatieproef bedroeg ca. 10% van het water dat rond deze proef naar de boezem werd uitgemalen.
- Ook de terreineigenaar was positief over deze proef. Het perceel was de volgende ochtend al weer begaanbaar. Het weiland kon lang van het bodemwater in de zavellaag profiteren.
- De uitvoeringskosten van deze proef waren gering.

Aanbevelingen bij herhaalproef

- Volgend jaar voor de proef het gehele perceel gebruiken
  - Dan kan de grondwaterstand alleen dalen door verdamping of afstroming onder de sloten door
  - Deze daling zal ook gering zijn omdat de zavellaag veel water opneemt.
- Peilbuizen aanbrengen op 5 m van de sloot (aan beide kanten).
- Peilbuis in aangrenzende perceel plaatsen (andere kant sloot). Kan water door de veenlaag onder de sloot doorstromen?
- Pompslang uitbreiden zodat het hele perceel tegelijkertijd wordt bevloeid, in plaats van alles op één deel van het perceel te pompen.
- Zonne-energie gebruiken om water in het perceel te pompen.
- Ook waterkwaliteit en Greenhouse gasses meenemen.
- Maaiveldbeweging meten met ondiepe extensiemeters.
- Verdamping meten?



Grondwatermeetpunt.
(Optimale inrichting, kan minder)

pomp

Opzet Verbeterde proef

- ❑ Inundatie hele perceel. Dan kan water niet “weglekken”. De enige afvoer is verdamping (of tijdelijk onder sloten naar aangrenzende percelen). De kwel en wegzijging vanuit sloten kan tijdelijk minder zijn.
- ❑ Depressies in “baggerrand” langs sloten afdichten zodat dijkje van ca. 10-20 cm ontstaat.
- ❑ Bij voorkeur m.b.v. zonnecel of op wind aangedreven pomp.
- ❑ Gebruik makend van slootwater dat anders naar de boezem zou zijn uitgemalen.
- ❑ Niet meer dan 1 dag inundatie.
- ❑ Waterkwaliteit en broeikasgassen meten (voor, na).
- ❑ Maaiveldbeweging meten.

Aanvullend onderzoek “verhoging grondwater door baggeren”

- We hebben waargenomen dat de veenlaag goed doorlatend is, en dat de sloten tot in deze veenlaag zijn gegraven,
- De sloten bezitten een 60 cm hoger waterpeil dan de (“holle”) grondwaterstand in het aangrenzende perceel,
- Blijkbaar is de intreeweerstand van de sloten groot (wegzijging gering). Dit heeft waarschijnlijk met de baggerlaag en/of ingespoeld organische materiaal te maken,
- **Onderzoeksvraag: zou het mogelijk zijn om de wegzijging te vergroten , en daarmee de grondwaterstand te verhogen door “slim” te baggeren?**
- **Uitvoering:**
  - Raai van ca. 6 ondiepe grondwatermeetpunten tussen 2 sloten plaatsen en 2 meetpunten in de sloot aanbrengen,
  - De slootondergrond (bagger, aanspoeling, “schoon” sediment) onderzoeken,
  - Baggeren: diepte op basis slootbodemonderzoek.
- Extra-aanvullend: “kan wegzijging vanuit de sloot ook op een andere wijze worden vergroot?”
  - Bijvoorbeeld door plaatsing kollommen in de sloot, waarin sliblaag wordt verwijderd,
  - Bijvoorbeeld door installatie van een drainagebuis (hier dus voor infiltratie) in de lengterichting onder de sloot, maar deze in contact staat met de sloot zelf. Het slootwater moet dan wel voorgezuiverd worden om verstopping te verkleinen.

OPSCHALING EN KOSTEN?

- Als de herhaalproef succesvol blijkt (grote kans) dan kan gewerkt worden aan opschaling hele bedrijf (ca. 40,7 ha) of polder (ca. 87,7 ha).
  - KOSTEN:
    - Het nalopen en plaatselijk ophogen van de slootbermrand (gebruik bagger),
    - Kosten plaatsen en weghalen pompen
  - BATEN:
    - Verminderde maaivelddaling (nader te kwantificeren met behulp van lang-jarige monitoring).
    - Verminderde CO_2 emissie (nader te kwantificeren)
    - Verminderde uitspoeling naar sloten in de winter (nader te kwantificeren)
    - Verbeterde grasgroei/opbrengst

- **Kosten proef:** Huur van de tractor-pomp Euro 640/dag.
  - Een belangrijk deel was vervoer (eenmalige kosten)
  - Er werd tijdens de proef ca. 7 liter diesel gebruikt (Euro 14).
  - We hebben 40x80 m^2 geïnundeerd
    - Hiervoor bedragen de inundatiekosten voor **de proef** dan 0,20 euro/m^2 → 2000 euro/ha
    - Voor de zelfde kosten had bij ca. 8 uur lang pompen het gehele perceel (140x70 m^2) geïnundeerd kunnen worden → 0,07 Euro/m2 → 700 euro/ha.
  - .
- **Opschaling naar 88 ha (de gehele polder)**
  - Verwacht mag worden dat bij meerdaags gebruik van pomp (of aanschaf) deze kosten aanzienlijk kunnen worden verminderd.
  - Bij deze 700 euro/ha kosten van onze proef zou inundatie hele polder ca. kE 61 bedragen per keer (jaar?).

- ***Er moet onderzocht worden hoe deze pompkosten (of inundatiekosten) aanzienlijk kunnen worden verlaagd***
  - Leidingsysteem met boezemwater? Vaste langjarig te gebruiken pompen? Etc.

“Zonnepomp”

- In de voorjaarszon direct 37 m3/uur. ***Onze dieselpomp ca. 90 m3/uur.***
- De pompcapaciteit tijdens het groeiseizoen is voor Zuidwest-Nederland gemiddeld 400m3/dag bij een opvoerhoogte van één meter. In de praktijk is dat voldoende voor percelen tot circa zeven hectare.
- (samangroep.nl)

dag	uur	Opmerkingen
vooraf		Extreem droge zomer
Dinsdag 26 juli		Installatie grondwatermeetpunten. Start sensoren (interval 15-30 min) • 8 meetpunten in te inunderen deel • 2 meetpunten in referentieperceel (ca. 50 vanaf te plaatsen scherm) • Filter grondwatermeetpunten ca. 150 cm –mv. Boorgat afgedicht met bentonietkorrels • Plaatsing metalen maaiveldbewegingspaaltjes (25 cm –mv. 6 in inundatieperceel, 2 in referentieperceel)
Tussen period		Droog, warm weer
Woensdag 3 augustus	10:00	Installatie scherm (ca. 80 m lang, 25 cm diep). Hoogte maaiveldbewegingspaaltjes en peilbuizen ingemeten. Extra beschermingskokers rond peilbuizen geplaatst om perforatiestroming te voorkomen.
	11:20	Start bevloeiing aan westzijde (geschat ca. 25 liter per seconde). EC-slootwater 1470 µS/cm, temp. 23 graden)
		Al snel vormde er zich plassen aan de westzijde. Deze bleven daar lang bestaan. Het water verplaatste zich zichtbaar en onzichtbaar door de zavellaag. Daarna verplaatste de plasvorming zich. Aan het begin veel belvorming zichtbaar in de plas-dras delen. Opmerkelijk: de stijghoogte in peilbuizen steeg snel tot maaiveld. Dit had waarschijnlijk te maken met de ingesloten luchtlaag.
	4:45	Stop inundatie. Ongeveer 10-15 cm plas-dras. Water begon over de bermen naar sloten te stromen. Geen zichtbare vernatting aan ander kant scherm. Maaiveldbewegingspaaltjes ingemeten
Donderdag 4 augustus	Ca. 12 uur	Veld volledig droog (geen plas-dras). Niet te zien dat het geïnundeerd was. (observatie Joost van Schie).
	17:00	Grondwaterpeilmeting en boring. Veraard veen volledig verzadigd. Stijghoogte tot in klei. • Stijghoogte grondwatermeetpunten referentieperceel 50 cm –mv, EC 1538 en 1540 µS/cm. • Boringen: zavel in inundatieperceel donker en vochtig (geen water). Zavel referentieperceel grijs en stofdroog. Veraard veen inundatieperceel waterverzadigd.
Vrijdag 5 augustus	ochten d	• Boring inundatieperceel: Bovenste 25 cm (organisch rijke zavel) heel vochtig. Onderste deel klei en veraard veen verzadigd • Boring (droog) referentieperceel (25 m va scherm): Bovenste 25 cm stofdroog. Opmerkelijk is dat veraard veen verzadigd • Meting 9:30 uur: Beide stijghoogten in referentieperceel ca. 6 cm gedaald (65 cm –mv). Blijkbaar verplaatst grondwater zich horizontaal door het (veraarde) veen naar het referentieperceel. • Scherm verwijderd. Organische zavel aan referentiezijde nog steeds stofdroog.
Vrijdag 12 augustus	ochten d	• Grondwaterstand nu 76 cm –mv • Boring: toplaag nog steeds zwart en vochtig. Valt niet uit boor. Veen vochtig en nat op 60 cm. • Gewaterpast met satelliet apparatuur.