



Studiedag – impact van een bemaling op bomen

20/05/2023

Manuel Lippens – manuel@burolm.be – 0478/969742

Wie zijn we ?

Jan Lippens

- Lippens Jan BVBA
 - 1991 – 2006 : uitvoering van bronbemalingen en boorputten (heden: AGTech)
 - 1991 – 2020 : uitvoering bemalingsstudies
- Lippens Geotechniek
 - 1995 – 2010 : uitvoering van diepsonderingen – grondboringen – peilbuizen
 - 2010 – 2014 : onderdeel geworden van SGS Belgium
- Quiro VOF
 - 2015- heden : toelevering van pomplederen voor bemalingsbedrijven
- BuroLM
 - 2020 – heden : studiebureau in bemalingsadvies
- LiniConstruct – Aqua Recyc :
 - 2021 – heden : Constructie en verhuur van buffercontainers voor bemalingswater
 - 2021 – heden : Monitoring van grondparameters en boomgroeiparameters tijdens bemalingen

Wie zijn we ?

Manuel Lippens

- Denys NV
 - 2015- 2020 : projectleider voor de aanleg van drinkbaar water (Ghana en Mali)
- BuroLM
 - 2020 – heden : studiebureau in bemalingsadvies
 - Bemalingsstudies
 - Monitoring van peilbuizen d.m.v. waterpeilsondes
 - Pompproeven / proefbemaling
- 2021 – 2023: avondopleiding boomverzorger (Syntra)

Inhoud

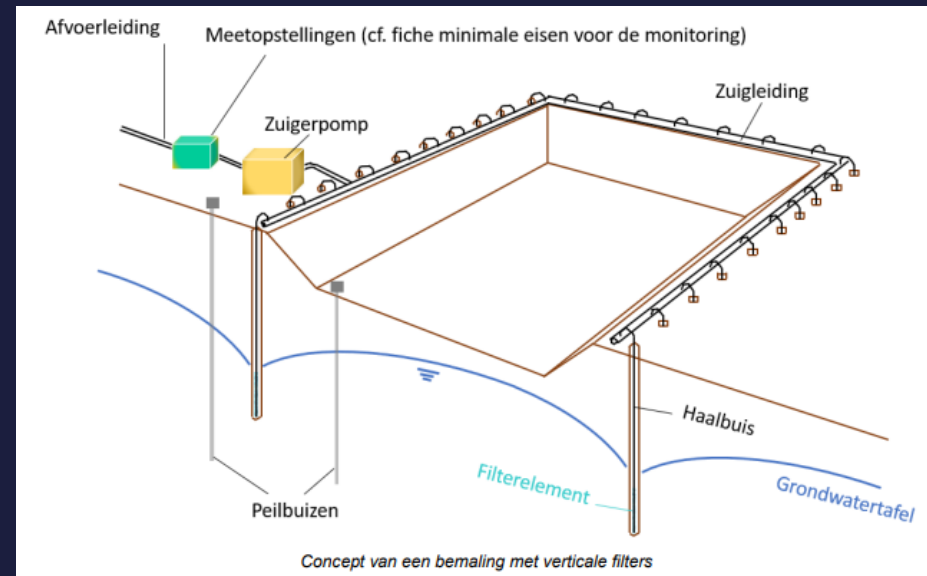
- 1. Verschillende types bronbemaling
 - Verticale bemaling (ondiep en diepe bronnen)
 - Horizontale bemaling
 - Open bemaling
 - Open bouwput $\leftrightarrow$ gesloten bouwput
- 2. Gegevens voor de opmaak van een bemalingsnota
 - Dimensionering van de ondergrondse werken
 - Geotechnische gegevens (sonderingen, boringen, peilbuizen, ...)
 - Gegevens te vinden op de database Vlaanderen.

Inhoud

- 3. Doel van een bemalingsstudie
 - Inschatting van de risico bij het bemaling van uw bouwput
 - Zettingen, debiet, invloed op omgeving (natuur, ovam, ...)
 - Op de meest gunstigste manier uw werken droog kunnen uitvoeren en lozen
 - Minst impact $\leftrightarrow$ kostprijs
 - Wat als er toch risico's zijn ? Oplossingen onderzoeken
 - Zettingen
 - Ovam
 - Natuur
- 4. Link met boomverzorgers
- 5. Voorbeeldcases

1. Verschillende types bronbemaling

- Verticale bemaling
 - Ondiepe bronnen (vacuümbemaling)
 - Toe te passen bij korrelachtige, doorlatende grondsoorten.
 - We plaatsen een serie bemalingsbronnen met een courante diepte van 3 tot 8 m in de grond. De afstand tussen de bronnen bedraagt 3 tot 5 m, terwijl de afstand tot de uitgraving ongeveer 1,5 - 3,5 m bedraagt. Alle bronnen zijn op een ringleiding aangesloten, die door een pomp, vacuüm wordt gezogen. Deze pomp bevindt zich in principe altijd op het niveau van de ringleiding.
 - Opmerking: Een aan de oppervlakte geplaatste leiding beperkt de te bemalen diepte tot 3,5 à 5 m onder het niveau van de ringleiding. Hierdoor kan het nodig zijn een zuigleiding mét pomp te realiseren op verschillende niveaus.
 - Diepe bronnen
- Horizontale bemaling
- Open bemaling

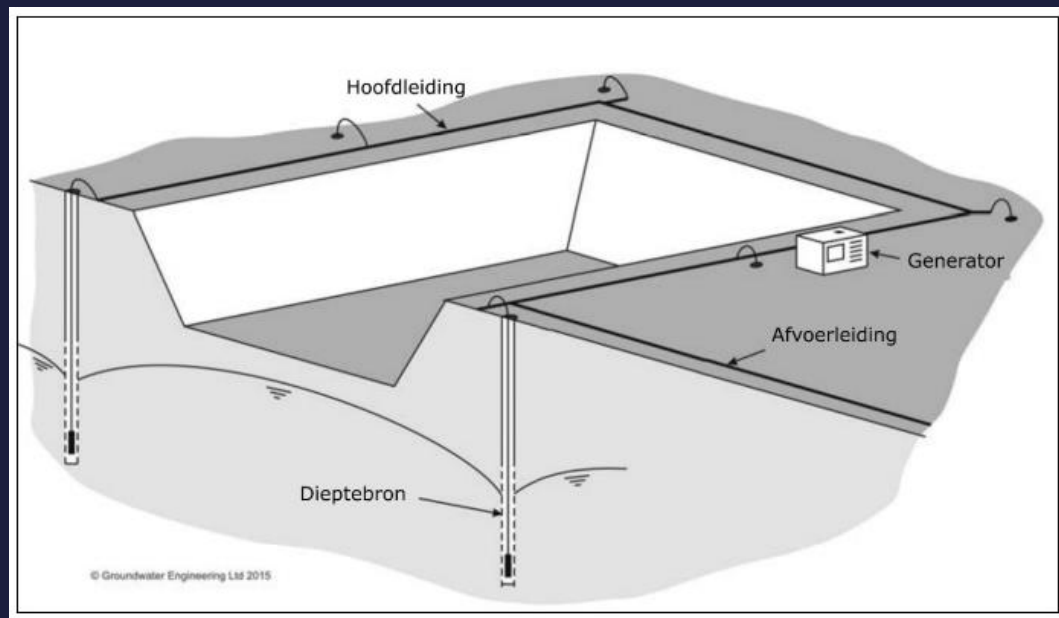






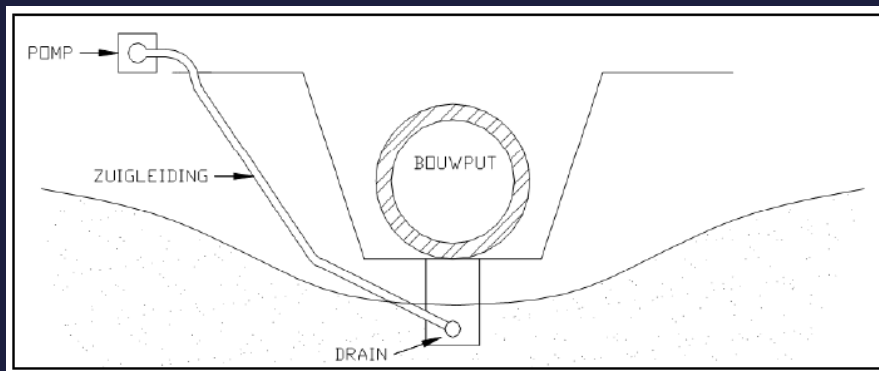
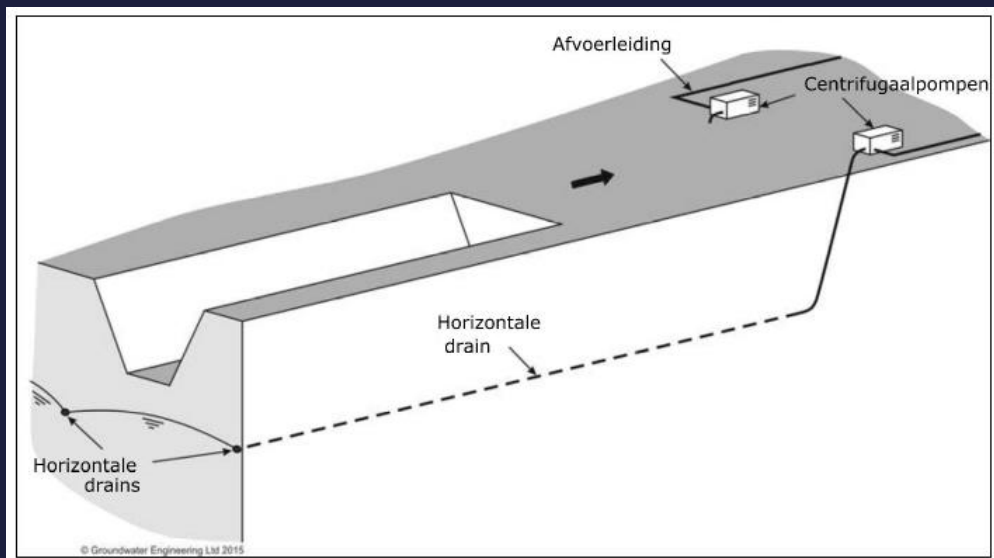
1. Verschillende types bronbemaling

- Verticale bemaling
 - Ondiepe bronnen
 - Diepe bronnen (dieptebronnen)
 - Toe te passen in doorlatende, korrelachtige grondsoorten
 - Iedere geplaatste bron is een onttrekkingsput van grote diameter (125-200 mm), waarin we een onderwaterpomp plaatsen die het water naar de oppervlakte pompt.
De bron bestaat uit een pvc of PE buis, met het onderste deel uitgevoerd in sleuven. Dit deel omstorten we met filterzand en plaatsen daarboven een kleistop.
Courante afstanden tussen deze bronnen bedragen tussen de 10 en 25 m.
 - Opmerking: Daar er weinig leidingen op het terrein liggen is deze uitvoeringswijze weinig hinderlijk voor de grondwerken. Deze methode is tevens geschikt voor diepe bouwputten.
Een nadeel is dan weer dat veel grotere debieten verpompt dienen te worden in vergelijking met een ondiepe installatie om hetzelfde resultaat te bereiken. De invloedsstraal wordt hierdoor groter, met een mogelijke zettingschade tot gevolg. Daarbij komt nog de gevoeligheid aan storingslagen.
- Horizontale bemaling
- Open bemaling



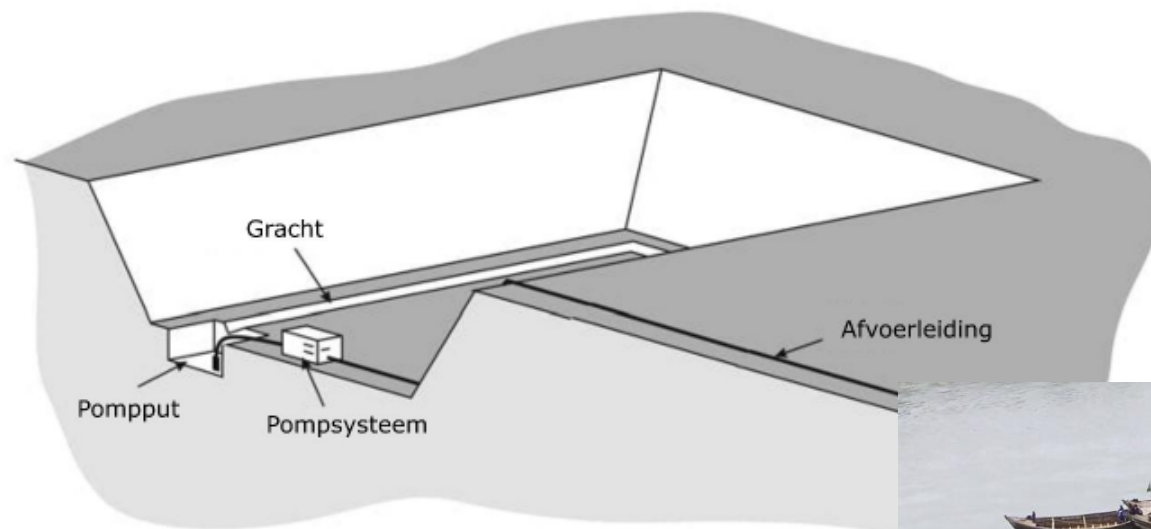
1. Verschillende types bronbemaling

- Verticale bemaling
- Horizontale bemaling
 - Toe te passen bij goed doorlatende gronden, eventueel rustend op een ondoorlatende kleilaag.
 - Machinaal wordt er een horizontale drainageleiding geplaatst over een afstand van 50 tot 100 m. Dit op een diepte van 1,5 tot 8 m onder maaiveld. Deze drain verbinden we via een zuigleiding met een bemalingspomp die het water oppompt en verder afvoert.
 - Opmerking: De grote installatiekost van de horizontale drains maakt deze methode enkel bruikbaar voor grotere projecten.
Daar de drain met een kettingfrees geplaatst wordt, mogen er geen hindernissen zoals leidingen of steenlagen in de grond aanwezig zijn.
Een belangrijk voordeel dan weer is dat de drain opnieuw gebruikt kan worden, én dat de hoeveelheid opgepompt water kleiner is dan bij een verticale drainage. Door de afwezigheid van bovengrondse leidingen is het ook een heel elegante methode voor het uitvoeren van graafwerken.
- Open bemaling



1. Verschillende types bronbemaling

- Verticale bemaling
- Horizontale bemaling
- Open bemaling
 - Toe te passen in samenhangende gronden als klei, leem of rotsgronden waar een filterbemaling weinig effect zal hebben.
 - In samenhangende gronden gaan we in sommige gevallen over tot een uitgraving in helling. Het in de bouwput vloeiende grondwater en het regenwater worden op de bodem verzameld in een verzamelput, welke d.m.v. pompelpompen of zelfaanzuigende vuilwaterpompen, naar de oppervlakte gepompt. Het verzamelen gebeurt door het aanleggen van een drainagebed welke afloopt naar deze lokaal dieper gegraven verzamelput.
 - Opmerking: In goed waterdoorlatende gronden is deze methode moeilijk te realiseren aangezien het instromend water te groot is.



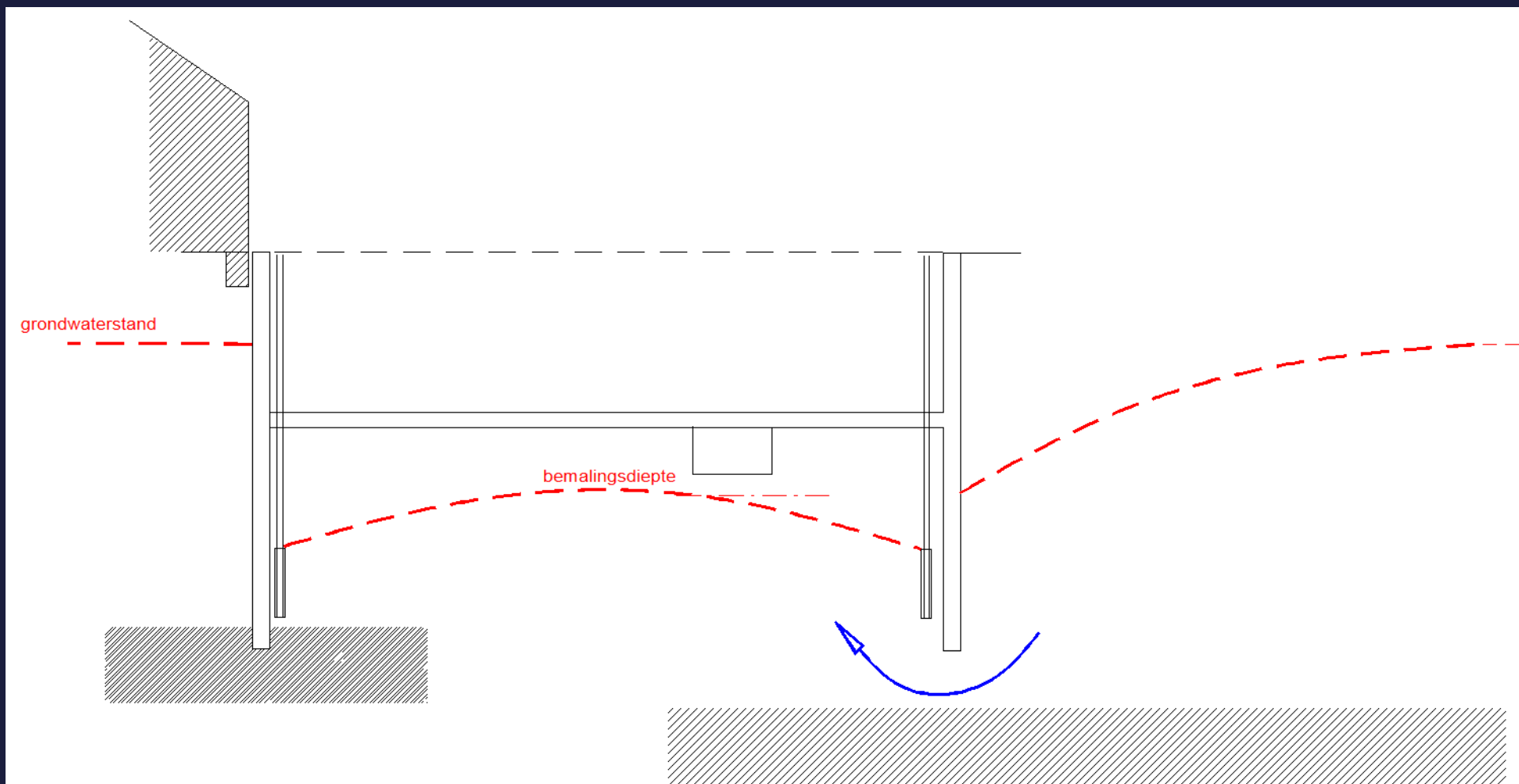
© Groundwater Engineering Ltd 2015



1. Verschillende types bronbemaling -Open en gesloten bouwput

- Open bouwput:
 - standaard uitvoering van een bemaling (welke type dan ook) waarbij de beschoeiing, indien aanwezig, de invloed van de bemaling niet zal helpen beperken.
- Gesloten bouwput:
 - *“Een bouwput die omringd wordt door waterkerende wanden die reiken tot in een ondoorlatende laag.”*
 - Mogelijke waterkerende / waterremmende wanden
 - Secanspalenwand
 - Soil-mixwand
 - Damwand
 - Geen berlinerwand dus !!
 - Belangrijk hierbij:
 - Diepte van de wand
 - Aanwezigheid van stoorlaag of ondoorlatende laag → te bepalen via (elektrische) sonderingen
 - Alternatief: zelf horizontaal scherm aanbrengen: Waterglasinjectie, jet-grout, onderwaterbeton

1. Verschillende types bronbemaling -Open en gesloten bouwput



1. Verschillende types bronbemaling -Open en gesloten bouwput



1. Verschillende types bronbemaling -Open en gesloten bouwput



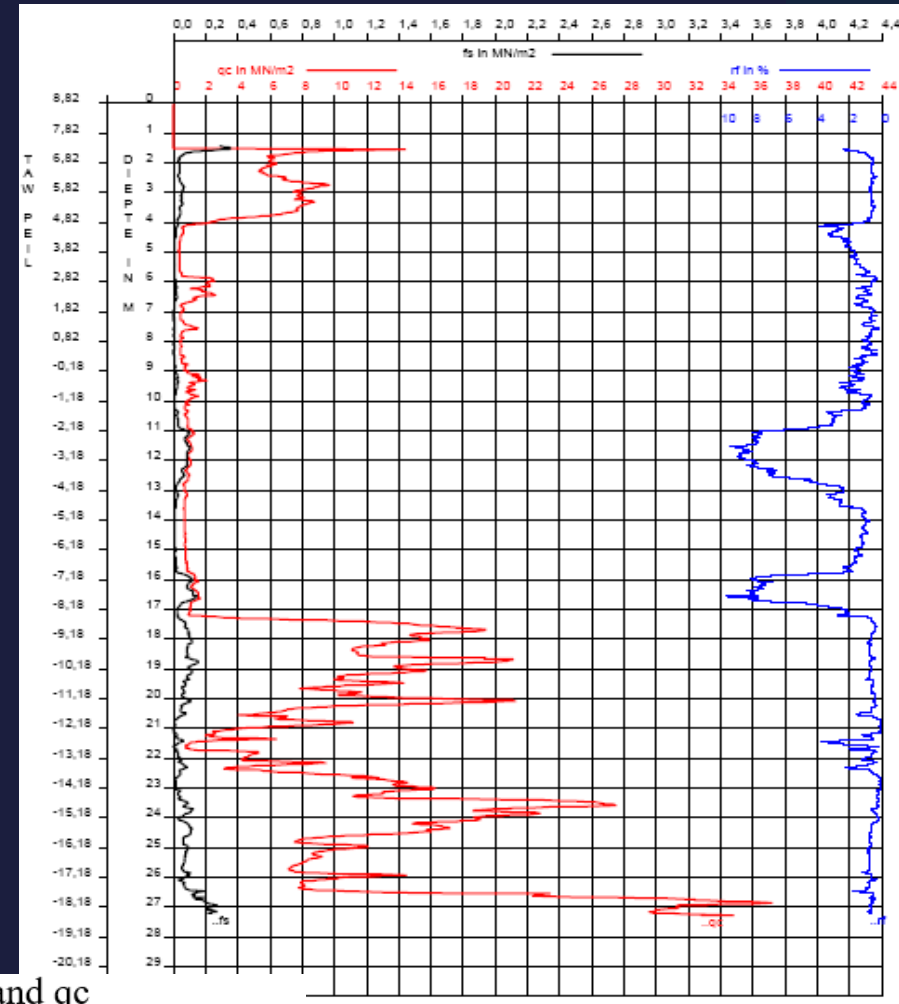
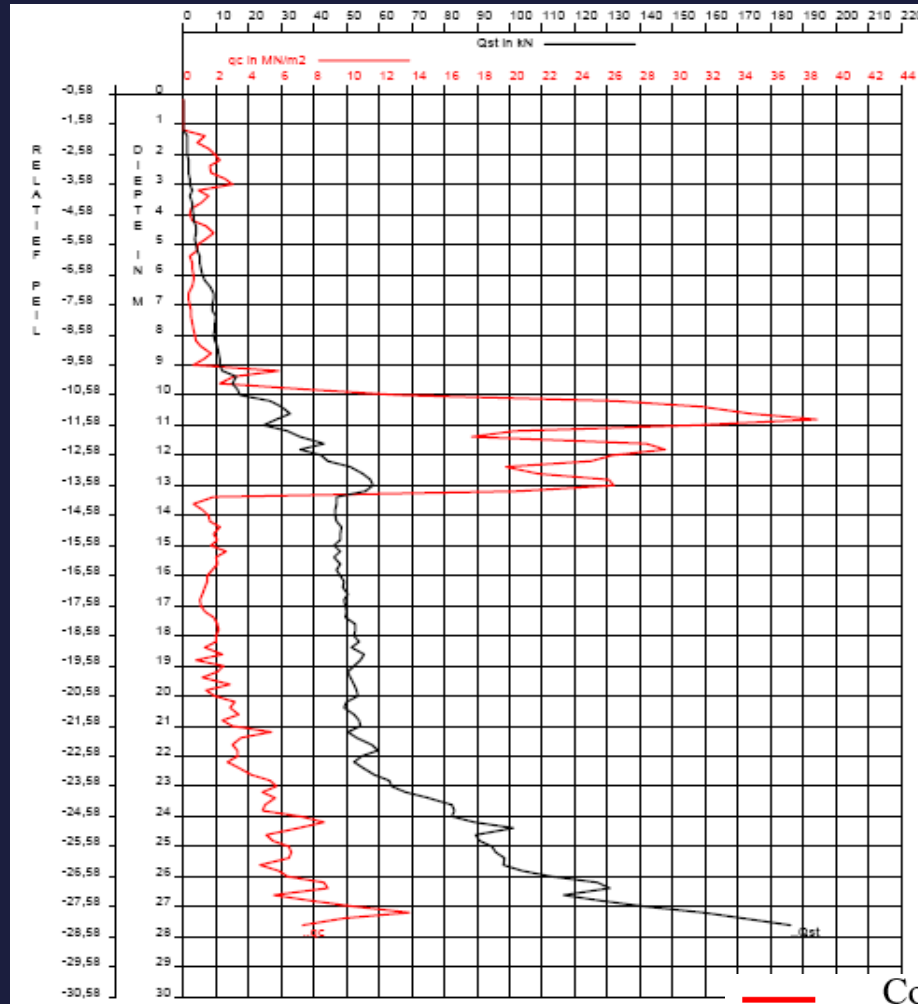
2. Gegevens voor de opmaak van een bemalingsnota

- Dimensionering van de ondergrondse werken
 - Bouwput
 - Lengte – breedte
 - Voornamelijk: uitgraafdiepte ten opzichte van het bestaand maaiveld
 - Tijdelijk diepere zones ? Onderschoeiingen, liftputten, ...
 - Riolering
 - Lengte per streng
 - Diepte van controleputten
- Geotechnische gegevens (sonderingen, boringen, peilbuizen, ...)
- Gegevens te vinden op de database Vlaanderen.

2. Gegevens voor de opmaak van een bemalingsnota

- Dimensionering van de ondergrondse werken
- Geotechnische gegevens (sonderingen, boringen, peilbuizen, ...)
 - Sonderingen
 - Mechanische sondering : puntweerstand en totale wrijvingsweerstand elke 20cm
 - Continue Elektrische sondering (CPTe) : puntweerstand, totale en lokale wrijving. Veel meer info !! Uit het wrijvingsgetal kan de grondsoort makkelijker ingeschat worden.
 - Boringen (eventueel samen bij technisch verslag grondverzet)
 - Monsternamen – droogboring – spoelboring → met geoprobe of avegaarboor (veenlagen)
 - Peilbuismetingen
 - Was het grondwater reeds in evenwicht ?
 - Over welke periode ?
 - In welke watervoerende laag ?
 - Bodemonderzoeken (OVAM)
 - Pompproef / bemalingsproeven : betere bepaling van de k-waarde - Sinds 2023 voeren wij deze ook zelf uit !
- Gegevens te vinden op de database Vlaanderen.

2. Gegevens voor de opmaak van een bemalingsnota



Conusweerstand q_c

Plaatselijk kleefweerstand f_s

Wrijvingsgetal $R_f = \frac{f_s}{q_c} \times 100$

2. Gegevens voor de opmaak van een bemalingsnota

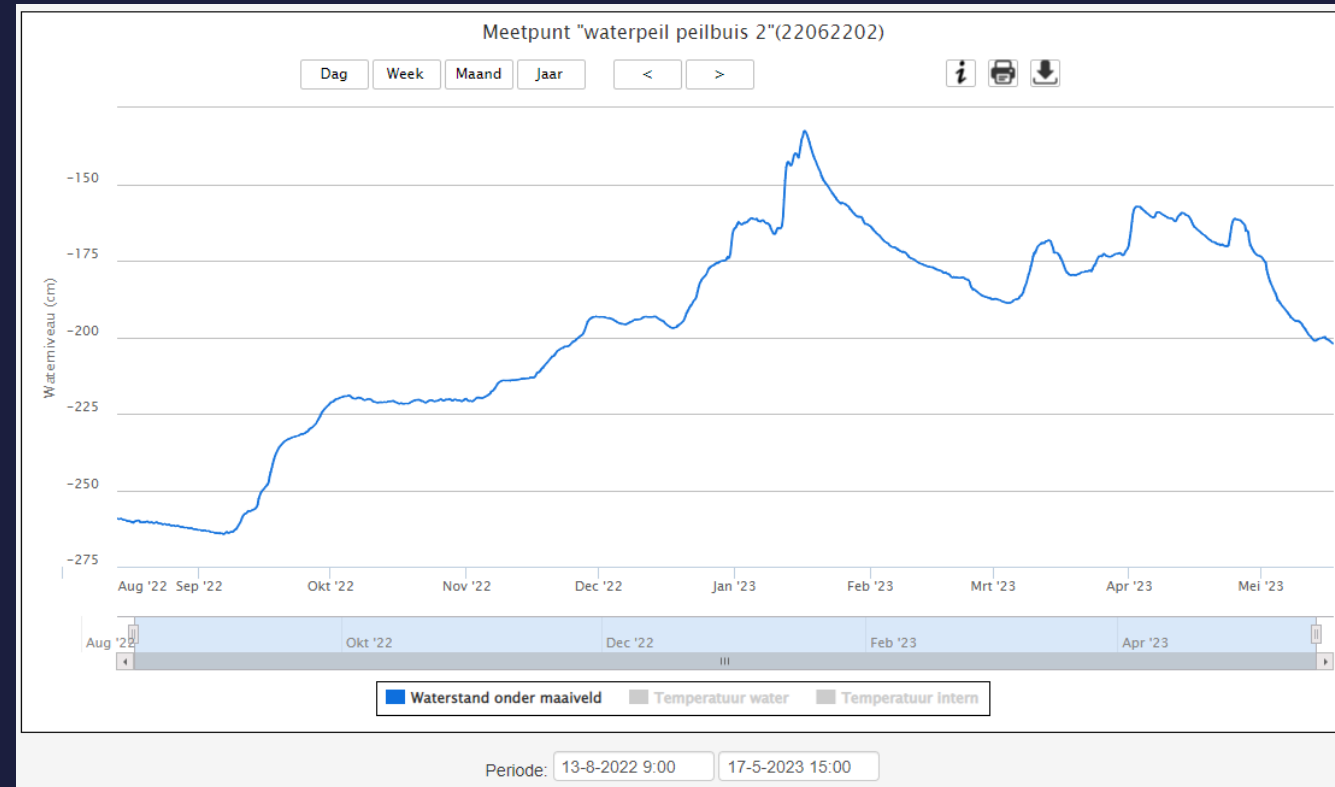
Bij installatie:

PIËZOMETER

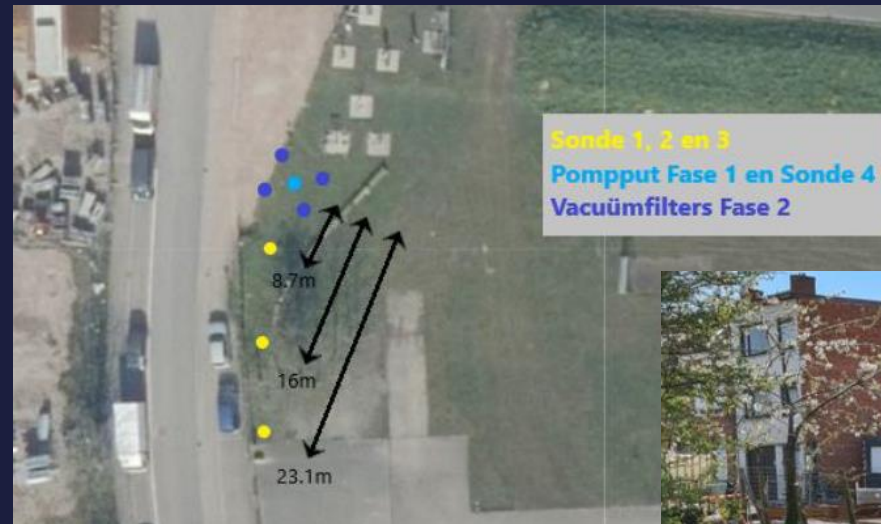
Niveau maaiveld: 0,24m
Niveau boven op buis: 0,74m
Niveau aanzet buis: -4,10m
Waterstand op 06/04/23 : -2,96m

Opmeting: 25/04/2023:

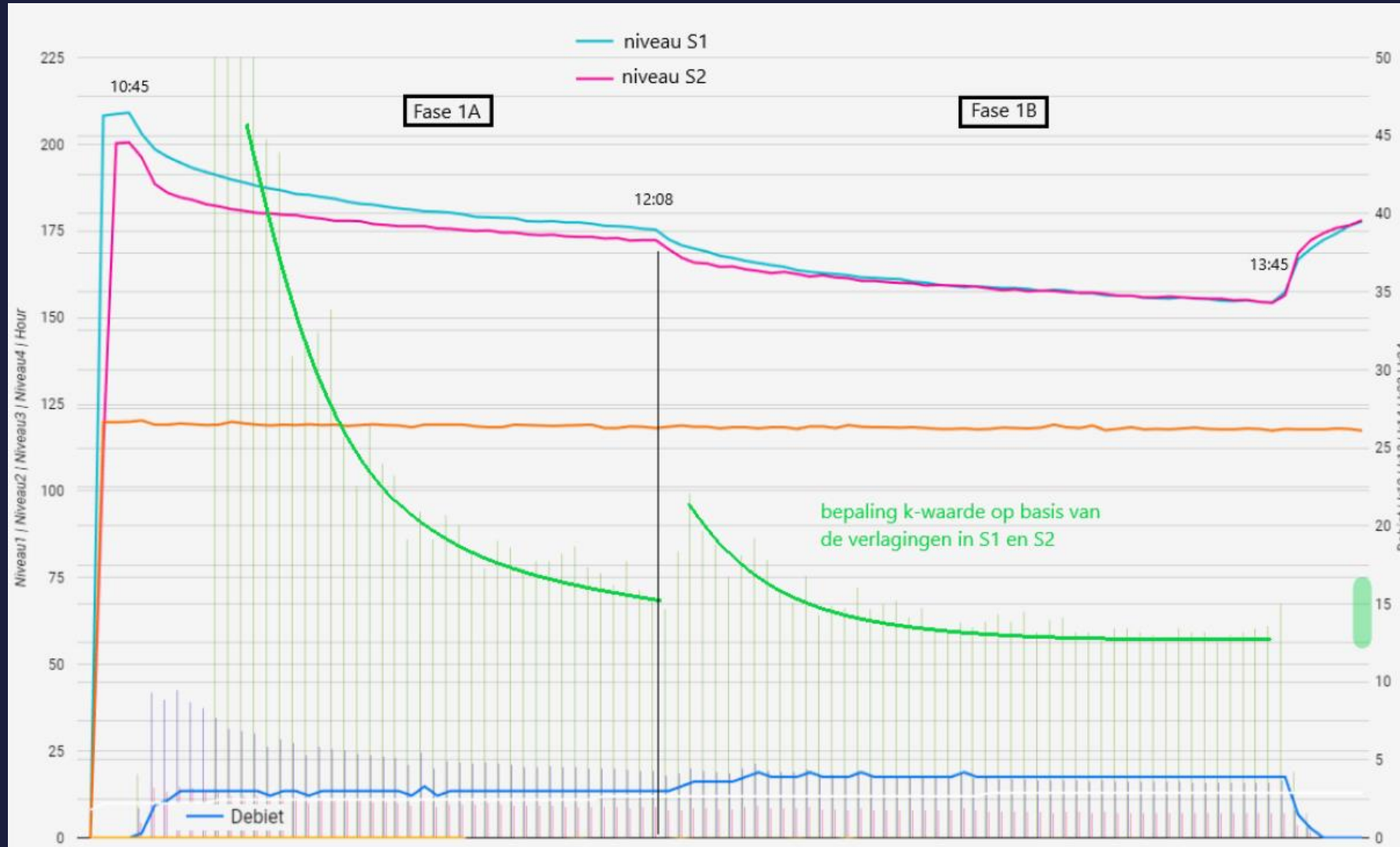
Waterstand onder top peilbuis: 1.65 m



2. Gegevens voor de opmaak van een bemalingsnota

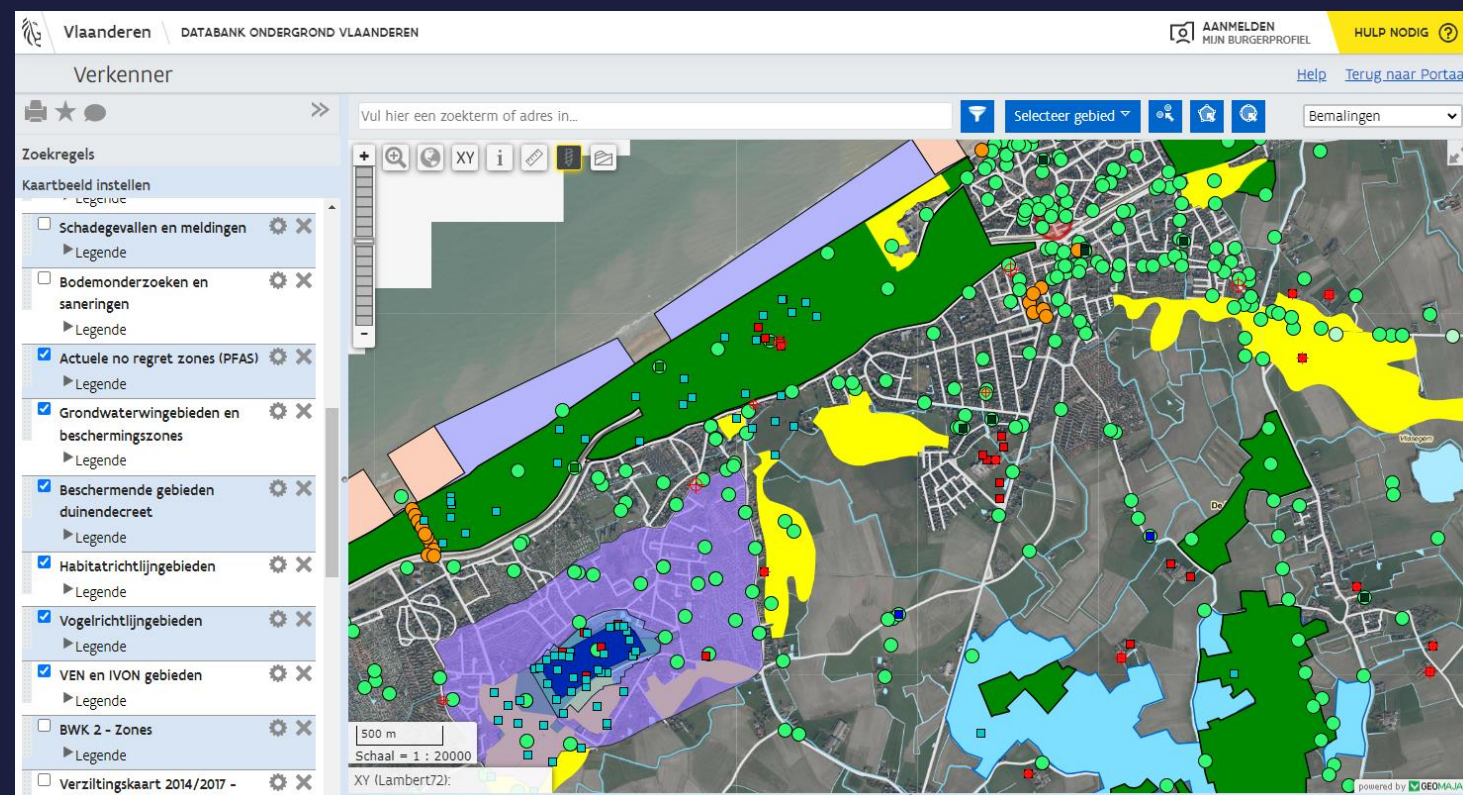
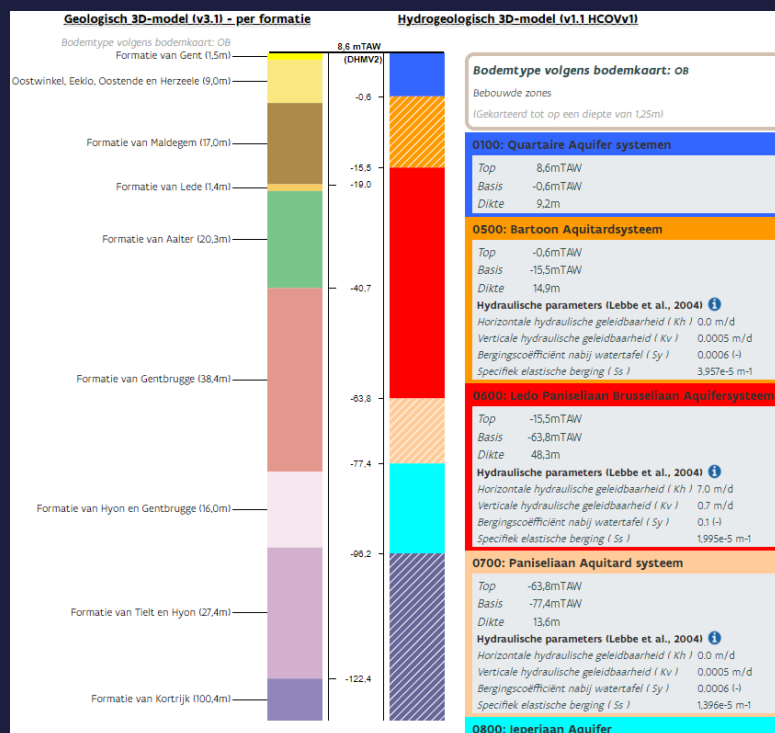


2. Gegevens voor de opmaak van een bemalingsnota



2. Gegevens voor de opmaak van een bemalingsnota

- Dimensionering van de ondergrondse werken
- Geotechnische gegevens (sonderingen, boringen, peilbuizen, ...)
- Gegevens te vinden op de database Vlaanderen.
 - DOV Vlaanderen



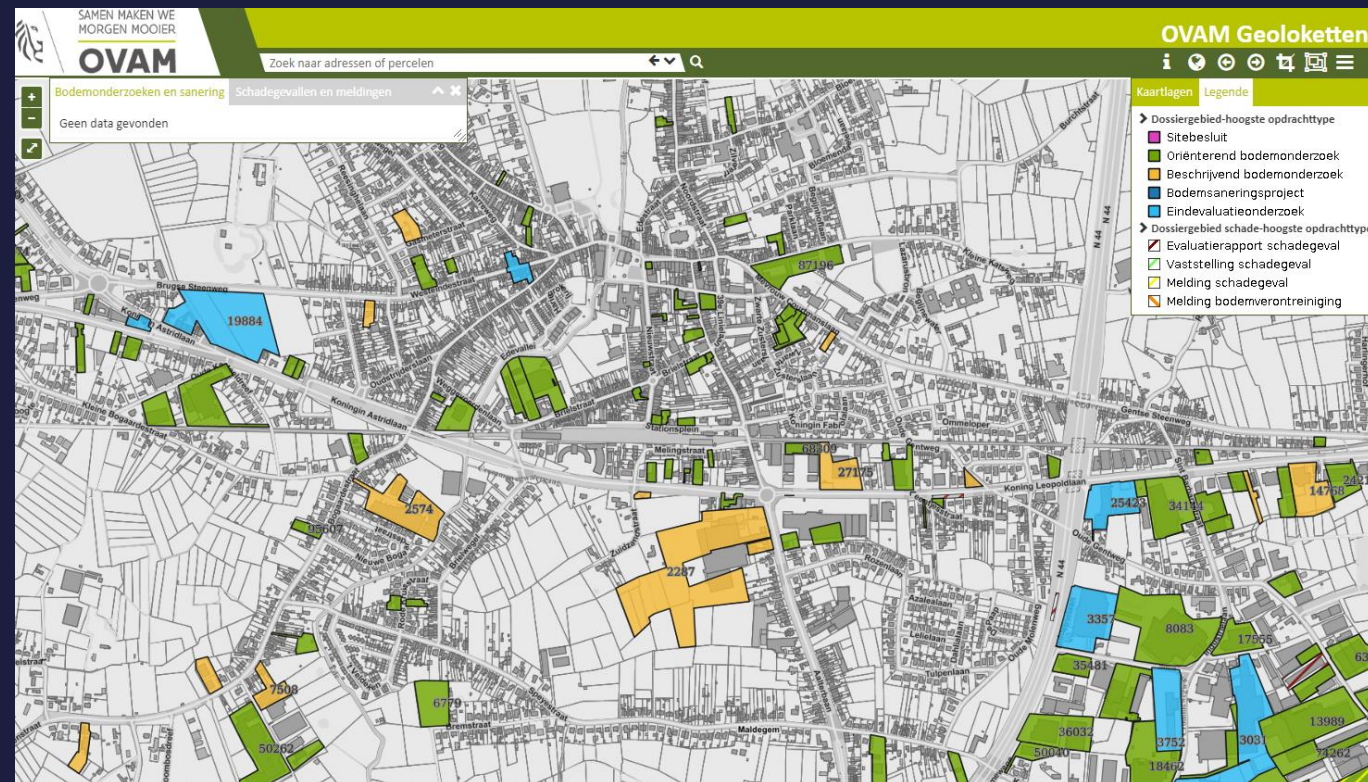
2. Gegevens voor de opmaak van een bemalingsnota

- Dimensionering van de ondergrondse werken
- Geotechnische gegevens (sonderingen, boringen, peilbuizen, ...)
- Gegevens te vinden op de database Vlaanderen.
 - DOV Vlaanderen
 - Geopunt



2. Gegevens voor de opmaak van een bemalingsnota

- Dimensionering van de ondergrondse werken
- Geotechnische gegevens (sonderingen, boringen, peilbuizen, ...)
- Gegevens te vinden op de database Vlaanderen.
 - DOV Vlaanderen
 - Geopunt
 - Ovam



3. Doel van een bemalingsstudie

- Bemalingsconcept
 - Wat is de meest gunstigste uitvoering (ook financieel) voor een veilige ontwatering van de grond, waarbij er geen schade kan veroorzaakt worden op de omgeving. Rekening houdend met de vele parameters ter hoogte van de werfzone maar ook in de omgeving.
- Inschatting van de risico bij het bemaling van uw bouwput
- Wat als er toch risico's zijn ? Oplossingen onderzoeken

3. Doel van een bemalingsstudie

- Bemalingsconcept
- Inschatting van de risico bij het bemaling van uw bouwproject
 - Zettingen
 - Een grondwaterverlaging zal, door het verdwijnen van het water en de waterspanning, aanleiding geven tot het verhogen van de korrelspanning. Deze toename van deze korrelspanningen kan zettingen doen ontstaan.
 - Deze zettingen worden berekend op basis van de berekende grondwaterverlaging ter hoogte van de dichtste zettingsgevoelige constructie.
 - Belangrijk:
 - de grond heeft een voorbelasting verkregen door eerdere bemalingen in de buurt of historisch lagere waterpeilen. Lagere opgemeten waterpeilen in de zomer zijn hier dus van belang !
 - Ook het funderingstype van de woning is van belang en is hier reeds een kelder aanwezig ?
 - Indien veen- en slappe kleilagen aanwezig zijn, schenk hier extra aandacht.
 - Debiet
 - Invloed op omgeving (natuur, ovam, ...)
- Wat als er toch risico's zijn ? Oplossingen onderzoeken

3. Doel van een bemalingsstudie

- Bemalingsconcept
- Inschatting van de risico bij het bemaling van uw bouwput
 - Zettingen
 - Debiet
 - Het debiet kan berekend worden op basis van de vmm-tool
 - Benodigde parameters
 - Dimensies bouwput
 - Aantal dagen
 - Filterdiepte
 - K-waarde = doorlatendheid → meest kritieke factor. (pompproeven)
 - Peil ondoorlatende basis
 - Waterpeil (worst-case)
 - Invloed op omgeving (natuur, ovam, ...)
- Wat als er toch risico's zijn ? Oplossingen onderzoeken

3. Doel van een bemalingsstudie

GEGEVENS OVER DE BOUWPUT EN DE ONDERGROND			
grondwatervoeding uit neerslag	200	mm/j	
Bemalingskader / bouwput:			
breedte	10	m	
lengte	20	m	
diepte	3	m-mv	
equivalente r	9.55	m	
s			
H (t.o.v. onderkant filter)			
gewenste verlaging tot	3.5	m-mv	
duur bemaling	120	dagen	
Filterdiepte	6	m-mv	
Grondsoort			
OF Doorlatendheid	1.00E+01	m/d	
Peil ondoorlatende basis:	15	m-mv	

Maaiveld	8.6	mTAW
Watertafel / oorspronkelijk peil	1	m-mv
verontreiniging		
afstand		m tot centrum
effectieve porositeit		bemaling
retardatiefactor		
Wat is de verlaging op		m tot rand
		bemaling

OUTPUT

DEBIET en INVLOEDSTRAAL			
Begin van de bemaling - debiet en invloedstraal volgens Dupuit en Sichert			
Invloedstraal	80.7	m vanaf de rand	
Initiële debiet	10.9	m³/u	→ 262 m³/d
Onvolkomen debiet	13.7	m³/u	→ 328 m³/d
			1639 volume in m³ voor eerste 5 dagen
Stationaire toestand volgens DUPUIT - debiet en invloedstraal in evenwicht gebracht met grondwatervoeding			
Invloedstraal	276	m vanaf de rand (met verlaging = 5 cm)	
Stationair debiet	7.0	m³/u	→ 169 m³/d
Onvolkomen stationair debiet	8.8	m³/u	→ 211 m³/d
			24261 volume in m³ resterende duur
Stationaire toestand volgens VERRUIJT - invloedstraal in evenwicht gebracht met grondwatervoeding			
Invloedstraal	235	m vanaf de rand (met verlaging = 5 cm)	

RUBRIEK	volgens DUPUIT	link indelingslijst
max dagdebiet	328 m³/d	
max jaardebiet	25901 m³/j	
rubriek	53.2.2°a	
klasse	3	

3. Doel van een bemalingsstudie

- Bemalingsconcept
- Inschatting van de risico bij het bemaling van uw bouwput
 - Zettingen
 - Debiet
 - Invloed op omgeving
 - Hoe ver reikt mijn bemaling en welke zones liggen hier welke schade kunnen ondervinden?
 - Ovam-dossiers / pfas : aantrekken van een grondwaterverontreiniging
 - Vergunde boorputten
 - Onroerend erfgoed
 - Kwetsbare gebieden
 - Grondwaterwingebieden
 - Duinengebied / vogelrichtlijngebied / habitatrichtlijngebied / VEN-gebied
 - Aanwezigheid zoutwater
 - Ecotoop kwetsbaarheid
- Wat als er toch risico's zijn ? Oplossingen onderzoeken

3. Doel van een bemalingsstudie



3. Doel van een bemalingsstudie

- Bemalingsconcept
- Inschatting van de risico bij het bemaling van uw bouwput
- Wat als er toch risico's zijn ?
 - Afhankelijk van welk type risico en de situatie voorhanden moeten maatregelen onderzocht worden:
 - Zettingen
 - Verder onderzoek naar de voorbelasting van de grond
 - Beperken van de invloed en grondwaterverlaging
 - Gesloten bouwput
 - Retourbemaling → afhankelijk ook van type bemaling (vacuüm ↔ dieptebronnen)
 - Proefbemaling met monitoring van de zettingen ! Zeker van de resultaten !
 - Verontreinigingen → in samenspraak met erkend bodemsaneringsdeskundige (EBSD)
 - Noodzaak van waterzuivering bijvoorbeeld
 - Natuur → in samenspraak met boomverzorger (ETW – ETT'er) & in overleg met ANB
 - Impact aanpakken aan de bron zodat minder invloed aanwezig is (gesloten bouwput)
 - Maatregelen ter hoogte van de risicozones (infiltratiezones, sproeiers, vloedarmen, monitoring, ...)
 - Buiten groeiseizoen werken om impact te beperken

4. Samenwerking met boomverzorgers (ETW – ETT)

- In meerdere gemeenten en steden worden naast een bemalingsstudie welke de verschillende risico's onderzoekt, ook de impact op de verschillende groenzones in de omgeving.
- Brugge als één van de koplopers: *“behandelings- en toetsingskader bronbemalingen 31/03/2023”*

5. Impact op bomen

Wanneer een bronbemaling een schadelijk effect kan hebben op het waardevolle groen in de omgeving, moet een boomeffectanalyse toegevoegd worden aan het dossier. De effectieve werken moeten vervolgens door een ETT-boomverzorgers opgevolgd worden waarbij de nodige maatregelen genomen worden overeenkomstig de opgemaakte studie. De bemaling moet maximaal uitgevoerd worden buiten het groeiseizoen (van 31/10 tot 1/03).

- Noodzaak voor :
 - Boombeheersplan
 - Wat zijn de noodzakelijke maatregelen om de bomen rondom de bemaling schadevrij te houden ?
 - Retourbronnen (bij gebruik van dieptebronnen)
 - Oppervlakkige infiltratie
 - Tijdelijk gegraven grachten / buffer
 - Sproeiers / vloedarmen
 - Monitoring tijdens de bemaling!

5. Cases

Werf Destelbergen: Maatregelen rondom de werf + monitoring van bomen

- In samenwerking met Aqua-recyc
 - Buffering en doorpompen bemalingswater
 - Bevloeiing
 - Monitoring
 - Grondparameters
 - Klimatologische parameters
 - Groeiparameters beplanting



- Na berekening van de bemalingsstudie werden grote grondwaterverlagingen begroot ter hoogte van de vele groenzones rondom de werf. Waaronder ook een VEN-gebied en een habitatrichtlijngebied.
- In samenspraak met de gemeente en ANB werden enkele maatregelen besproken en uitgevoerd.

5. Cases

Werf Destelbergen: Maatregelen rondom de werf + monitoring van bomen



5. Cases

Werf Destelbergen: Maatregelen rondom de werf + monitoring van bomen



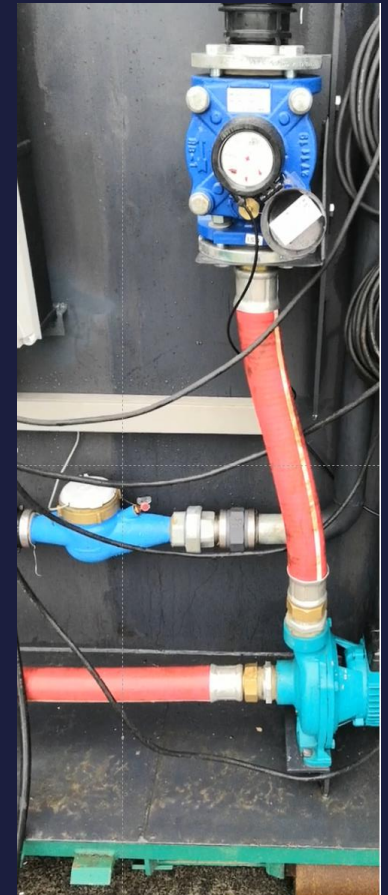
5. Cases

1. Werf Destelbergen: Maatregelen rondom de werf + monitoring van bomen

- Genomen maatregelen:
 - Plaatsing 'slimme' buffertank met pompen
 - Lozing en infiltratie in de vijver en bekenstelsel welke gedeeltelijk afloopt naar Schelde
 - Monitoring van verschillende parameters
 - Bemaling: *debieten, peilbuismetingen, stroomuitval, videobewaking*
 - Weersomstandigheden: *wind, zon, regen, rel. luchtvochtigheid, T-water T-lucht*
 - Beplanting en grondconditie
 - *Zuigspanningen op 3 verschillende dieptes t.h.v. ven-gebied & grondtemperatuur*
 - *Bodemvochtigheid op 20 cm onder de grond*
 - *Sapstroom* in meest kritieke bomen
 - *Diametergroei* van een tak in de meest kritieke bomen
 - Doel: komen de bomen onder stress ?

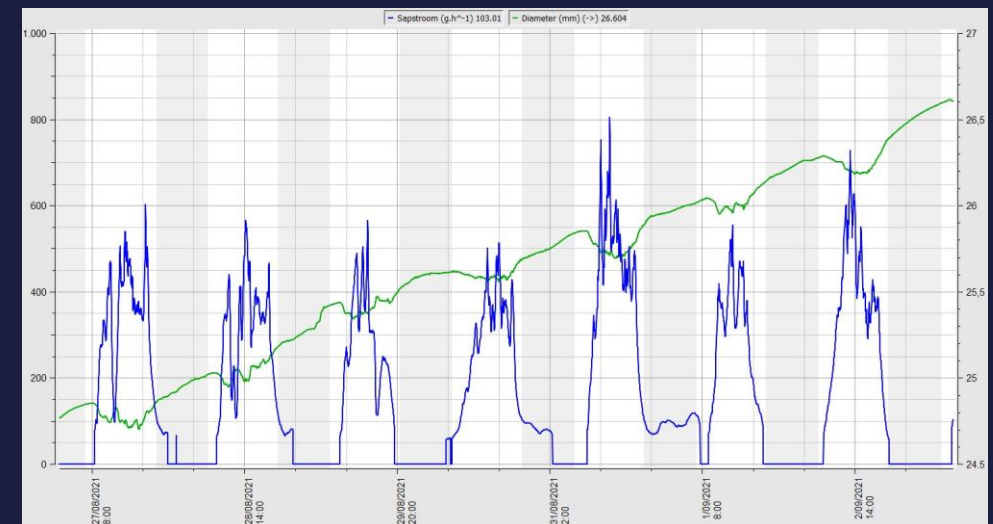
5. Cases

1. Werf Destelbergen: Maatregelen rondom de werf + monitoring van bomen



5. Cases

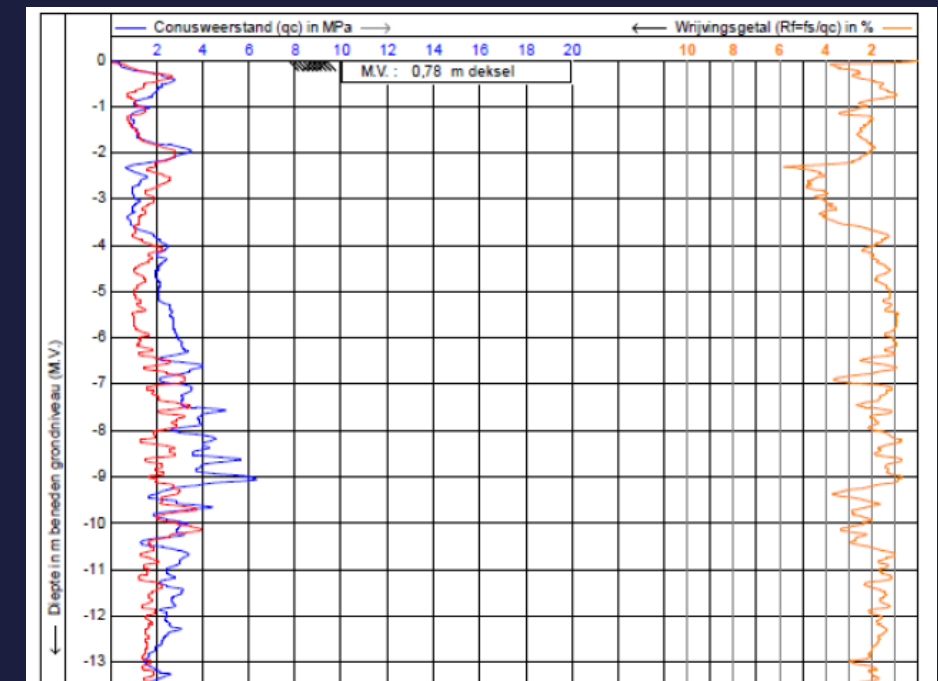
1. Werf Destelbergen: Maatregelen rondom de werf + monitoring van bomen



5. Cases

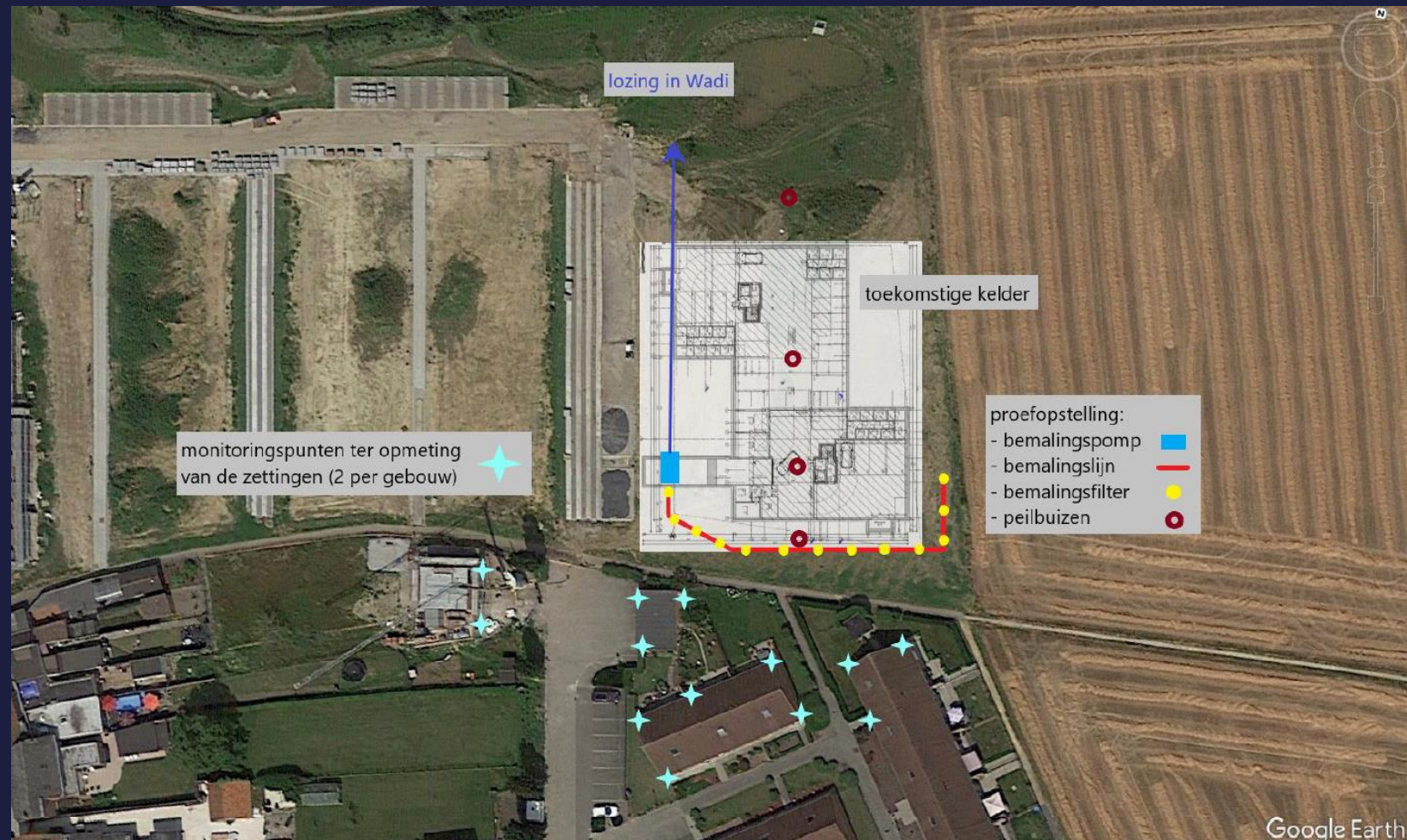
2. Werf Moen: meerwaarde van een proefbemaling

- Bij een eerste onderzoek werden zettingen ingeschat van circa 100 à 150 mm ter hoogte van de nabij gelegen woningen.
- Als maatregel werd een waterremmende wand voorgesteld om dit risico te beperken.
- Er werd echter geen rekening gehouden met de mogelijke voorbelasting van de grond!
- Door BuroLM werd bijgevolg een proefbemaling voorgesteld.



5. Cases

2. Werf Moen: meerwaarde van een proefbemaling



5. Cases

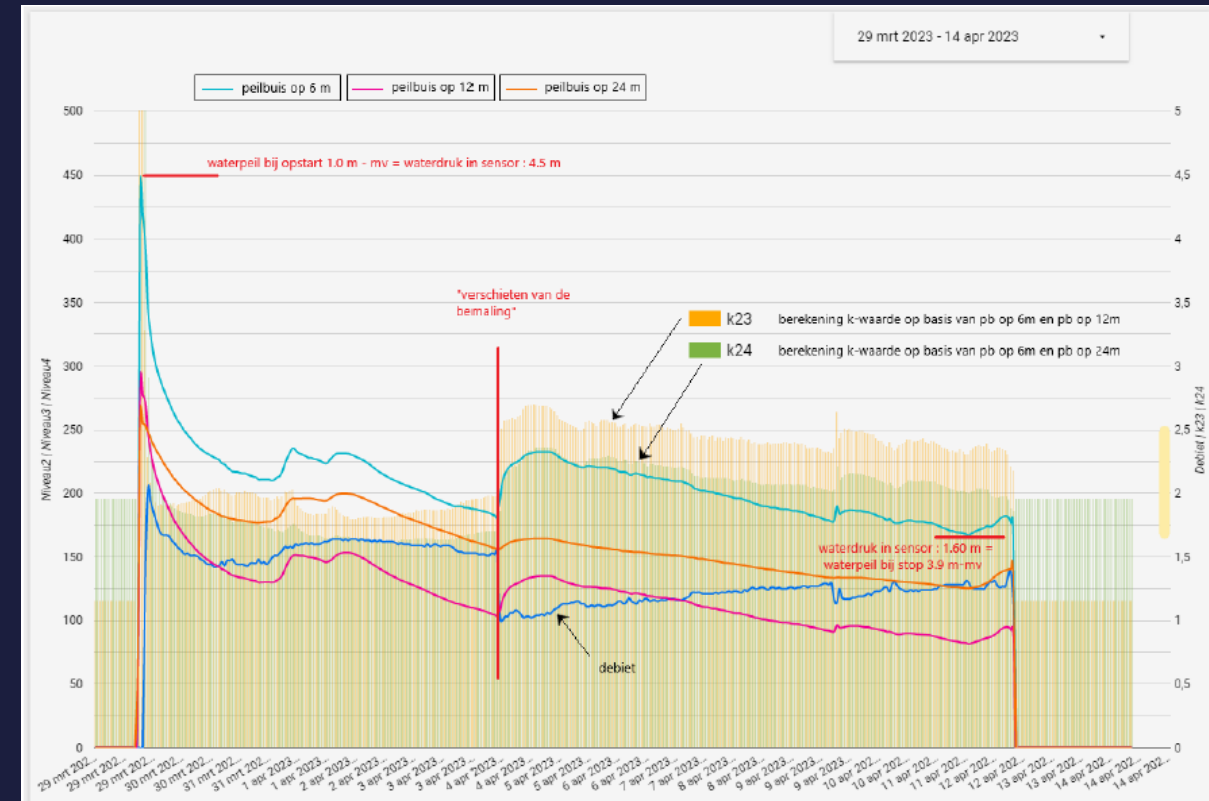
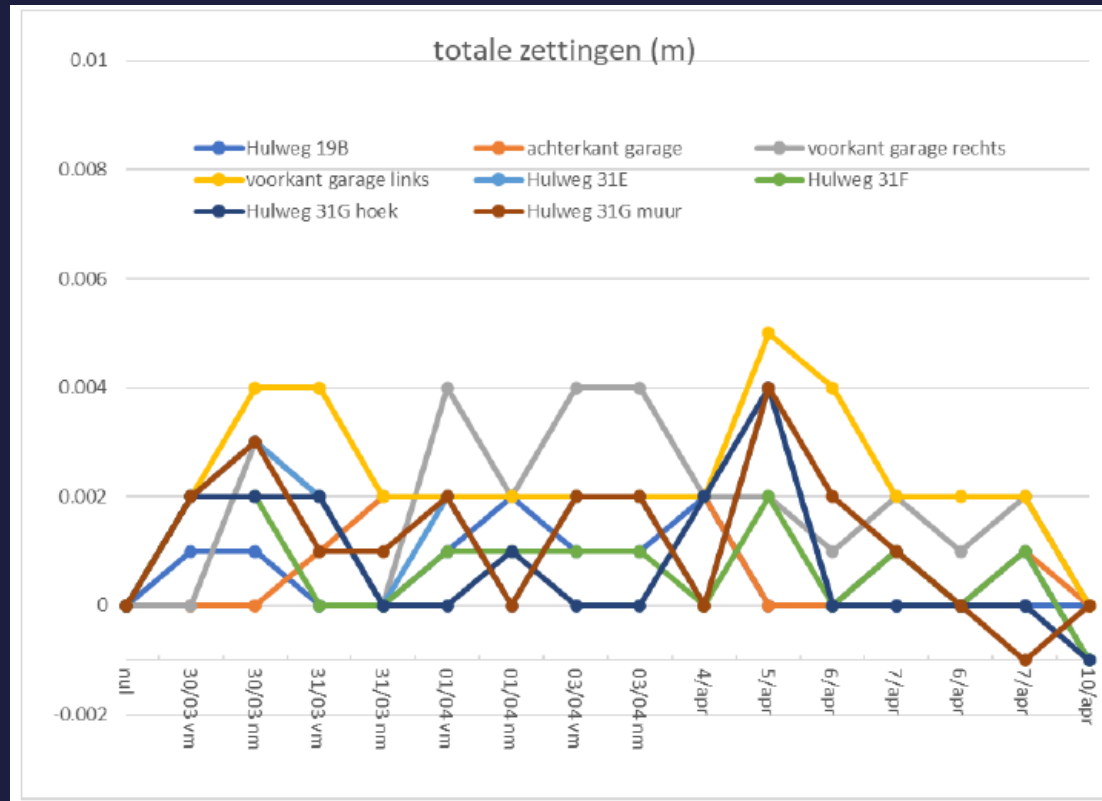
2. Werf Moen: meerwaarde van een proefbemaling



5. Cases

2. Werf Moen: meerwaarde van een proefbemaling

Resultaat: zettingsrisico is eerder beperkt → geen waterremmende wand nodig!



Nog enkele tips

- Bij een bemaling: 'plaats je filters waar er water is : soms is een beetje dieper, toch beter'
- Sturing van de bemalingsdiepte zorgt er voor dat je geen grotere impact hebt dan nodig
- Meten is weten ! Voornamelijk van toepassing van grondwaterniveaus en slappe stoorlagen.
- Bij twijfel: extra proeven !
- Correcte installatie debietsmeter :



