

5.1.2e

datum

7 november
2024

geohydrologisch onderzoek

Buiten Stad te Hoorn

status : definitief

versie : 2

opdrachtgever

IDDS

t.a.v. 5.1.2e

's-Gravendijkseweg 37
2201 CZ Noordwijk

Adviseur

Loots Grondwatertechniek

5.1.2e

5.1.2e@lootsgwt.com

+5.1.2e

kenmerk

16240122B.1



Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Bronvermelding.....	4
3	Uitgangspunten.....	5
3.1	Ondergrondse object(en) bestaand versus nieuw	5
3.2	Klimaat, regen en verdamping	6
3.3	Bodemopbouw, grondwaterstand en grondwaterstroming regionaal.....	7
4	Berekeningsresultaten en oplossingsrichtingen	9
4.1	[Oplossing 1] Grondverbetering traditioneel.....	9
4.2	[Oplossing 2] Grondverbetering met gaten	10
4.3	[Oplossing 3] Bypass.....	11
4.4	[Oplossing 4] Grondverbetering naast de barrière	12
4.5	Locatie maatregelen (bovenaanzicht)	13
5	Conclusie en aanbevelingen	14
5.1	Grondwaterneutrale bouw	14
5.2	Afwatering perceel	14
5.3	Risico's.....	16
5.4	Monitoring.....	16
5.5	Vervolgstappen.....	17
	Bijlage 1 – Gegevens voor specialisten.....	19
	Bijlage 1.1 – Bodemeigenschappen en berekening kD-waarde.....	20
	Bijlage 1.2 – Grondwateraanvulling op perceel	21
	Bijlage 1.3 – Details berekening grondverbetering met gaten	22
	Bijlage 1.4 – Details berekening Bypass.....	26
	Bijlage 2 – Tekeningen	27
	Bijlage 3 – Grondonderzoeken	28

1 Inleiding

De opdrachtgever wenst een kelder aan te leggen. De opdrachtgever wenst duidelijkheid op het gebied van grondwater. De opdrachtgever wil weten hoe de kelder aangelegd kan worden zonder negatieve effecten (grondwaterneutraal ontwerp). De opdrachtgever wil weten welke maatregelen geschikt zijn en welke overheidsnormen van toepassing zijn.

Helderheid op deze punten is van belang. De opdrachtgever wenst een verantwoorde beslissing te nemen over de aanleg van een kelder.

In het kort: Wat is een geohydrologisch onderzoek?

Wanneer we bouwen beneden de grondwaterstand heeft dat impact. Grondwater staat namelijk nooit langdurig stil; een waterdicht bouwwerk is daardoor een belemmering voor grondwater. Grondwater moet dus om (of zelfs over) de belemmering stromen. In extreme situaties kan hierdoor wateroverlast en/of -schade ontstaan. Dat is niet gewenst.

Het geohydrologisch onderzoek berekent welke aanvullende maatregelen ervoor zorgen dat een bouwwerk geen belemmering oplevert. Een grondwaterneutraal ontwerp is het doel. Dat betekent dat het nieuwe bouwwerk geen verandering veroorzaakt ten opzichte van de bestaande situatie op het gebied van geohydrologie (grondwaterstanden en/of -stroming).

Doel geohydrologisch onderzoek

1. [hoofddoel] Geohydrologische maatregelen bepalen → hoofdstuk 4 en 5.1
2. Maatregelen afwatering regenwater → hoofdstuk 5.2
3. Verschil geohydrologisch nieuw en bestaand → hoofdstuk 3.1
4. Rekening houden met klimaat(sverandering) → hoofdstuk 3.2
5. Risico's en beheersmaatregelen in beeld brengen → H5.3
6. Monitoring voor risicobeheersing in beeld brengen → hoofdstuk 5.4
7. Vervolgstappen voor een optimaal vervolg → hoofdstuk 5.5
8. Project, bodem en grondwater in beeld brengen → hoofdstuk 3 (bijlage 1)
9. Inzicht geven welke parameters/onderzoeken beschikbaar zijn → bijlagen 1 en 3
10. Inzicht geven welke berekeningen zijn uitgevoerd → bijlage 1 en hoofdstuk 4

Navigatie geohydrologisch onderzoek

Het is mogelijk snel door dit rapport te navigeren door op de blauwe tekst te klikken (soms is klikken in combinatie met CTRL-knop noodzakelijk). Bijvoorbeeld:

- Door op de tekst in de inhoudsopgave te klikken gaat u direct naar het desbetreffende hoofdstuk.
- Door op de koptekst te klikken gaat u direct naar het desbetreffende onderwerp.

Leeswijzer geohydrologisch onderzoek

Volgens Loots bereikt het geohydrologisch onderzoek het beste zijn doel als de opdrachtgever de maatregelen (nut en doel) zo goed mogelijk begrijpt. We kiezen bewust ervoor zoveel mogelijk jargon en details in de hoofdtekst te vermijden. In hoofdstuk 5 staan de conclusies en aanbevelingen. We bevelen u ten eerste aan dit hoofdstuk goed te lezen.

Essentiële specialistische informatie en berekeningen staan in bijlage 1.

Versiebeheer Opmerking

definitief 1

definitief 2 Aangepast met nieuw ontwerp

Algemene voorwaarden

Op alle, door Loots Grondwatertechniek uitgebrachte adviezen en berekeningen, is de [DNR 2011](#) van toepassing. Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, aangepast en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Loots Grondwatertechniek, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

2 Bronvermelding

1. **SBR.** 190.03 *Bemaling van bouwputten*. Rotterdam : SBR, 2003.
 2. —. 273.98 *Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing*. Rotterdam : SBR, 1998.
 3. **Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu.** Bodemloket. [Online] 2013. <http://www.bodemloket.nl>.
 4. **Nederlands Normalisatie-instituut.** *NEN 9997-1+C1-2012*. Normcommissie 351 006 "Geotechniek". Delft : NEN, 2012. ICS 91.080.01; 93.020.
 5. **Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond.** *Ondergrondgegevens*.
 6. **Kadaster.** *Basisregistraties Adressen en Gebouwen*.
 7. **SVP.** *stedebouwkundig plan*. 12-1-2024.
- ! Loots Grondwatertechniek staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

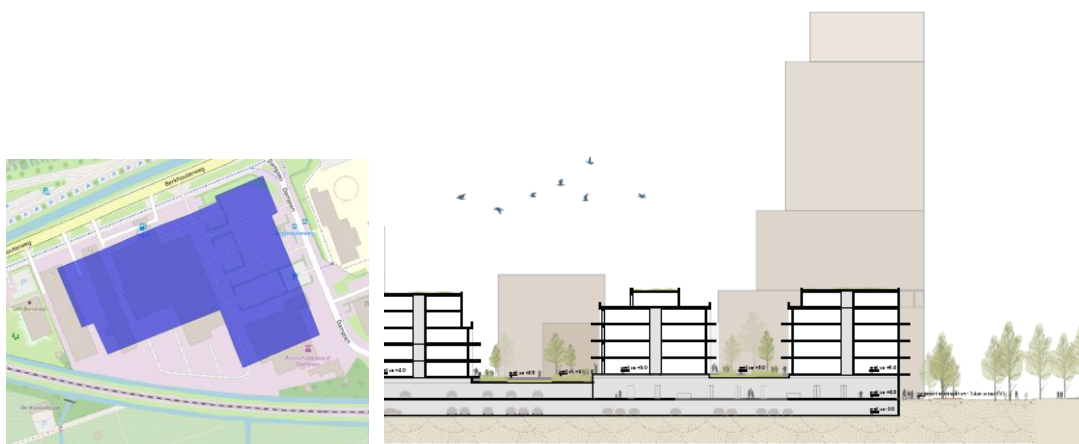
3 Uitgangspunten

De uitgangspunten van dit project staan in dit hoofdstuk. Uitgangspunten zijn de basis van elk project. Bij foutieve uitgangspunten is het resultaat onnauwkeurig. Controle is wenselijk, omdat uitgangspunten wijzigen in een normaal ontwerpproces.

De (adviseur van) opdrachtgever wordt geadviseerd om tenminste de uitgangspunten in H3.1 (afmetingen nieuwe situatie) te (laten) controleren, zeker na wijzigingen.

3.1 Ondergrondse object(en) bestaand versus nieuw

In figuur 1 is het bovenaanzicht en de langsdoorsneden van de nieuwe situatie weergegeven. Geconcludeerd wordt dat er sprake is van een verandering in de bodem ten opzichte van de bestaande situatie.

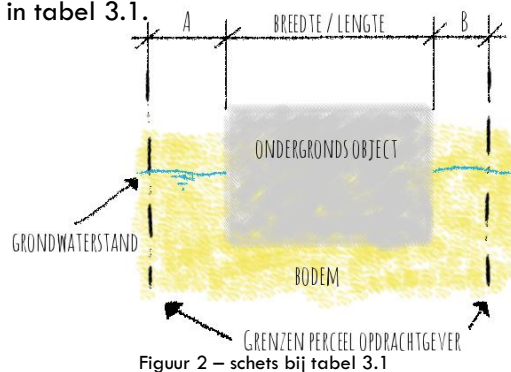


Figuur 1 – situatie project (links bovenaanzicht, rechts doorsnede)

In tabel 3.1 staan de maatgevende rekenwaarde voor de bestaande en nieuwe situatie naast elkaar. De schets in figuur 2 visualiseert de termen in tabel 3.1.

Tabel 3.1

vergelijking	bestaand	nieuw
omschrijving	kruipruimte	kelder
lengte barrière [m]	92	118
ruimte lengte (A+B) [m]	63	37
breedte barrière [m]	121	155
ruimte breedte (A+B) [m]	55	21
onderkant barrière [m+NAP]	-2,6	-7,1
onderkant damwanden [m+NAP]	geen	-16
belemmering ^I [%]	0%	88%
kD-waarde ^{II} [m ² /dag]	5,3	0,24~1,09
Bouwoppervlakte [m ²]	6900	14100
Overig oppervlakte m ²	15810	8610



Figuur 2 – schets bij tabel 3.1

De bestaande kD-waarde in tabel 3.1 moet met maatregelen geëvenaard worden in de nieuwe situatie ter voorkoming van effecten op de grondwaterstand.

^I Percentage van het watervoerend pakket welke geblokkeerd wordt door de constructie in de stromingsrichting.

^{II} De kD-waarde in de stromingsrichting onder de barrière, bepaald met behulp van lokaal grondonderzoek en regionale ervaring. In bijlage 1.3 is deze rekenwaarde nader toegelicht

3.2 Klimaat, regen en verdamping

De projectlocatie heeft een onbebouwd gebied welke grenst aan openbare ruimte (situatie C in figuur 3).

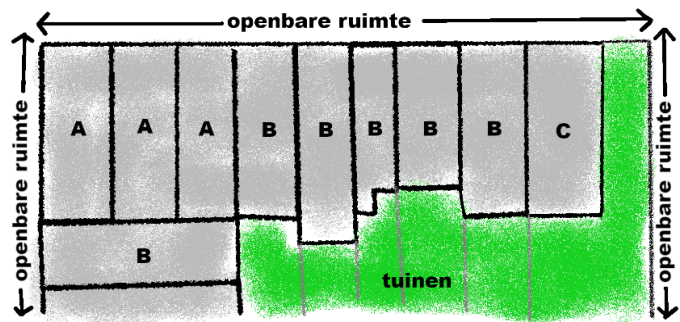
Achtergrondstroming, regenwater in de onbebouwd gebied en verdamping in de onbebouwd gebied (van buiten het perceel) hebben invloed op de projectlocatie. Door de oppervlakte van de onbebouwd gebied te

vermenigvuldigen met de hoeveelheid

regen minus verdamping wordt het debiet grondwateraanvulling berekend. De hoeveelheid regen en verdamping per maand is bepaald aan de hand van "verdeling neerslag in

Nederland", bron: KNMI, uit grondwaterzakboekje 2016. Daarbij is in de nieuwe situatie

rekening gehouden met 20% extremer klimaat, ofwel 20% meer regen en verdamping. Waarbij gerekend wordt dat 50% van het regenwater op de projectlocatie in de nieuwe en bestaande situatie direct naar openbare ruimte afstroomt (dus geen conflict met barrière).



Figuur 3 – situatie project

Tabel 3.2

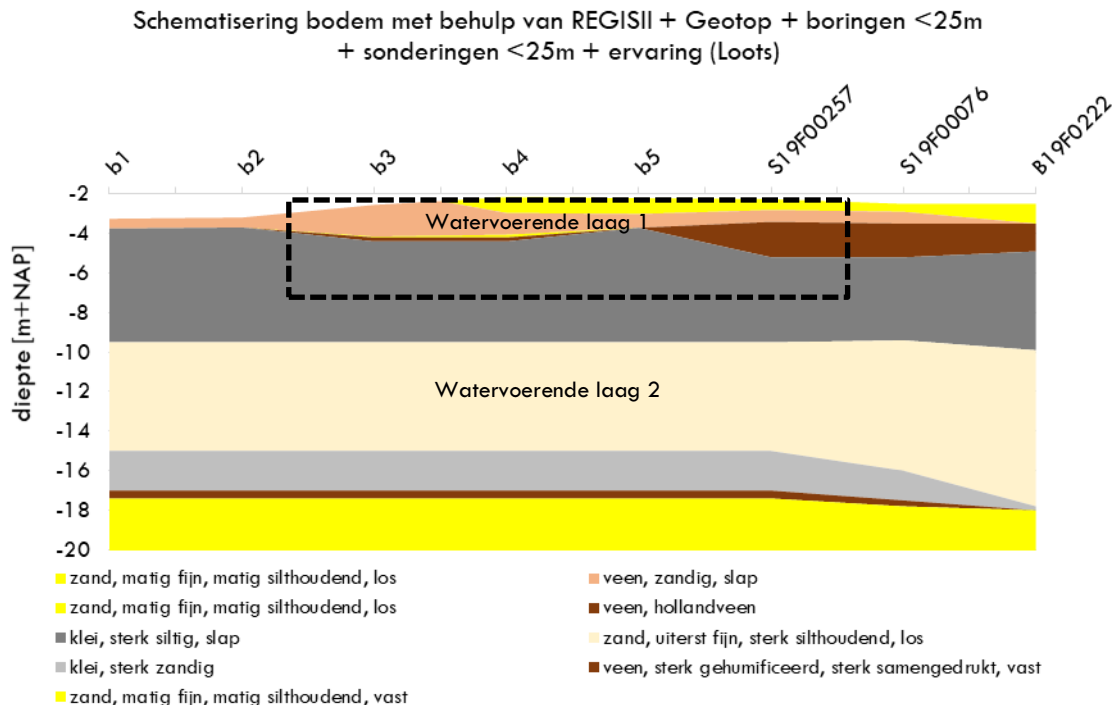
maand	debiet lokaal bestaand [m ³ /dag]	debiet lokaal nieuw [m ³ /dag]
januari	36,414	23,797
februari	29,503	19,28
maart	30,396	19,864
april	8,432	5,51
mei	11,73	7,666
juni	12,121	7,921
juli	18,615	12,165
augustus	19,89	12,998
september	31,067	20,302
oktober	39,194	25,613
november	42,713	27,914
december	41,463	27,097
maximum	42,713	27,914

Uit tabel 3.2 leiden we af dat het maximale debiet grondwateraanvulling (regen - verdamping) gelijk is aan maximaal 42,713 m³/dag op de projectlocatie . In de toekomst is er in de nieuwe situatie 37% minder debiet. Dit komt door een kleiner onbebouwd deel.

In bijlage 1.2 staan berekeningsdetails voor specialisten.

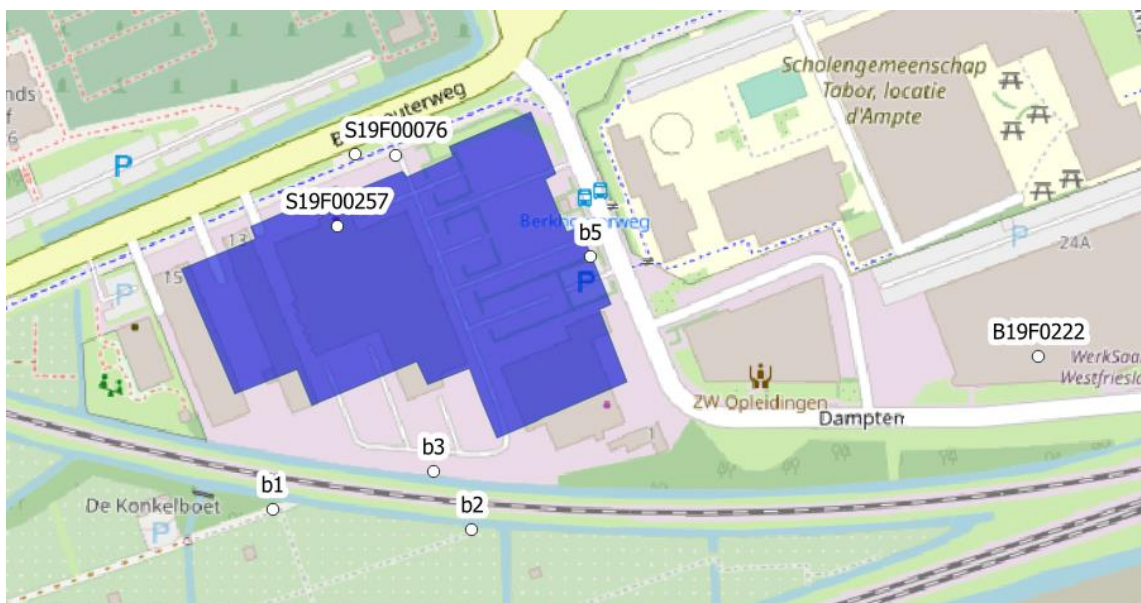
3.3 Bodemopbouw, grondwaterstand en grondwaterstroming regionaal

In figuur 4 staat een schematisering van de bodem.



Figuur 4 – schematisering bodem

In figuur 5 staat de locatie van de bodemonderzoeken ten opzichte van de projectlocatie.



Figuur 5 – locatie grondonderzoek

In figuur 6 staat het resultaat van de grondwaterstandanalyse in de omgeving in watervoerende laag 1. Op basis van langdurige grondwaterstandmetingen is de gemiddelde grondwaterstand en grondwaterstandfluctuatie weergegeven. De details van de grondwaterstandanalyse staan in bijlage 3.



Figuur 6 – grondwaterstanden ten opzichte van NAP [m] (boven driehoek=peilbuis naam, onder driehoek=gemiddelde grondwaterstand, links driehoek=maatgevend hoge grondwaterstand, rechts driehoek=maatgevende lage grondwaterstand)

In tabel 3.3-A staat welke maatgevend hoge, gemiddelde en lage grondwaterstand berekend is op de projectlocatie. In watervoerende laag 2 wordt een vergelijkbare trend verwacht.

Tabel 3.3-A

Rekenwaarde project	stroming van MP04	stroming naar MP03	midden projectlocatie
maatgevend hoge grondwaterstand [m+NAP]	-2,64	-2,75	-2,69
gemiddelde grondwaterstand [m+NAP]	-2,86	-3,11	-2,98
maatgevend lage grondwaterstand [m+NAP]	-3,08	-3,47	-3,26

In tabel 3.3-B staat welke regionale grondwaterstroming van toepassing is. Met peilbuismeetreeksen is per maand een verhang bepaald tussen beide meetpunten. De stromingsrichting regionaal is richting het westen.

Tabel 3.3-B

maand	stroming van MP04	stroming naar MP03	verhang	debiet regionaal bij kD 5,3m ² /dag
april	-2,81	-3,23	0,003	3,037
mei	-2,92	-3,12	0,002	1,446
juni	-2,74	-2,81	0,001	0,506
maximum			0,003	3,037

- ! Er is voldoende grondonderzoek bij de projectlocatie voor de bepaling van doorlatendheid.
- ! In bijlage 1.1 staan (voor specialisten) de bodemeigenschappen en -onderzoek per onderdeel.
- ! In bijlage 1.2 staan (voor specialisten) de grondwaterstandeigenschappen per onderdeel.

4 Berekeningsresultaten en oplossingsrichtingen

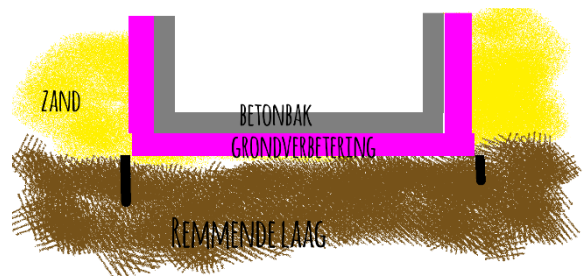
Met de uitgangspunten heeft Loots berekeningen uitgevoerd om tot de conclusie (hoofdstuk 5) te komen. In dit hoofdstuk staan de berekeningsresultaten per maatregel uitgewerkt. Voor een grondwaterneutraal ontwerp moet een van de maatregelen overgenomen worden in het ontwerp en uitvoering. Details (voor specialisten) staan zoveel mogelijk in bijlage 1.

4.1 [Oplossing 1] Grondverbetering traditioneel

Keiharde voorwaarde: Damwanden zijn niet gebruikt en/of niet aanwezig na de bouw en polderbodem aanwezig onder grondverbetering.

Wanneer kan oplossing 1 worden toegepast in de praktijk:

1. Ontgraving zonder damwanden, dit kan alleen bij kleine ontgravingsdiepte of wanneer bebouwing op grotere afstand staat van het project;
2. Bouwput met damwanden, waarbij damwanden (vanaf niveau onderkant bouwwerk of lager) getrokken kunnen worden. Dat kan soms bij nieuwbouw, vaak is het niet mogelijk bij bouw onder of direct tegen bestaande bebouwing;
3. Ontgravingsniveau van dit project is hoger dan aanlegniveau houten palen buren (houten palen vallen niet droog in bouw fase).



Figuur 7 – principe (paars is maatregel), verticale zwarte strepen is een voorbeeld waarbij restant damwand (beneden onderkant barrière) niet verwijderd wordt

Voordeel: Deze maatregel is eenvoudig uit te rekenen (en te controleren), het makkelijkste toe te passen en onderhoudsvrij. De uitvoerbaarheid is bewezen (100+ jaar).

Specificaties:

De grondverbetering start vanaf de gemiddelde grondwaterstand NAP -2,98 m bij de voorgevel en loopt (zonder onderbreking en over de gehele breedte) naar de achtergevel tot NAP -2,98 m. Als een grondverbetering bestaat uit grof zand tot grind of dunner is dan 0,3 m, dan moet de grondverbetering aangelegd worden op een grondscheidend doek. Ook moet bij grof zand tot grind tussen het betonwerk en de grondverbetering een scheidend doek worden aangebracht om te voorkomen dat beton in de grondverbetering zakt (en doorlatendheid beïnvloedt).

In tabel 4.1 staat de relatie tussen dikte grondverbetering en materiaalspecificatie grondverbetering, dit is simpel te berekenen¹. Het grondverbetering materiaal is afhankelijk van de dikte van de grondverbetering. Wanneer de dikte is bepaald en maatgevende kD-waarde (in overleg met bevoegd gezag) kan in de derde kolom de materiaalspecificatie (waar moet grondverbetering uit bestaan) worden afgeleid.

Tabel 4.1

Dikte grondverbetering [m]	Benodigde doorlatendheid bij kD 5,3 m ² /dag	Materiaalspecificatie grondverbetering (gemiddelde korreldiameter en Nederlandse omschrijving) bij kD 5,3 m ² /dag
0,3	18	schoon zeer grof zand (330µm)
0,4	13	schoon matig grof zand (240µm)
0,5	11	schoon matig grof zand (220µm)

¹ de formule $kD = k \text{ (doorlatendheid)} \times D \text{ (dikte)}$. De doorlatendheid wordt berekend door $k = kD / D$. De doorlatendheid en dikte zijn omgekeerd evenredig. Wordt de dikte 2x groter, dan kan de doorlatendheid 2x kleiner.

4.2 [Oplossing 2] Grondverbetering met gaten

Keiharde voorwaarde: Het effect van de vernauwing (convergeren en divergeren van grondwaterstroming) in de gaten moet bepaald worden. Dit kan alleen met grondwatermodellering. Deze grondwatermodellering is voor dit project uitgevoerd (details in bijlage 1.3).

Wanneer kan oplossing 1 worden toegepast in de praktijk: Zolang er 0,5 m polderbodem aanwezig blijft onder de constructie inclusief grondverbetering.

Voordeel: Deze maatregel is altijd toepasbaar en onderhoudsvrij. De uitvoerbaarheid is bewezen, al is de methode relatief nieuw (<10 jaar).

Specificaties:

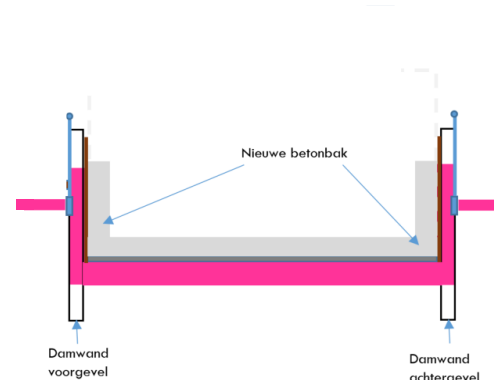
De onderkant van de grondverbetering moet aangelegd worden op een grondscheidend doek. Tussen het betonwerk en de bovenkant van de grondverbetering moet er ook een scheidend doek aangebracht worden. Verder moet de grondverbetering van voor naar achter ononderbroken doorlopen. Dat betekent onder andere dat de werkvloer ter plaatse van (damwand)cannelures open moet zijn en gevuld met grondverbetering.

De grondverbetering conform de berekening van de grondwatermodellering moet een doorlatendheid hebben van 125 m/dag; dit is bijvoorbeeld schoon uiterst grof zand (1400µm).

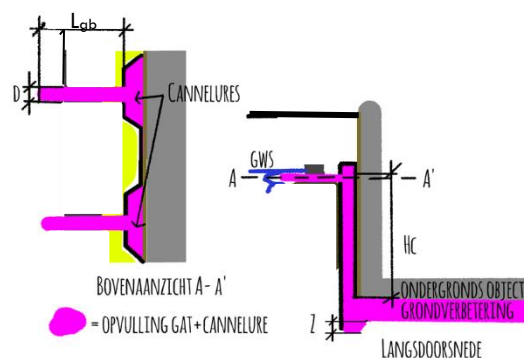
In tabel 4.2 staan de details voor een grondwaterneutraal ontwerp. Afwijken van de parameters (doorlatendheid of waarden in tabel 4.2) heeft gevolgen. Sommige afwijkingen (meer gaten, grotere diameter bijvoorbeeld) betekent dat grondwatermodellering opnieuw uitgevoerd moet worden.

Tabel 4.2

rekenparameters gaten in damwand	eenheid	specificatie
diameter gat (D)	[m]	0,14
lengte gat (Lg)	[m]	0,4
lengte gat buiten (Lgb)	[m]	0,1
aanleghoogte gat (centrum)	[m+NAP]	-3,48
doorstroomhoogte cannelure (Hc)	[m]	2,72
damwandprofiel	[-]	PAL3030
oppervlakte cannelure	[m²]	0,032307
aantal gaten openbare ruimte (voor)	[-]	30
aantal gaten onbebouwd deel (achter)	[-]	30
dikte grondverbetering	[m]	0,2
dikte vuilopvang (Z)	[m]	0,1



Figuur 8 – principe (paars is maatregel)



Figuur 9 – details (paars is maatregel)

! In bijlage 1.3 Staan de berekeningsresultaten en de details over de modellering voor specialisten.

4.3 [Oplossing 3] Bypass

Keiharde voorwaarde: Onderhoud moet mogelijk zijn. Leidingweerstandberekening is noodzakelijk. Opnamecapaciteit filters moet afgestemd worden op gewenste kD -waarde.

Toepassing in de praktijk: Altijd toepasbaar

Voordeel: Deze maatregel is altijd toepasbaar. De uitvoerbaarheid is bewezen, al is de methode relatief nieuw (<10 jaar).

Specificaties:

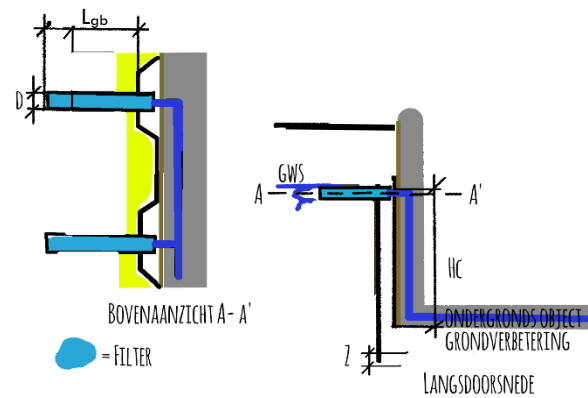
Er moeten minimaal twee leidingen van voor naar achteren worden aangelegd onder het ondergronds object door. Bij elk filter zal een aansluiting voor schoonzuigen-/spoelen aangebracht moeten worden.

In tabel 4.3 staan de details voor een grondwaterneutraal ontwerp met de bypass.

Tabel 4.3

rekenparameters gaten in damwand	eenheid	specificatie
diameter filter	[m]	0,25
lengte filter (Lgb)	[m]	1,38
aanleghoogte filter (centrum)	[m+NAP]	-3,49
aantal filters openbare ruimte	[-]	30
aantal filters onbebouwd deel (achter)	[-]	30
Minimale diameter leiding voor-achter	[mm]	100

! In bijlage 1.4 staan de berekeningsresultaten van de bypass voor specialisten.



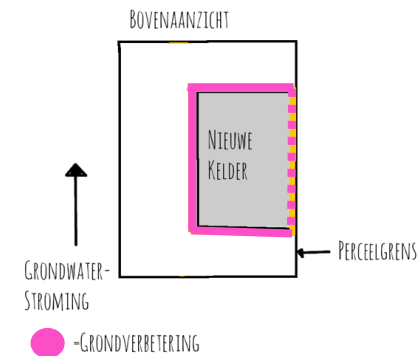
Figuur 10 - principe (blauw is maatregel)

4.4 [Oplossing 4] Grondverbetering naast de barrière

Keiharde voorwaarde: Er moet naast het bouwwerk (tussen de erfgrans en het bouwwerk) ruimte zijn beneden de grondwaterstand om een grondverbetering aan te leggen van voor naar achteren. Dat lijkt in dit geval van toepassing.

Toepassing in de praktijk:

1. Vrijstaande gebouw;
2. Hoekgebouw met onbebouwd deel ernaast, waarbij vaak aan een enkele zijde grondverbetering zit, bij paarse stippellijn in figuur 11 wordt dan geen grondverbetering toegepast;
3. Wanneer er tussen de bestaande muur (in pandig bouw) en de damwandconstructie beneden de grondwaterstand een holle ruimte is waar grondverbetering aangebracht kan worden.



Figuur 11 – principe (paars is maatregel)

Voordeel: Deze maatregel is het makkelijkste toe te passen en onderhoudsvrij. De uitvoerbaarheid is bewezen (100+ jaar).

Specificaties:

In tabel 4.4 staan de afmetingen. Overweeg deze oplossing alleen als bij het uitvoeringsontwerp blijkt dat er buiten het ondergrondse bouwwerk genoeg ruimte zit. Ook moet de grondverbetering beneden de grondwaterstand worden aangebracht zonder (permanente) damwandconstructie.

De berekening van de k-waarde van deze oplossing is relatief simpel door de gewenste kD-waarde (H3.1) te vermenigvuldigen met de breedte van het project en vervolgens te delen door de doorstroomoppervlakte van de grondverbetering ernaast.

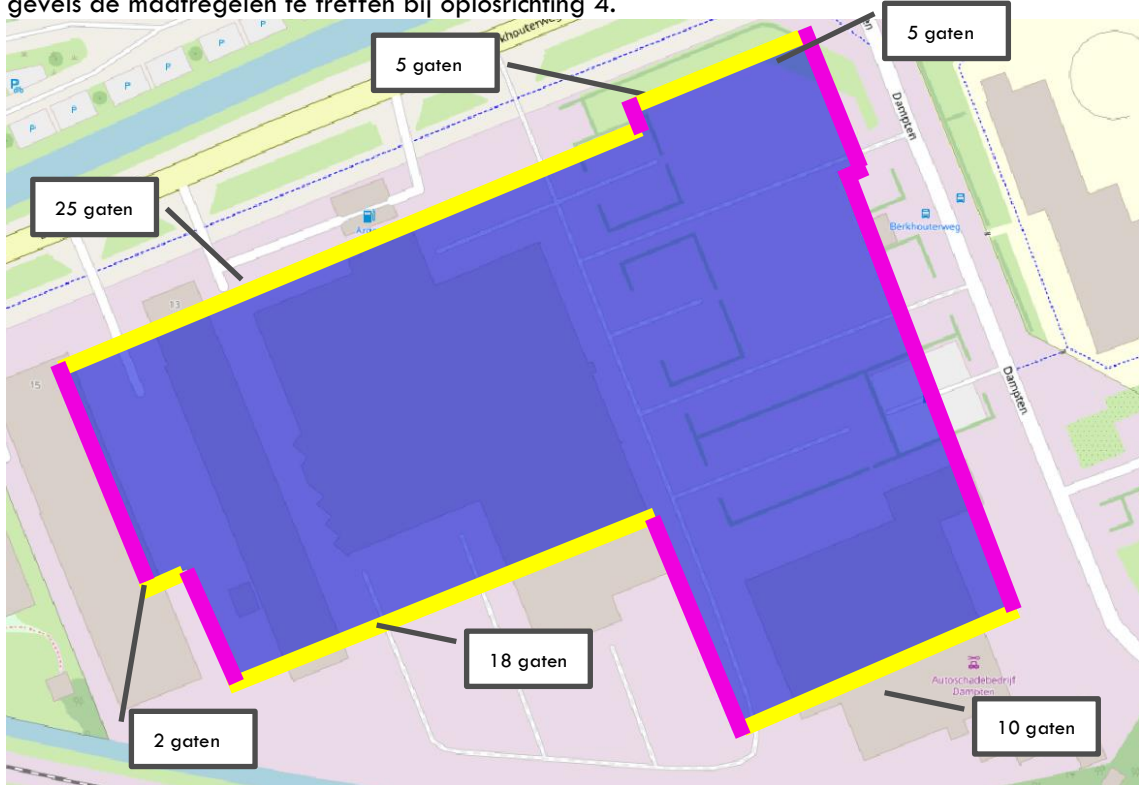
Belangrijk detail: Als deze grondverbetering ernaast tussen de bestaande bouwmuur en de damwand zit opgesloten, moeten er gaten door de bestaande bouwmuur geboord worden ter hoogte van de onderkant van grondverbetering (het aantal gaten en de diameter van de gaten is verder vergelijkbaar met oplossing 2).

Tabel 4.4

rekenparameters grondverbetering ernaast	eenheid	specificatie
grondverbetering voor en achter	[-]	ja
grondverbetering links en rechts	[-]	ja
bovenkant grondverbetering	[m+NAP]	-2,98
onderkant grondverbetering	[m+NAP]	-3,46
minimale dikte grondverbetering	[m]	0,3
Benodigde doorlatendheid bij kD 5,3 m ² /dag	[m/dag]	300
Materiaalspecificatie grondverbetering (gemiddelde korreldiameter en Nederlandse omschrijving) bij kD 5,3 m ² /dag	[m]	schoon fijn grind (2,6mm)

4.5 Locatie maatregelen (bovenaanzicht)

Bij de gele lijnen in figuur 12 is het noodzakelijk langs de gevels de maatregelen te treffen bij alle oplosrichtingen (1 tot en met 4). Bij de paarse lijn in figuur 12 is het noodzakelijk langs de gevels de maatregelen te treffen bij oplosrichting 4.



Figuur 12 – kelder is grondwaterneutraal bij toepassen maatregelen langs gevels welke geel zijn (voor alle oplosrichtingen). Bij paarse gevels zijn maatregelen oplossing 4 alleen noodzakelijk.

5 Conclusie en aanbevelingen

Loots concludeert dat voldaan kan worden aan een grondwaterneutraal ontwerp. In paragraaf 5.1 staat welke geohydrologische (grondwater) maatregelen geschikt zijn. In paragraaf 5.2 staat welke afwatering gewenst is. In paragraaf 5.3 staan de risico's (en beheersmaatregelen) bij dit project. In paragraaf 5.4 staat de monitoring voor dit project. In paragraaf 5.5 staan de aanbevolen vervolgstappen voor de opdrachtgever.

5.1 Grondwaterneutrale bouw

De conclusie is positief. Het project kan grondwaterneutraal worden uitgevoerd. Voor dit project is gekozen voor oplossing:

- Oplossing 1: Grondverbetering traditioneel (conform specificatie H4.1);

Deze grondverbetering moet toegepast worden in het blauwe vlak (figuur 12) en tegen de kelderwanden (gele lijnen figuur 12).

De overige oplossingen voldoen ook aan grondwaterneutrale bouw; echter bepaalde details (wel of niet toepassen damwanden) zorgen ervoor dat het niet noodzakelijk is deze (meer complexe) oplosrichting toe te passen. Kies dus alleen voor een van deze oplossingen wanneer dit noodzakelijk is.

5.2 Afwatering perceel

Afwatering, ofwel hoe regenwater stroomt op het perceel van het project. Dit gaat niet om het deel van regenwater dat in de bodem zakt (en grondwater wordt). Dat lossen we op met de maatregelen van hoofdstuk 4. Hier gaat het ten eerste om regenwater dat op het verhard (dak)oppervlakte valt en direct in het riool van de gemeente stroomt. Ten tweede gaat dit over regenwater dat in de onbebouwd deel valt en zolang het niet in de bodem is gezakt niet overlast/schade mag veroorzaken.

Regenwater afwatering naar riool

Wanneer de oppervlakte van een nieuwe bouwvlak gecompenseerd worden in de vorm van een vertraagde afvoer (waterbuffer). Dat betreft in dit geval een oppervlakte van 8300 m². Omgerekend moet de opdrachtgever een waterberging van 498 m³ realiseren. In tabel 5.2 staat een aantal voorbeelden. Opdrachtgever kan ook kiezen voor combinatie van oplossingen (zolang het totaal 498 m³ wordt).

Tabel 5.2

Oplosrichting	Waterbergende capaciteit	Hoeveelheid benodigd
Sedumdak	0,015 m ³ per m ²	5800 m ²
Natuurdak	0,08 m ³ per m ²	1088 m ²
Waterdak	0,1 m ³ per m ²	870 m ²
Waterton 250 liter	0,25 m ³ per stuk	348 stuks
Waterkelder-/tank 1000 liter	1 m ³ per stuk	87 stuks
Toestemming lozen regenwater op sloot achter project	6 m ³ per centimeter toelaatbare cm stijging van slootpeil (meestal tot 0,3 m maximaal toelaatbaar)	18~180 m ³ maximaal haalbaar

Regenwater in onbebouwd deel

Als er hoogteverschillen zitten tussen percelen krijgt het laagste maaiveld extra wateroverlast bij forse regenval. Dat is vervelend voor de desbetreffende eigenaar en niet de bedoeling. Een simpel opstaande rand (0,1 m boven maaiveld hogere onbebouwd deel) voorkomt afstroming. Deze opstaande rand kan waterdicht kunststof wandje zijn dat minimaal 0,2 m de grond in gaat.

Leg daarnaast de onbebouwd deel 0,1 m (of meer) onder de drempelhoogte van het huis en zorg dat maximaal 50% van de onbebouwd deel is verhard. Bij een te hoog maaiveld kan bij forse neerslag regenwater over de drempel het huis inlopen (met waterschade als gevolg).

5.3 Risico's

Het doel van risicomanagement is duidelijkheid voor de opdrachtgever. In tabel 5.3 A staan de risico's en beheersmaatregelen (van matig risico naar laag risico).

Tabel 5.3-A

omschrijving risico	risico	beheersmaatregel
buren ervaren wateroverlast bij hevige neerslag	matig	Regenwater dat op het dak valt van het bouwwerk niet in de onbebouwd deel lozen. Bij onbebouwd deel ophogen of extra verharden ook deze wijziging in overleg met geohydroloog met passende maatregelen uitvoeren.
bypass maatregel verstopt op termijn	matig	Verhogen onbebouwd deel kan de locatie van wateroverlast-/schade verplaatsen, dat niet gewenst. Wateroverlast-/schade zoveel mogelijk of geheel oplossen wordt pas bereikt met goed overleg en samenwerking vanaf beide zijden van perceelsgrenzen. Het toepassen van oplossing 1 of 4 (traditioneel), als het niet anders kan dan bij zowel filters voor- als achterzijde een aansluiting maken waar het vuil uit het systeem gezogen kan worden.
grondwaterneutrale maatregelen worden niet juist uitgevoerd (relatief nieuwe techniek, niet bekend bij alle aannemers)	matig	De hoeveelheid silt of andere fijne delen welke de bypass kunnen instromen beperken, dit door toepassen fijnmazig materiaal op grensvlak met bodem buiten.
fijne delen verstopt de grondverbetering	laag	Als de aannemer niet beschikt over referenties zal de opdrachtgever moeten investeren in toezicht. Een ervaren partij (bijvoorbeeld Loots) kan de opdrachtgever en aannemer van voorzien van toezicht en instructies.
geohydrologisch onderzoek en maatregelen blijken niet uitvoerbaar	laag	Een overcapaciteit ter plaatse van het diepste onderdeel (grondverbetering onderkant barrière) realiseren. Bij dit deel is de stromingssnelheid het laagste en door een forse overcapaciteit te realiseren (> 1 m ³ ruimte voor fijne delen) wordt verstopping voorkomen.
buren gaan grondwateroverlast ervaren in de nieuwe situatie	laag	Bij twijfel altijd uitgaan van maatregelen die altijd toepasbaar zijn: de traditionele grondverbetering of grindkoffer rondom Conclusie geohydrologisch onderzoek (dit rapport) overnemen in het ontwerp (tekeningen en contractstukken aannemer).

5.4 Monitoring

Voor dit project geldt de monitoring in tabel 5.4 A. Dit zijn monitoringmaatregelen die bepaald zijn naar aanleiding van de beoordeling van risico's (paragraaf 5.3). Bij het bereiken van de grenswaarden (signaal-/interventiewaarde) zijn actie(s) gewenst.

Tabel 5.4-A

monitoring project	waar	wanneer	H _I	L _{II}	eenheid	grens- waarde 1	actie 1	grenswaarde 2	actie 2
Peilbuis NAP -4,26 m	Voor projectlocatie(s)	1 x/dag, starten 1 maand voor bouw	x		[m+NAP]	-2,74	1,2	-2,64	3,4
Peilbuis NAP -4,26 m	Achter projectlocatie(s)	1 x/dag, starten 1 maand voor bouw	x		[m+NAP]	-2,74	1,2	-2,64	3,4
Vooropnamen interieur+ exterieur	Direct aangrenzende burens	Voor start bouw							

De acties (bij tabellen):

1. Controleren dat het meetresultaat/-instrument juist is;
2. Controleren of de maatregelen toegepast zijn/worden;

^I Hoger dan: als de meting hoger is dan de grenswaarde, dan moet er actie ondernomen worden. Als hier g1 staat dan geldt hoger dan alleen voor grenswaarde 1;

^{II} Lager dan: als de meting lager is dan de grenswaarde, dan moet er actie ondernomen worden. Als hier g2 staat dan geldt lager dan alleen voor grenswaarde 2;

3. Overleg met betrokken partijen, melden bij handhaving;
4. Uitvoeren uitgebreide geohydrologische analyse.

5.5 Vervolgstappen

Loots beveelt aan om de volgende vervolgstappen op te volgen

- ☐ Oplossing 2 of 3 op bouwtekeningen bouwvergunning zetten, oplossing 1 of 4 alleen wanneer men zeker is dat dit uitvoerbaar is (bij voorkeur in overleg met aannemer en geohydroloog in relatie tot bemaling in bouwfase);
- ☐ Toetsing van dit geohydrologisch onderzoek door bevoegd gezag;
- ☐ Uitvoeringsontwerp (na bouwvergunning) toetsen of geohydrologisch onderzoek en maatregelen aangepast moeten worden;
- ☐ Monitoring starten;
- ☐ Start uitvoering;
- ☐ Start ontgraving, bij afwijkingen ten opzichte van bodemopbouw H3.3 contact opnemen met Loots;
- ☐ Bij overschrijdingen monitoring contact opnemen met Loots;
- ☐ Voordat gaten opengezet worden contact opnemen met Loots en grondwaterstandmetingen doornemen;
- ☐ Bij wijziging inrichting onbebouwd deel de randvoorwaarden (waterhuishoudkundig) vanuit geohydroloog opvragen ter voorkoming van onacceptabel risico op wateroverlast en/of –schade.

Neem contact op met 5.1.2e voor meer informatie.

Opgesteld door:

5.1.2e (5.1.2e 5.1.1e)

Loots Grondwatertechniek

7 november 2024

BIJLAGEN

Bijlage 1 – Gegevens voor specialisten

Werkwijze en gebruikte software geohydrologisch onderzoek

De opdrachtgever levert de uitgangspunten (stukken opdrachtgever). Bij specialistische uitgangspunten (bijvoorbeeld eigenschappen bodem) bepalen we een bandbreedte (boven en ondergrens), zodat de kans op afwijkingen klein wordt. We bepalen de bandbreedte op basis van ervaring en (regionale) modellen.

De berekeningen bestaan uit analytische- en modelberekeningen (software: MicroFEM v4.10, Qgis v3.8, Strater v5, MLU v2.25, Excel en/of Surfer v16). Door de berekeningen meerdere malen te herhalen bij verschillende uitgangspunten vinden we een robuust ontwerp. Door deze werkwijze neemt de kans op (negatieve) afwijkingen af.

Bijlage 1.1 – Bodemeigenschappen en berekening kD-waarde

Uitgangspunten

Kh of kv is de doorlatendheid horizontaal en verticaal (hogere waarde is meer doorlatend). P is de porositeit van de grondlaag. De top (tweede kolom) geeft aan welke gemiddelde hoogte de bovenzijde van deze laag heeft.

Het getal tussen haakjes in de tabel is de standaarddeviatie. Dit geeft de bandbreedte van de desbetreffende parameter aan, waarbij gerekend wordt met een bandbreedte van 2x de standaarddeviatie.

De doorlatendheid is bepaald aan de hand van het grondwaterzakboekje, regionale modellen en praktijkervaring.

Onderzoeksresultaten

In tabel b1.1-A staan de rekenparameters welke bepaald zijn met het beschikbare grondonderzoek (bijlage 3 en visualisatie hoofdstuk 3.3)

tabel b1.1-A

geohydrologische omschrijving Hoorn	top gemiddeld (σ) [m+NAP]	kh (σ) [m/d]	kv (σ) [m/d]	P [-]
zand, matig fijn, matig silthoudend, los	-2,58 (0,42)	5 (1)	3,125 (0,625)	0,3 (0,03)
veen, zandig, slap	-3,02 (0,29)	0,25 (0,05)	0,0063 (0,0013)	0,3 (0,03)
zand, matig fijn, matig silthoudend, los	-3,72 (0,27)	5 (1)	3,125 (0,625)	0,3 (0,03)
veen, hollandveen	-3,75 (0,3)	0,1 (0,02)	0,002 (0,0004)	0,6 (0,06)
klei, sterk siltig, slap	-4,41 (0,65)	0,005 (0,001)	0,005 (0,001)	0,33 (0,03)
zand, uiterst fijn, sterk silthoudend, los	-9,54 (0,15)	0,5 (0,1)	0,125 (0,025)	0,12 (0,01)
klei, sterk zandig	-15,48 (1)	0,1 (0,02)	0,01 (0,002)	0,3 (0,03)
veen, sterk gehumificeerd, sterk samengedrukt	-17,19 (0,37)	0,0001 (0,00002)	0 (0)	0,15 (0,02)
zand, matig fijn, matig silthoudend, vast	-17,53 (0,24)	5 (1)	1,875 (0,375)	0,3 (0,03)
klei, zwak siltig, vast	-30 (0)	0,00005 (0,00001)	0,0002 (0)	0,4 (0,04)

Grondeigenschappen zijn variabel, dat is een feit. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen:

- 1) De dikte (D) van grondlagen varieert in enige mate bij de grondonderzoeken
- 2) De doorlatendheid (k)

De maatgevende kD-waarde in de bestaande situatie moet rekening houden met deze variatie. Voor wat betreft laagdikten worden eerst drie modellen (tabel b1.1-B) gemaakt, waarbij een ondergrens (dunne watervoerende lagen), gemiddelde en bovengrens (dikke watervoerende lagen) met 2x standaarddeviatie zijn berekend. Daarbij is de natuurlijk hoge grondwaterstand als maximale hoogte aangehouden.

tabel b1.1-B

bandbreedte bodemopbouw top [m+NAP]	bovengrens	gemiddelde	ondergrens
zand, matig fijn, matig silthoudend, los	-2,69	-2,69	-2,89
veen, zandig, slap	-3,22	-3,02	-3,26
zand, matig fijn, matig silthoudend, los	-3,23	-3,72	-4,33
veen, hollandveen	-4,01	-3,75	-4,34
klei, sterk siltig, slap	-4,27	-4,41	-4,54
zand, uiterst fijn, sterk silthoudend, los	-9,36	-9,54	-9,72
klei, sterk zandig	-15,56	-15,48	-15,39
veen, sterk gehumificeerd, sterk samengedrukt	-17,37	-17,19	-17,01
zand, matig fijn, matig silthoudend, vast	-17,38	-17,53	-19,49
klei, zwak siltig, vast	-33,58	-30	-26,42

Hetzelfde wordt gedaan voor de doorlatendheid in tabel B1.1-C. Een bovengrens, gemiddelde en ondergrens model is gemaakt voor alle bodemlagen.

tabel B1.1-C

bandbreedte bodemopbouw top [m+NAP]	bovengrens	gemiddelde	ondergrens
zand, matig fijn, matig silthoudend, los	7	5	3
veen, zandig, slap	0,35	0,25	0,15
zand, matig fijn, matig silthoudend, los	7	5	3
veen, hollandveen	0,14	0,1	0,06
klei, sterk siltig, slap	0,007	0,005	0,003
zand, uiterst fijn, sterk silthoudend, los	0,7	0,5	0,3
klei, sterk zandig	0,14	0,1	0,06
veen, sterk gehumificeerd, sterk samengedrukt	0,00014	0,0001	0,00006
zand, matig fijn, matig silthoudend, vast	7	5	3
klei, zwak siltig, vast	0,00007	0,00005	0,00003

De bestaande situatie is maatgevend voor het ontwerp voor wat betreft de kD-waarde. Het berekenen van de bandbreedte kD wordt uitgevoerd door het berekenen van bovengrens k x bovengrens D tot en met ondergrens k x ondergrens D. De kans dat laagdikte afwijkt van 2x standaarddeviatie is 2,3% (statistisch). Hetzelfde geldt voor de doorlatendheid. Wanneer we beide vermenigvuldigen is de kans op afwijken van boven-/ondergrens ($2,3\% \times 2,3\% = 0,05\%$) statistisch verwaarloosbaar.

In tabel B1.1-D kan de berekende kD-waarde gevonden worden in de bestaande situatie onder het project. Daarbij is rekening gehouden met een aanlegdiepte van NAP -2,6 m. dln de bestaande situatie 55 m zonder bebouwing ernaast. Er is ook rekening met een aanlegdiepte van NAP -16 m in de nieuwe situatie. In de nieuwe situatie 21 m zonder bebouwing naast de barrière.

tabel B1.1-D kD-waarde project [m ² /dag]	bestaand projectlocatie			nieuw projectlocatie			effect [%]
	bovengrens	gemiddelde	ondergrens	bovengrens	gemiddelde	ondergrens	
zand, matig fijn, matig silthoudend, los	3,710	1,650	1,110	0,443	0,197	0,132	-88%
veen, zandig, slap	0,003	0,175	0,161	0,000	0,021	0,019	-88%
zand, matig fijn, matig silthoudend, los	5,460	0,150	0,030	0,651	0,018	0,004	-88%
veen, hollandveen	0,036	0,066	0,012	0,000	0,000	0,000	-100%
klei, sterk siltig, slap	0,036	0,026	0,016	0,000	0,000	0,000	-100%
zand, uiterst fijn, sterk silthoudend, los	4,340	2,970	1,701	0,000	0,000	0,000	-100%
klei, sterk zandig	0,253	0,171	0,097	0,084	0,066	0,044	-61%
veen, sterk gehumificeerd, sterk samengedrukt	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0%
zand, matig fijn, matig silthoudend, vast	113,400	62,350	20,790	113,400	62,350	20,790	0%
klei, zwak siltig, vast							

De bestaande kD-waarde zit tussen 1,3 m²/dag en 9,17 m²/dag. Het gemeentelijk beleid betekent geen verslechtering, dus de best passende kD-waarde moet in de nieuwe situatie aanwezig zijn.

Bij een kD-waarde in de nieuwe situatie die gelijk is aan de ondergrens, daalt de grondwaterstand ten zuiden verwaarloosbaar. De grondwaterstand ten noorden stijgt verwaarloosbaar.

De openbare ruimte ligt op NAP-2,1m. Dat betekent dat weinig ontwateringsdiepte is, stijging (zelfs verwaarloosbaar) is hier niet gewenst, daling (zelfs verwaarloosbaar) wordt als positief beschouwd. Omdat grondwater regionaal naar de achterzijde (tuin) stroomt is het gewenst een bovengrens kD-waarde voor de projectlocatie te selecteren. De achterzijde (tuin) ligt op NAP-2,1m. Dat betekent dat weinig ontwateringsdiepte is. Stijging is hier niet gewenst. Daling wordt als positief beschouwd. Omdat grondwater Voor dit project wordt bewust gekozen (voor opdrachtgever en omgeving) voor het gunstigste uitgangspunt, dat is in dit geval een kD-waarde van 9,17 m²/dag. Dit wordt beschouwd als best passende kD-waarde voor de bestaande als de toekomstige situatie.

Bijlage 1.2 – Grondwateraanvulling op perceel

Uitgangspunten

Uit het grondwaterzakboekje 2016 (en KNMI-statistieken) is de hoeveelheid neerslag en verdamping per maand overgenomen. De verdamping geldt alleen bij groen (planten). Bij de verdamping tuin houden we er rekening mee dat een deel van de tuin verhard is. Het deel zonder groen heeft dus geen verdamping.

In de bestaande situatie is de tuin 15810 m² groot. In de nieuwe situatie is dit 8610 m². Er is sprake van een kleinere tuin in de nieuwe situatie.

Ook spreekt tabel 1.15 uit het grondwaterzakboekje over effect klimaatscenario's, hier is sprake van 16% meer neerslag per jaar (toename over bijna 60 jaar). Voor dit project wordt gerekend met 20% groei van regen en verdamping in de nieuwe situatie.

Onderzoeksresultaten

In tabel b1.2-A staan de rekenparameters en in de laatste kolom de grondwateraanvulling op de projectlocatie.

tabel b1.2-A

maand	regen [mm/maand]	verdamping [mm/maand]	verdamping tuin [mm/maand]	grondwateraanvulling tuin [mm/dag]
Januari	75	7,2	3,6	2,3
Februari	59	13,5	6,75	1,87
Maart	74	28,8	14,4	1,92
April	45	58	29	0,53
Mei	65	84	42	0,74
Juni	68	90	45	0,77
Juli	84	95	47,5	1,18
Augustus	77	76	38	1,26
September	81	44,1	22,05	1,97
Oktober	89	24,3	12,15	2,48
November	86	9,9	4,95	2,7
December	84	5,4	2,7	2,62

Door het tuinoppervlakte (bestaand en nieuw) te vermenigvuldigen met de grondwateraanvulling is het debiet grondwater dat er op perceelsniveau maandelijks bijkomt te berekenen. Daarbij moet in de nieuwe situatie het klimaatscenario +20% opgeteld worden.

tabel b1.1-B

bandbreedte bodemopbouw top [m+NAP]	debiet lokaal bestaand [m ³ /dag]	debiet lokaal nieuw [m ³ /dag]
Januari	36,414	23,797
Februari	29,503	19,28
Maart	30,396	19,864
April	8,432	5,51
Mei	11,73	7,666
Juni	12,121	7,921
Juli	18,615	12,165
Augustus	19,89	12,998
September	31,067	20,302
Oktober	39,194	25,613
November	42,713	27,914
December	41,463	27,097

Conclusie

Uit de bovenstaande tabel leiden we af dat het maximale debiet grondwateraanvulling (regen - verdamping) gelijk is aan maximaal 41,463 m³/dag op de projectlocatie. In de toekomst is er in de nieuwe situatie 35% minder debiet. Dit komt door een kleiner onbebouwd deel.

Bijlage 1.3 – Details berekening grondverbetering met gaten

Algemeen

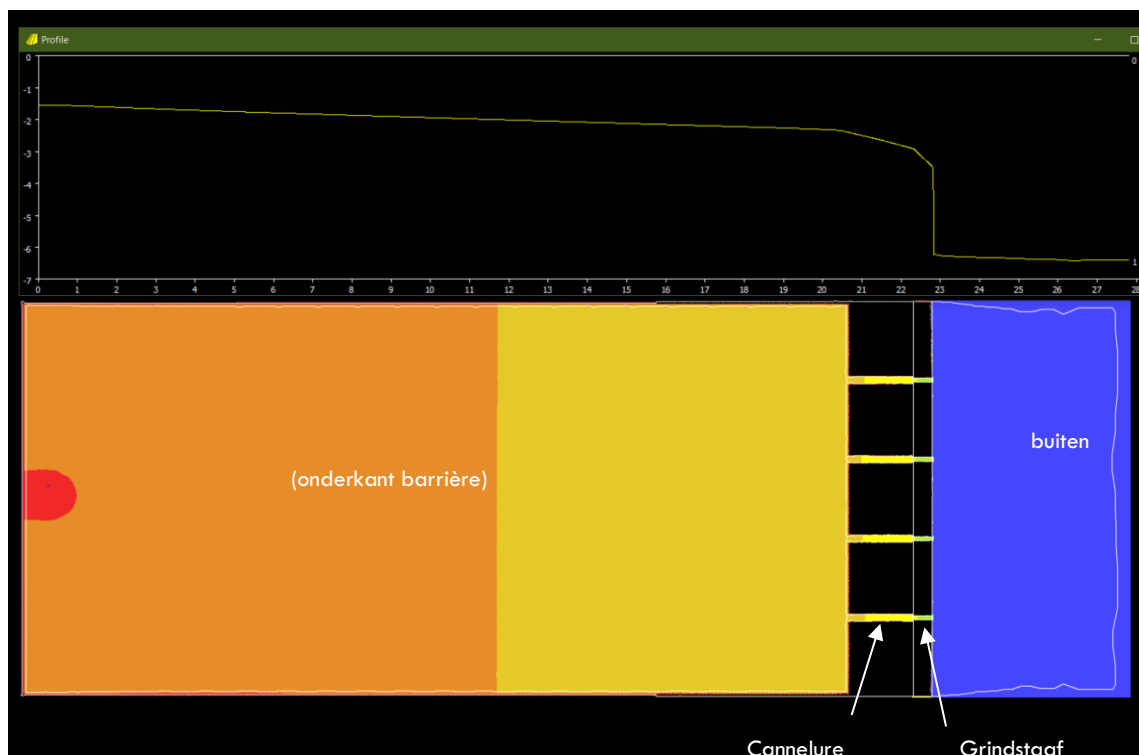
Met grondwatermodellering hebben we de parameters (diameter gaten, aantal gaten, doorlatendheid grondverbetering, etc.) bepaald.

Grondwatermodellering is noodzakelijk wegens onder andere:

- Wanneer de stroombaan bekeken wordt van grondwater bij deze oplosrichting is er sprake van vernauwingen (bij gaten) en daarna de verbredingen (na gaten). Ofwel convergerende/divergerende stroming. Met een simpele analytische benadering (bijvoorbeeld de berekening bij oplossing 1, hoofdstuk 4.1) is het effect van vernauwingen en verbredingen niet te benaderen, hetgeen niet voldoet aan eisen van een grondwaterneutraal ontwerp;
- De reikwijdte van de watervoerende laag is groter dan de afstand tussen de gaten, ofwel stroming in en uit één gat beïnvloedt ook andere gaten. Bij een groter aantal gaten wordt dit effect sterker. Met een simpele analytische benadering (bijvoorbeeld de berekening bij oplossing 1, hoofdstuk 4.1) is gebleken dat dit effect niet overeenkomt met de werkelijkheid.

Detailmodel

Loots voert twee modellen uit. In het eerste model modelleren we de gaten (enkele zijde). Het doel is het bepalen van de verhouding potentiaalverschil (of weerstand) tussen “onderzijde barrière” en “de overige onderdelen (gaten en cannelures)”. Doordat Loots gebruik maakt van MicroFEM modelleren we in dit eerste detailmodel alle onderdelen horizontaal achter elkaar. Figuur 12 is puur ter visualisatie opgenomen, het betreft een bovenaanzicht van een ouder project waarbij de waterdruk tevens boven is gezet ter illustratie.

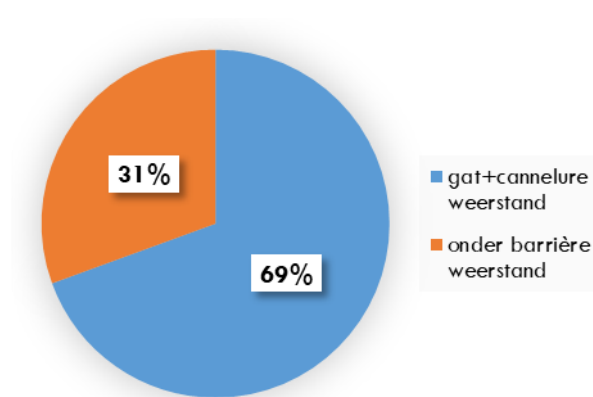


Figuur 13 - bovenaanzicht model (onderzijde) + grafiek met verloop waterdruk waarbij horizontale as = horizontale afstand in model en verticale as = waterdruk in model.

Input detailmodel voor dit project:

detailmodel	eenheid	input
lengte onderkant barrière	[m]	118
breedte onderkant barrière	[m]	155
hoogte onderkant barrière	[m]	0,2
aantal gaten + cannelures	[-]	30
lengte cannelure	[m]	3,62
breedte cannelure (per stuk)	[m]	0,363
hoogte cannelures	[m]	0,089
lengte gaten opgesloten (geen uitstroom naar watervoerende lagen buiten mogelijk in model)	[m]	0,4
lengte gaten buiten (in verbinding met bestaande watervoerende lagen voor en achter)	[m]	0,1
lengte gaten totaal	[m]	0,5
breedte gaten (per stuk)	[m]	0,088
hoogte gaten	[m]	0,088
kD-waarde buiten	[m ² /dag]	9,17
debiet erin (links)	[m ³ /dag]	10
debiet eruit (rechts)	[m ³ /dag]	10
buitenzijde gat skinfactor dikte laag	[m]	0,01
reductiefactor k-waarde wegens skinfactor	[-]	10
doorlatendheid grondverbetering	[m/dag]	100

Het potentiaalverschil onder de barrière is groter dan het potentiaalverschil van start cannelure tot en met buiten. De volgende verdeling van potentiaalverschil (of weerstand) is bepaald met het detailmodel:

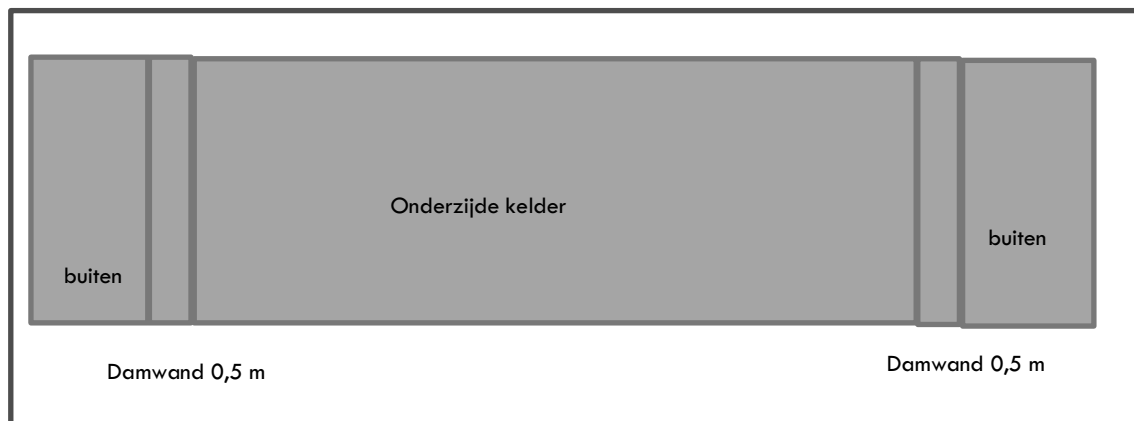


Totaalmodel

Nadat het detailmodel uitgevoerd is kunnen de gaten en cannelures met alle weerstand eenvoudig gemodelleerd worden als een wand met remming (strook 0,5 m breed voor en achter project).

In de gaten en cannelures is er een factor 2,89 (69,4% / 30,6%) meer weerstand. Daarnaast is de damwand 0,5 m. De lengte van barrière is 118 m. De transmissiviteit (kD-waarde) ter plaatse van de damwand moet een factor 681 ($2,89 \times 118 / 0,5$) hoger zijn om tot een kloppend model te komen. Nu de verhoudingen (weerstand gaten, cannelures, skinfactor) juist gemodelleerd zijn wordt het mogelijk de benodigde doorlatendheid van de maatregelen te berekenen door links 10 m³/dag toe te voegen en rechts 10 m³/dag uit het model te halen.

In de bestaande situatie bij kD 5,3 m²/dag is er bij 10 m³/dag (hogere waarde voor modelnauwkeurigheid) een potentiaalverschil van 1,27 m tussen links en rechts in het model. In de nieuwe situatie wordt een gelijk potentiaalverschil berekend als de grondverbetering een doorlatendheid heeft van 125m/dag. Bij deze doorlatendheid van grondverbetering wordt dus de gewenste kD-waarde in de nieuwe situatie gerealiseerd waardoor een grondwaterneutraal ontwerp van toepassing is.



Figuur 14 - opzet totaalmodel

Bijlage 1.4 – Details berekening Bypass

De bypass komt grotendeels overeen met oplossing 2 (berekening bijlage 1.3). Met als verschil dat er intern (in leidingen en bochten) nauwelijks weerstand is door ontbreken poreus materiaal. De resultaten bij oplossing 2 worden hergebruikt voor de bypass, waarbij weerstand intern afneemt (leidingen kunnen niet met MicroFEM worden gedimensioneerd) en de introdeweerstand (van bodem buiten op gat/filter) toeneemt door fijnmaziger materiaal bij filters van de bypass.

Minder weerstand intern

Met het maximale debiet $6,979 \text{ m}^3/\text{dag}$ (uit hoofdstuk 3) wordt een leidingweerstand (inclusief bochten) berekend van $0,334 \text{ mm}$. Dat is verwaarloosbaar vergeleken met de weerstand die bij oplossing 2 van toepassing is onder barrière en in cannelures en gaten. Ten opzichte van oplossing 2 (bijlage 1.3) valt ongeveer 89% van de weerstand (grondverbetering weerstand onder barrière, in cannelure en in gat) weg.

Meer weerstand filteroppervlakte (t.o.v. gaten bij oplossing 2)

Bij de bypass fijn¹ filtermateriaal (kleinere maaswijdte) gebruikt worden ter plaatse van contactoppervlakte met de grond buiten. Het fijnere filter betekent dat de opnamecapaciteit (op lange termijn) per m^2 filter van de bypass lager ligt ten opzichte van oplossing 2. Loots rekent met een skinfactor (dagen weerstand) welke overeenkomt met de inverse van de doorlatendheid (ondergrens) van de bodem (deze relatie is in 1967 met praktijkproeven bepaald door Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding over een brede bandbreedte wat betreft doorlatendheid).

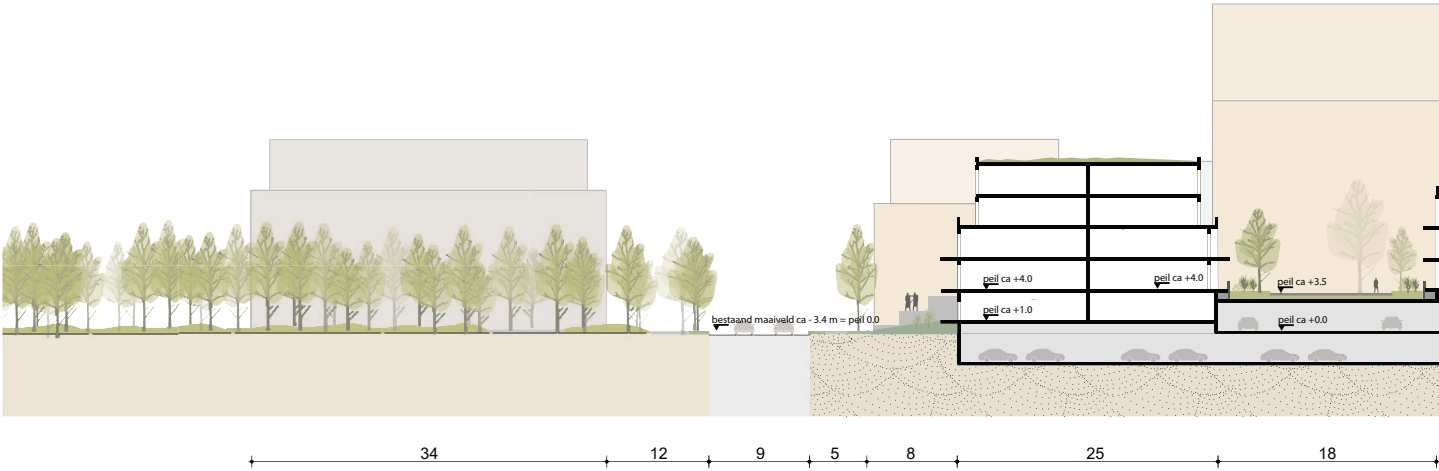
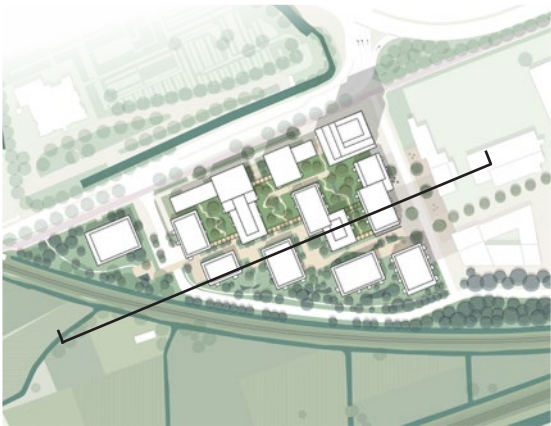
Conclusie

Om het ontwerp van de bypass kloppend te maken moet het contactoppervlakte van de (buitenzijde) filters 2464% worden vermenigvuldigd ten opzichte van contactoppervlakte (buitenzijde) gaten in oplossing 2. Dit kan door de diameter van het filter (t.o.v. gat), aantal filters (ten opzichte van gaten) of lengte filter (ten opzichte van gaten) aan te passen. Door deze percentuele wijziging (verwerkt in tabel hoofdstuk 4.3) is er bij de bypass ook sprake van een grondwaterneutraal ontwerp. Minder weerstand in de leiding + optimalisatie filteroppervlakte betekent dat de skinfactor (potentiaalverschil over buitenzijde filter) bypass ten opzichte gaten oplossing 2 een factor 5 groter is, een passende waarde gezien de randvoorwaarden en de informatie bij proefopstelling van de firma Building Support Volendam.

¹ Bij oplossing 2 is er een enorme capaciteit voor fijne onopgeloste delen (zoals silt) welke het systeem instromen onder de vloer, een zeer fijnmazig materiaal (lagere filtersnelheid) is hierdoor niet noodzakelijk. Bij de Bypass is er weer zeer weinig ruimte voor fijne onopgeloste delen (zoals silt), een zeer fijnmazig materiaal (lagere filtersnelheid) is hierdoor wel noodzakelijk.

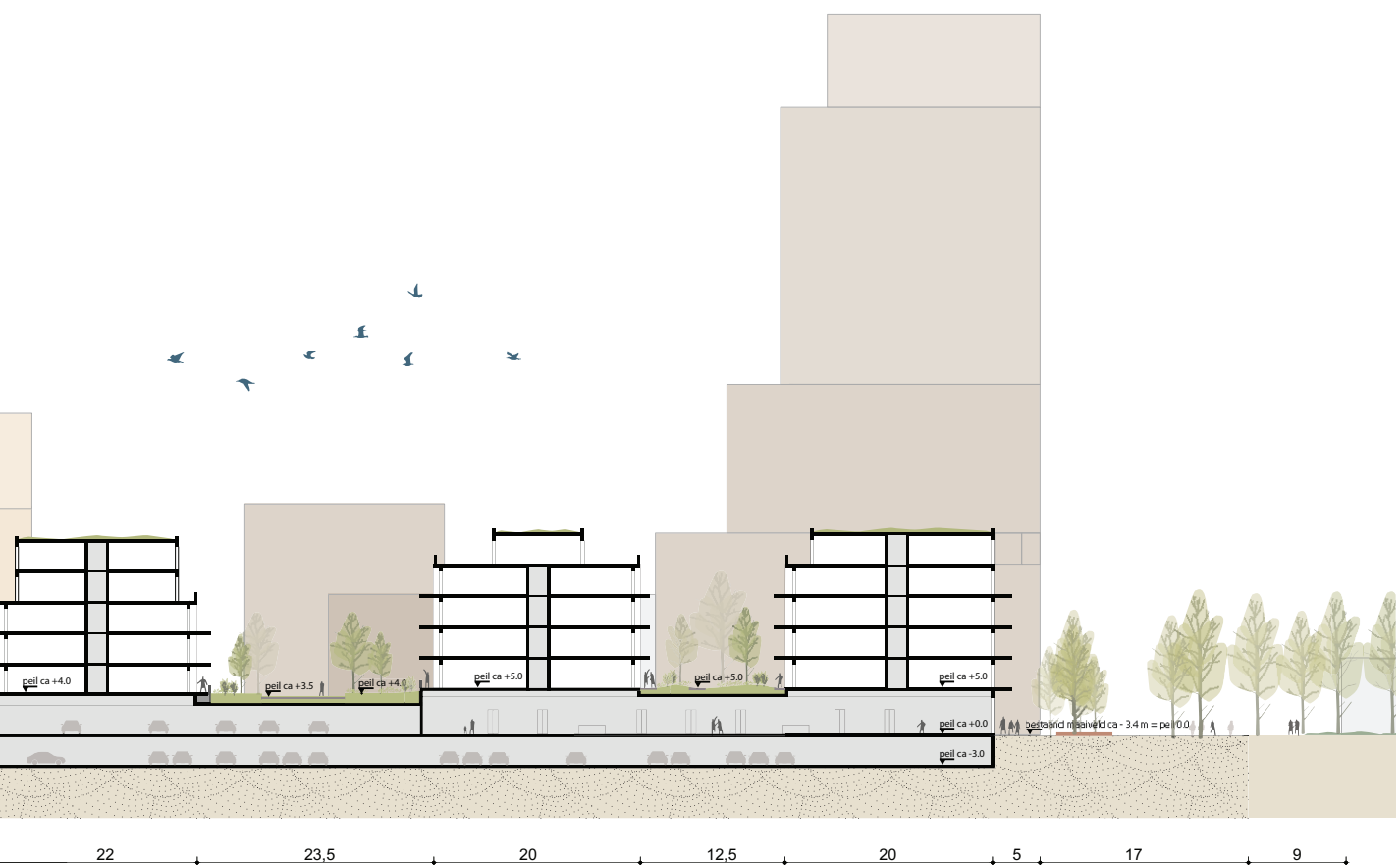
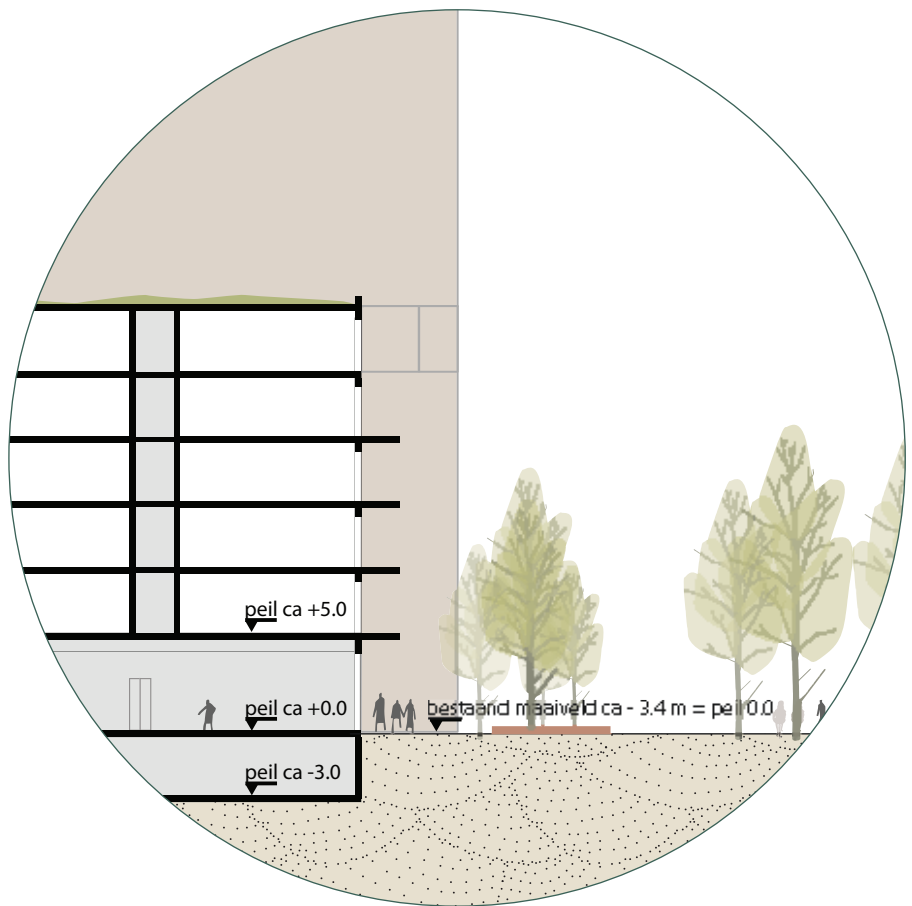
Bijlage 2 – Tekeningen

Doorsnedes en profielen

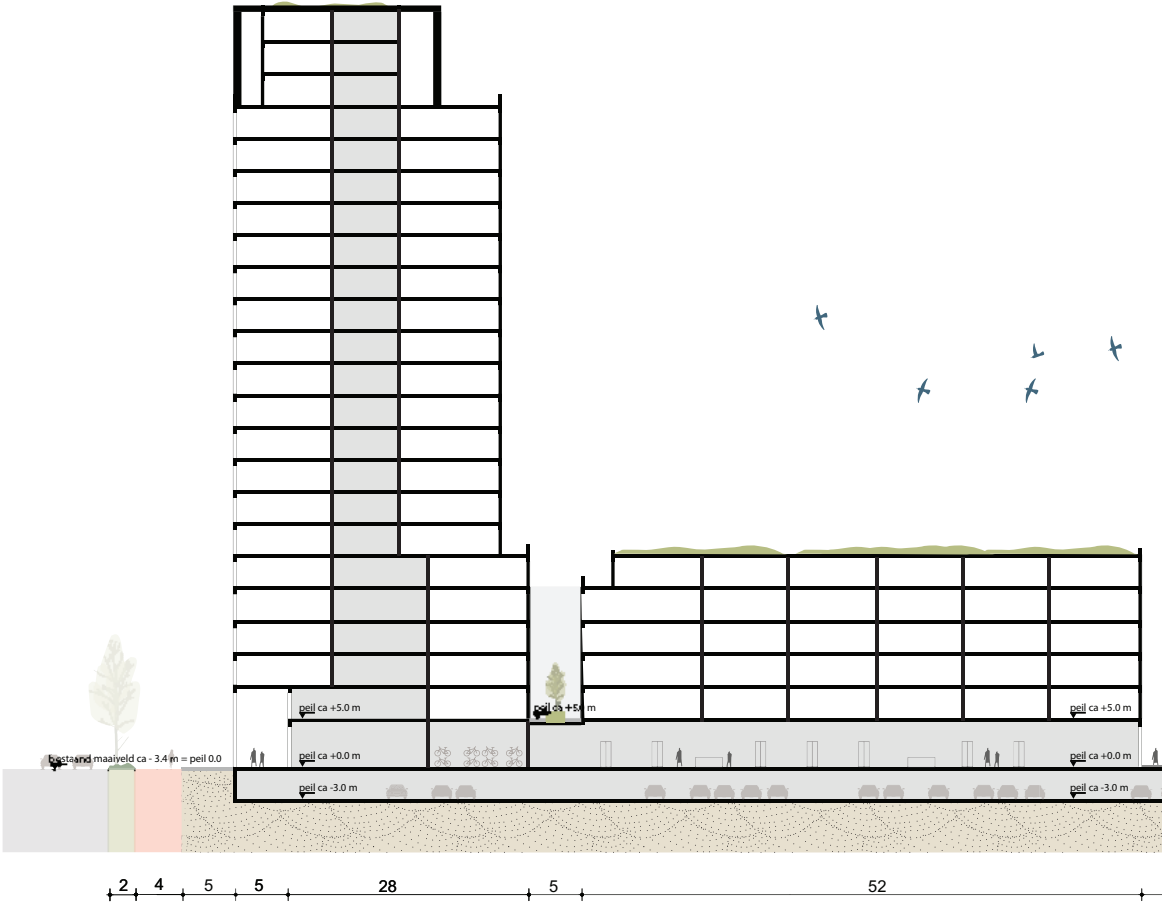


Damptenplein

Het Damptenplein is de plek waar de commerciële voorzieningen en de 'shared space' daarvoor samenkomen. De begane grond is hier extra hoog (4,5m netto) en het plein wordt stedelijk ingevuld met veel ruimte voor groenvakken.

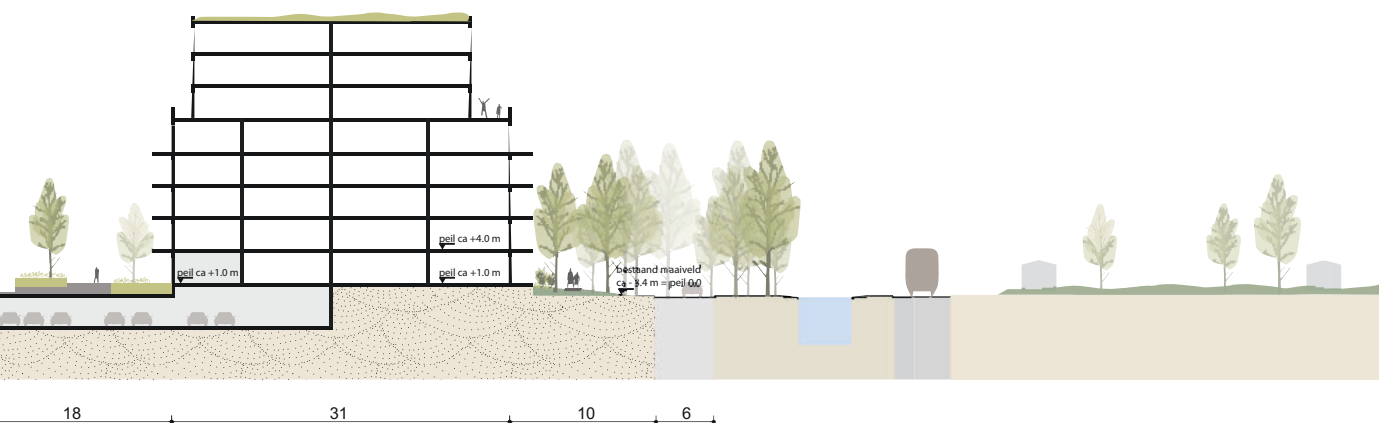
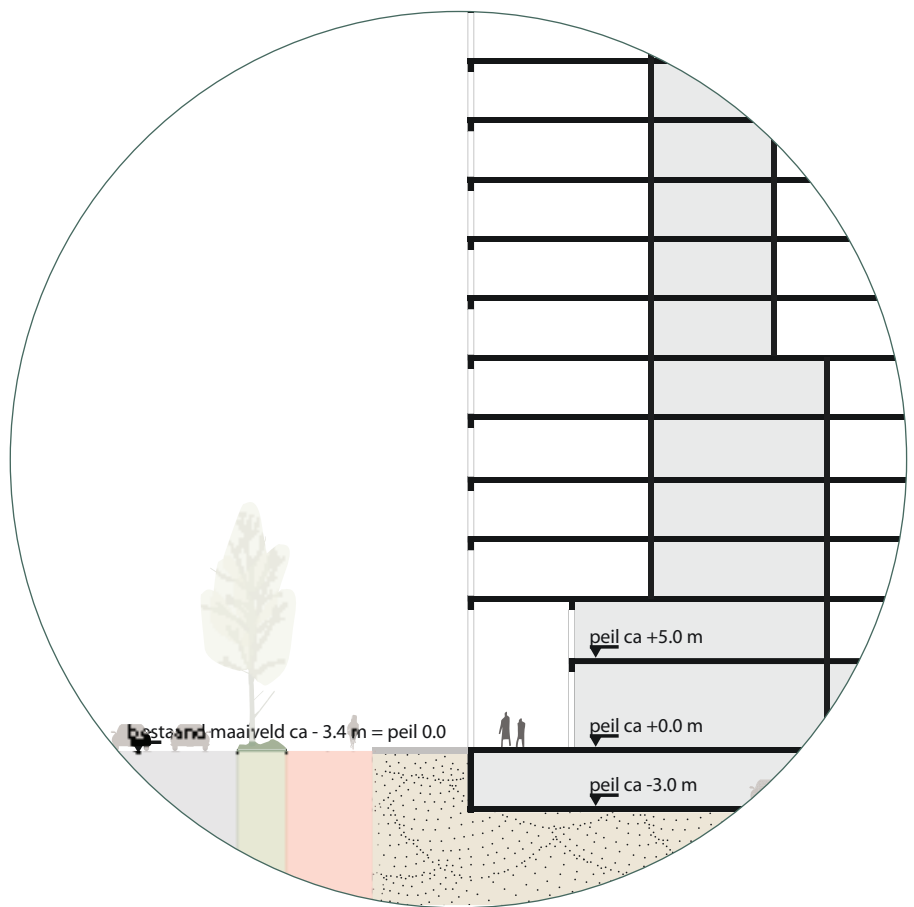


Doorsnedes en profielen

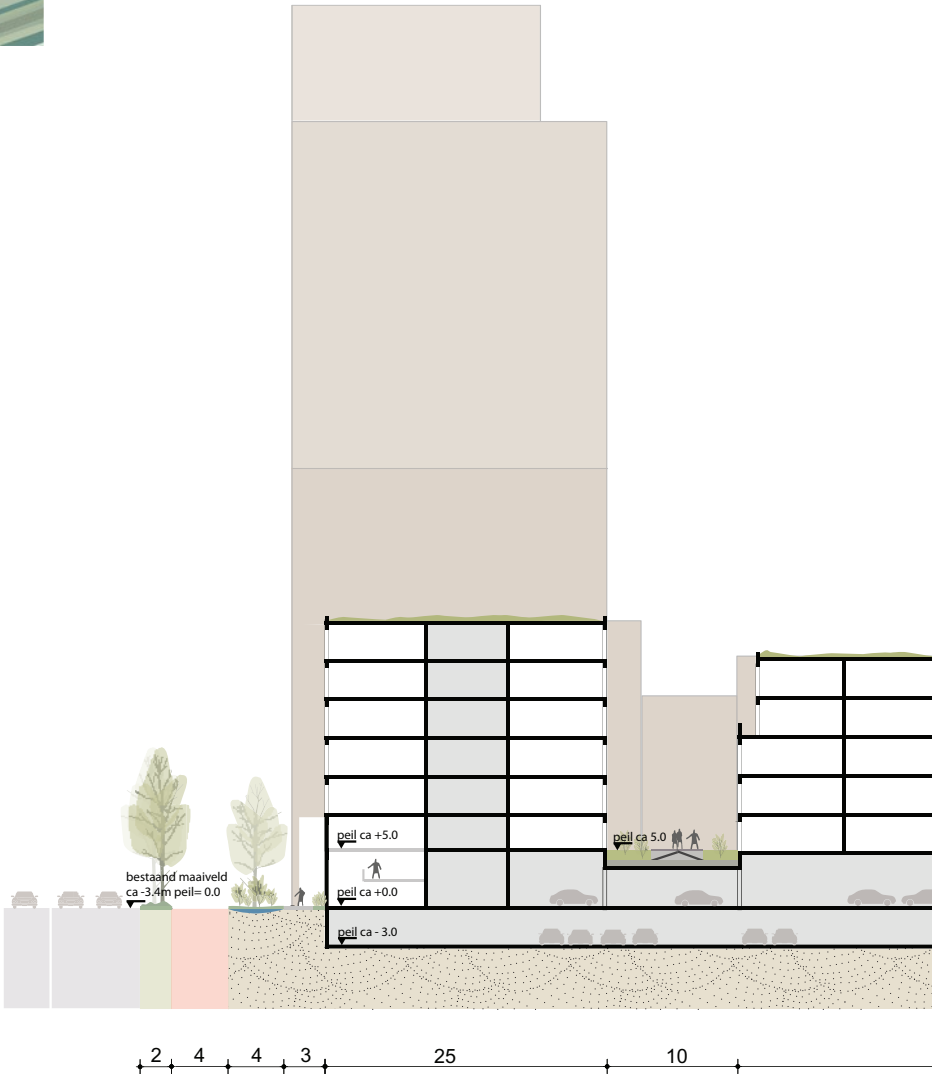
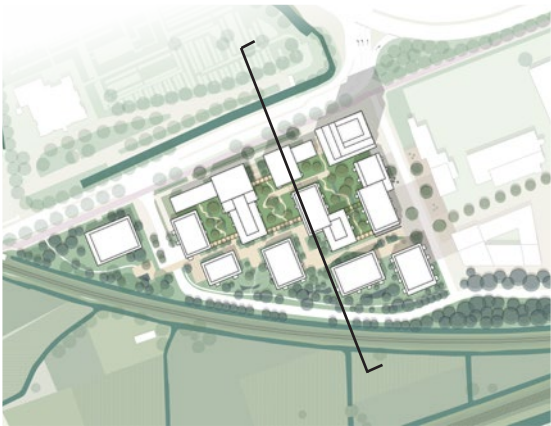


Arcade als overgang

Aan de Berkhouterweg staat de toren erg prominent. Doordat de toren vooraan staat op hoek van het plan is het vereist een dubbelhoge arcade te realiseren om zowel het loopprofiel te verbreden, als een windluw wandelgebied te introduceren. Zo kan op een prettige manier onder de toren door worden gelopen en worden Damptenplein en de Berkhouterweg op een prettige manier verbonden.



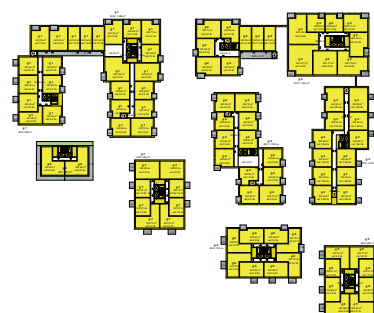
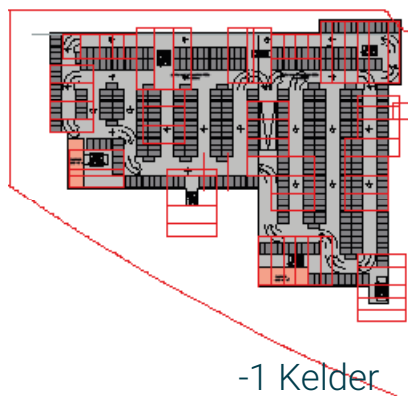
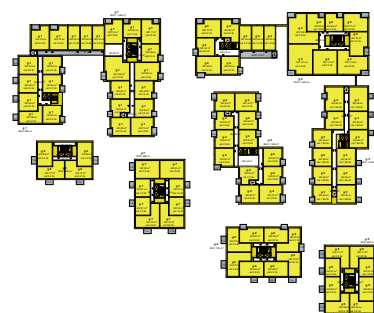
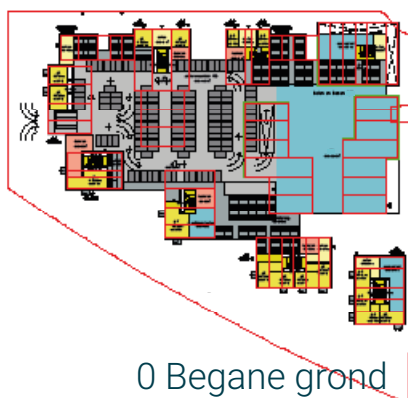
Doorsnedes en profielen





- *L&L Albert Heijn*
- *Pakket-service*
- *K&R*
- *Opstelplaats brandweer*
- *Positie ondergrondse vuilcontainers*

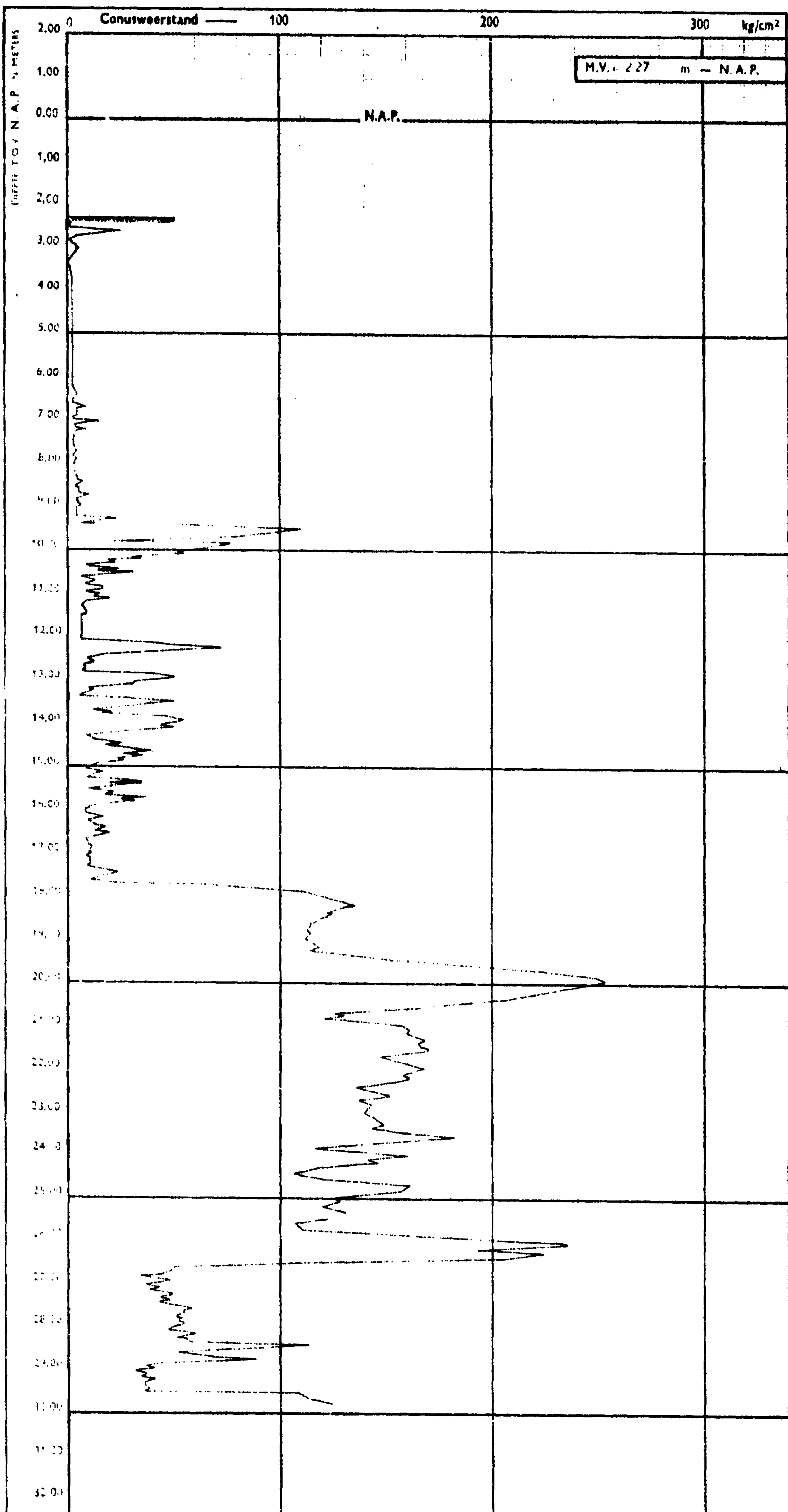
Voorbeelduitwerking BuitenStad

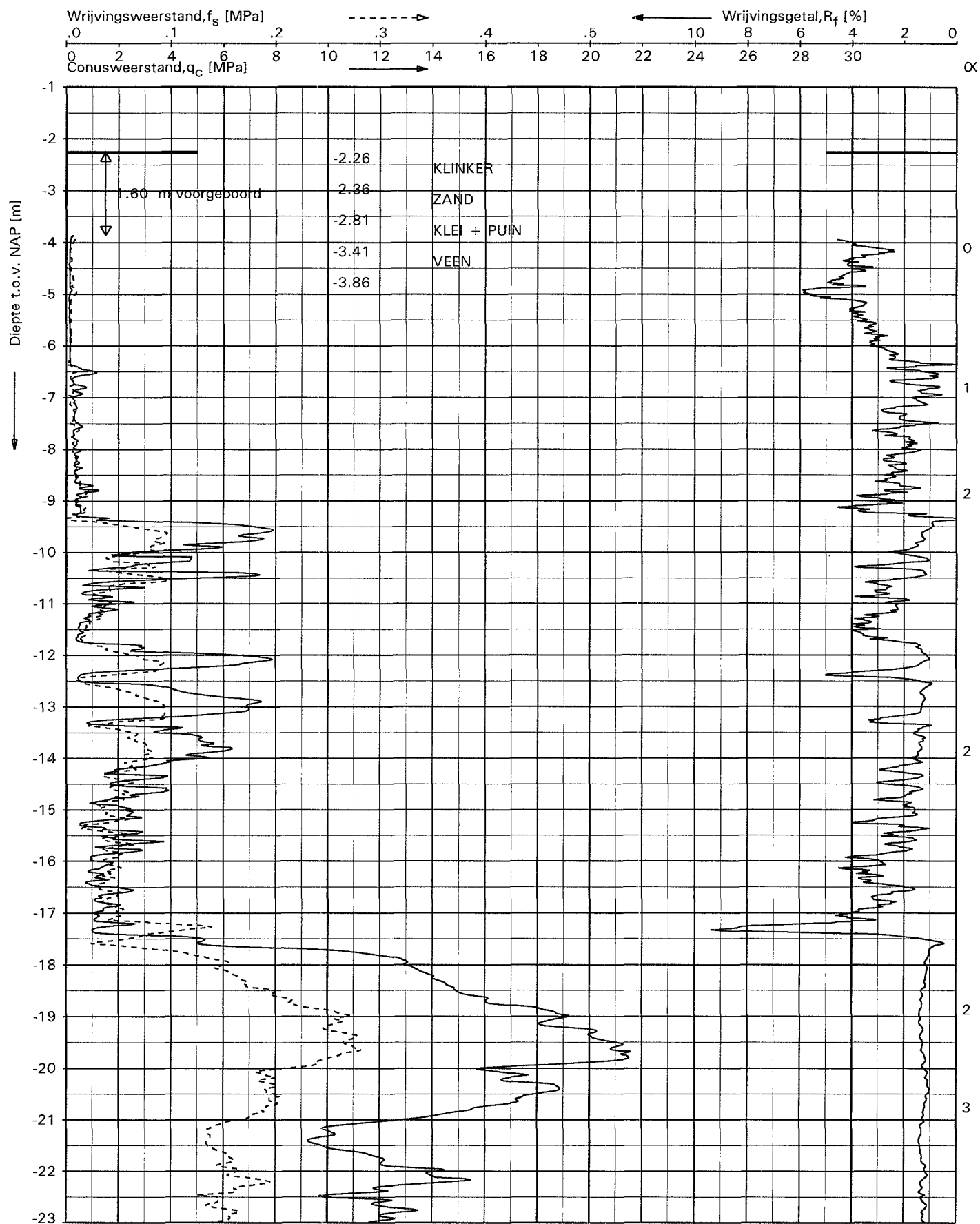


1e verdieping

4e verdieping

Bijlage 3 – Grondonderzoeken



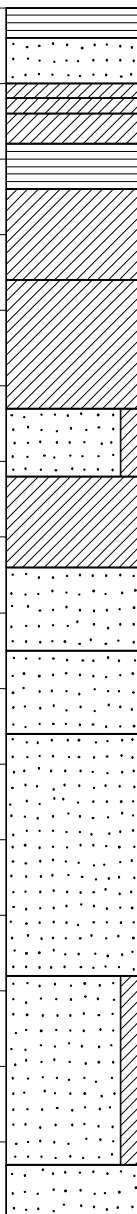


Opg.: RBM/WW d.d. 18-Jun-1998
Get.: BKR d.d. 19-jun-98

conus: F5CKE/V
MV = NAP -2.26 m
X =
Y =

Sondering volgens norm NEN 3680
conustype cilindrisch elektrisch
 α : afwijking van de vertikaal

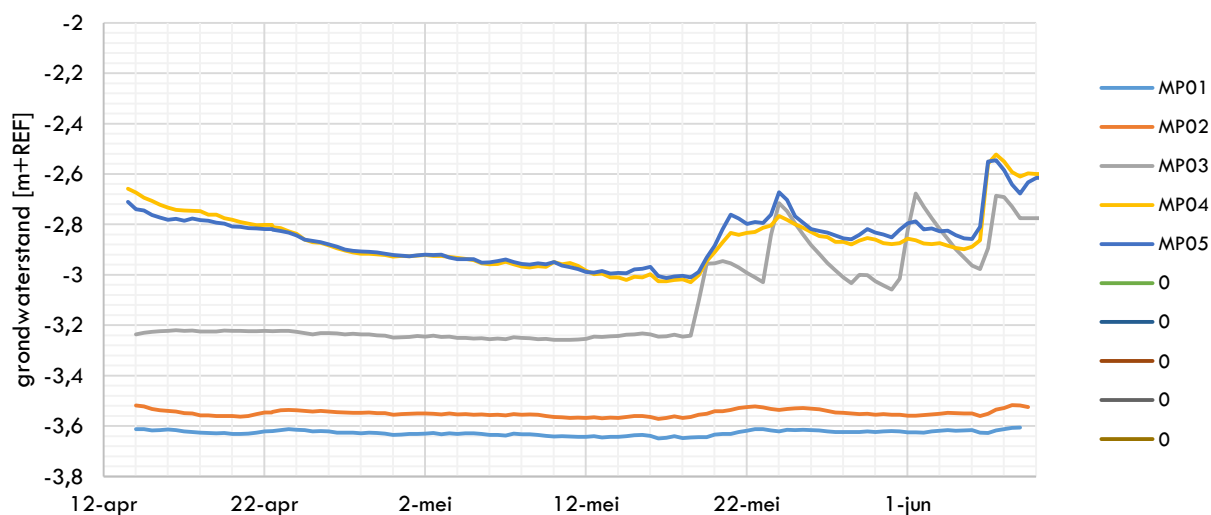


DIEPTE (m) t.o.v. NAP		MONSTER	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING	
			↓LAAG↓	VAN TOT		
MV (0,00)	0		1	1	0,00 -0,40	veen; bruin
	-1		2	2	-0,40 -1,00	zand; geel-, grijs 'ZMGO'
	-2		3	3	-1,00 -1,20	klei; zwart
	-3		4	4	-1,20 -1,40	klei; bruin-, grijs
	-4		5	5	-1,40 -1,80	klei; blauw-, grijs
	-5		6	6	-1,80 -2,40	veen; bruin
	-6		7	7	-2,40 -3,60	klei; blauw 'KSLA'
	-7		8	8	-3,60 -5,30	klei; blauw
	-8		9	9	-5,30 -6,20	zand, kleilig; blauw 'ZMFO'
	-9		10	10	-6,20 -7,40	klei; blauw
	-10		11	11	-7,40 -8,50	zand; blauw 'ZMGO'
	-11		12	12	-8,50 -9,60	zand; blauw 'ZMFO'
	-12		13	13	-9,60 -12,80	zand; blauw 'ZMFO'
	-13		14	14	-12,80 -15,30	zand, kleilig; blauw 'ZMFO'
	-14		15	15	-15,30 -16,00	zand; blauw 'ZZFO'
		Geboord tot NAP -16,00 m				
		Einde Boring B19F0222				
maaiveld: NAP 0,00 m X = 131740 m Y = 517575 m (RD)						
<Not Registered> <Not Registered>			<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>		Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	
-			datum		get.	
			1976-10-01			
-			DINO-BOR		gez.	
			BIJL.		form. A4	

groene cirkel=hoge grondwaterstand, gele driekhoek=gemiddelde grondwaterstand en rode ruit=lage grondwaterstand

REF=NAP

	MP01	MP02	MP03	MP04	MP05
naam					
X-coördinaat	131432	131510	131494	131462	131558
Y-coördinaat	517514	517505	517528	517657	517615
maaiveld [m+REF]	-3,25	-3,19	-2,55	-2,16	-2,21
bovenkant filter [m+REF]	-4,35	-4,29	-3,65	-3,26	-3,31
onderkant filter [m+REF]	-5,35	-5,29	-4,65	-4,26	-4,31
laatste meetjaar	2022	2022	2022	2022	2022
laatste meting	-3,606	-3,525	-2,775	-2,6	-2,615
totale meetperiode	0	0	0	0	0
aantal metingen	111	113	112	116	116
hoogste [hele reeks]	-3,61	-3,52	-2,68	-2,52	-2,55
ghg [laatste 8 jaren]	-3,61	-3,52	-2,69	-2,54	-2,56
hoog σ [hele reeks]	-3,61	-3,52	-2,75	-2,64	-2,65
gemiddelde [hele reeks]	-3,63	-3,55	-3,11	-2,86	-2,85
gemiddelde [laatste 8 jaren]	-3,63	-3,55	-3,11	-2,86	-2,85
laag σ [hele reeks]	-3,65	-3,57	-3,47	-3,08	-3,06
glg [laatste 8 jaren]	-3,65	-3,57	-3,26	-3,03	-3,01
laagste [hele reeks]	-3,65	-3,57	-3,26	-3,03	-3,01
σ [hele reeks]	0,01	0,01	0,18	0,11	0,10
januari					
februari					
maart					
april	▲-3,62	●-3,55	◆-3,23	▲-2,81	▲-2,83
mei	◆-3,63	◆-3,55	◆-3,12	◆-2,92	◆-2,90
juni	●-3,62	●-3,54	●-2,81	●-2,74	●-2,73
juli					
augustus					
september					
oktober					
november					
december					
2013					
2018					



Legenda toegepaste uitzonderingsgrondslagen

In dit document zijn gegevens definitief geanonimiseerd op grond van:

Wet	Artikel	Omschrijving	Pagina's
Wet open overheid	Art. 5.1 lid 1 sub e	Nummers betreft die dienen ter identificatie van personen die bij wet of algemene maatregel van bestuur zijn voorgeschreven	17
Wet open overheid	Art. 5.1 lid 2 sub e	De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer	1, 17, 34