

11 mrt 2024



Grondwateronttrekking Delft-Noord

Resultaten van de monitoring in 2023



Colofon

Documenttitel	. Grondwateronttrekking Delft-Noord
Opdrachtgever	. Gemeente Delft
Verantwoordelijke bij opdrachtgever	. Gerard Bloemhof
Status	. definitief
Datum	. 11 maart 2024
Projectteam	. Olivier Hoes

Disclaimer

Aan dit rapport kunnen geen rechten worden ontleend. De auteurs zijn niet verantwoordelijk voor eventuele fouten of consequenties. Aanvullingen of verbeteringen zijn welkom via info@hoeswateradvies.nl

Samenvatting

Inleiding

Op en rond de locatie van DSM in Delft Noord vindt sinds 1916 een forse grondwateronttrekking plaats. Deze onttrekking is van de gemeente Delft. Het opgepompte grondwater brengt hoge maatschappelijke kosten met zich mee. De gemeente bouwt de onttrekking dan ook af.

Dit afbouwen gebeurt zorgvuldig en voorzichtig. Dit omdat het plotseling stoppen van de onttrekking kan leiden tot het abrupt stijgen van de grondwaterstanden in de regio en het onregelmatig zwellen van de ondergrond, met ongewenste effecten op gebouwen, constructies, waterkeringen en infrastructuur. Door de onttrekking voorzichtig in kleine stappen over een periode van circa tien jaar af te bouwen krijgt de ondergrond de tijd om geleidelijk te wennen aan de nieuwe situatie. Dit geleidelijke afbouwen geeft de gemeente Delft en inwoners de tijd om indien nodig maatregelen te nemen.

Monitoren

Voor het monitoren van de effecten van het reduceren van de onttrekking worden door de gemeenten rond de onttrekking, het hoogheemraadschap van Delfland en de provincie Zuid-Holland sinds enige jaren uitgebreid meetgegevens verzameld. Met voorliggende rapportage geeft de gemeente Delft het bevoegd gezag en belanghebbenden inzicht in het resultaat van de monitoring tot en met december 2023. Voorliggende rapportage bouwt voort op de eerder verschenen jaarlijkse rapportages van 2013 tot en met 2022.

Afbouw van het debiet

Begin januari 2023 was het debiet 600 m³ per uur. In de zomer van 2023 is het debiet in drie stapjes op 1 mei, 1 juni en 1 juli afgebouwd naar circa 480 m³ per uur. Het exact 480 m³ per uur onttrekken was in de eerste maanden technisch niet mogelijk, waardoor rond de 500 m³ per uur werd onttrokken. Uiteindelijk is de installatie half oktober aangepast, waarna wel strak 480 m³ per uur kon worden onttrokken.

Diepe grondwater (1^e watervoerend pakket)

Het eerste watervoerend pakket is een laag met grof zand op een diepte van 20 tot 40 meter onder maaiveld. Dit is de laag waaruit het grondwater wordt gewonnen. Door het afbouwen van het debiet is de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket rond het DSM-terrein conform de van tevoren voorspelde toename met zo'n 0.6 meter gestegen. Op alle andere peilbuizen in het eerste watervoerend pakket is deze toename in stijghoogte volgens verwachting kleiner naarmate de afstand tot de onttrekking groter wordt.

Freatische (ondiepe) grondwater

Naast de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket worden ook op zo'n 700 locaties freatische grondwaterstanden gemeten. Door de grote hoeveelheden neerslag in het najaar van 2023 is de grondwaterstand onafhankelijk van de afstand tot de onttrekking gestegen. Op geen enkele locatie heeft de reductie van de onttrekking in de afgelopen jaren geleid tot een stijging van de grondwaterstand.

Bodembeweging

Met satellietwaarnemingen worden de veranderingen in de hoogte van het maaiveld en gebouwen gemeten. Vóór de afbouw was de bodemdaling zo'n -2 mm per jaar op het DSM-terrein en circa -1 mm per jaar in het centrum van Delft. In 2023 kwam de bodem op het DSM-terrein circa +0.3 mm per jaar omhoog en in de wijken rond het DSM-terrein circa +0.1 mm tot +0.3 mm per jaar. Op het DSM-terrein en in een gedeelte van het centrum komen een aanzienlijk aantal gebouwen met zo'n +0.5 tot +1.2 mm per jaar omhoog.

Conclusie

De in 2023 doorgevoerde reductie van de onttrekking en waargenomen toename van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket, freatische grondwaterstanden en bodembeweging geven nu géén aanleiding om - naast de al voorgenomen maatregelen - extra mitigerende maatregelen te nemen. Voorgesteld wordt om de komende maanden door te gaan met het monitoren en in mei te beoordelen of de bodem weer tot rust is gekomen. Indien dat het geval is kan in de zomer van 2024 de onttrekking met 120 m³ per uur worden afgebouwd van 480 m³/uur naar 360 m³/uur. Indien de bodem onvoldoende tot rust is gekomen, zal moeten worden overwogen om de afbouwstap te verkleinen dan wel geheel uit te stellen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Aanpak op hoofdlijnen	1
2	De onttrokken debieten	2
2.1	Algemeen	2
2.2	De afgelopen jaren	2
2.3	De komende jaren	5
3	Stijghoogtes in het 1^e watervoerend pakket	6
3.1	Algemeen	6
3.2	Continuïteit van het meetnet in 2021	7
3.3	Raai noordwest-zuidoost	7
3.4	5 peilbuizen uit de vergunning	8
3.5	De -5 meter NAP isohypse in de afgelopen jaren	12
3.6	De komende jaren	13
4	Freatische grondwaterstanden	14
4.1	Algemeen	14
4.2	Freatische grondwaterstanden van peilbuis Delft 13-1.03	15
4.3	De ontwateringsdiepte bij alle peilbuizen	16
4.4	Peilbuizen in het centrum van Delft	18
4.5	De komende jaren	23
5	Deformatie van maaiveld	24
5.1	Algemeen	24
5.2	De afgelopen jaren	24
5.3	De komende jaren	27
6	Deformatie van gebouwen	28
6.1	Algemeen	28
6.2	Monumenten in Delft	28
6.3	Deformatie bebouwing binnen een straal van 5 km	32
6.4	De komende jaren	33
7	Overige thema's	34
7.1	Algemeen	34
7.2	Oppervlaktewaterkwaliteit	34
7.3	Stabiliteit van boezemkaden	34
7.4	Parkeergarages, kelders en tunnels	35
8	Conclusie en aanbeveling	36

1

Inleiding

1.1 Aanleiding

Op de locatie van DSM in Delft-Noord vindt sinds 1916 een grondwateronttrekking plaats. Deze onttrekking is van de gemeente Delft. Het onttrokken grondwater wordt niet meer gebruikt, maar brengt wel hoge maatschappelijke kosten met zich mee. Daarom bouwt de gemeente Delft de onttrekking af. Dit afbouwen moet zorgvuldig en voorzichtig gebeuren. Dit omdat het plotseling stoppen van de onttrekking kan leiden tot het abrupt stijgen van de grondwaterstanden en het onregelmatig zwellen van de ondergrond in de regio, met ongewenste effecten op gebouwen, constructies, waterkeringen en infrastructuur. Door de onttrekking voorzichtig in kleine stappen over een periode van circa tien jaar af te bouwen krijgt de ondergrond de tijd om geleidelijk te wennen aan de nieuwe situatie. Daarnaast krijgen door dit geleidelijke afbouwen de gemeente en inwoners de tijd om indien nodig maatregelen te nemen. Het geeft de gemeente de mogelijkheid om zorgvuldig te monitoren wat de effecten zijn. Ook maakt dit het mogelijk waar nodig tijdig in te grijpen om de overlast en schade voor de omgeving te beperken.

Voor dit monitoren van de effecten worden sinds 2013 een groot aantal metingen verricht, verzameld en geanalyseerd. Met de meetgegevens van vóór de eerste afbouw is de nul-situatie vastgelegd. En met de meetgegevens van de afgelopen en komende jaren kunnen de gevolgen van de reductie worden waargenomen, vastgelegd en beoordeeld.

1.2 Doel

Voorliggende rapportage beschrijft het resultaat van de monitoring tot en met december 2023. Het doel van deze rapportage is inzicht geven in de 'stabiele' situatie van vóór de eerste afbouwstap tot het voorjaar van 2017 en de situatie na de afbouwstappen in 2017 t/m 2023. Dit inzicht is nodig om te kunnen beoordelen of het verantwoord is om een volgende afbouwstap door te voeren, of dat aanvullende maatregelen nodig zijn, dan wel het verder afbouwen tijdelijk te pauzeren.

1.3 Aanpak op hoofdlijnen

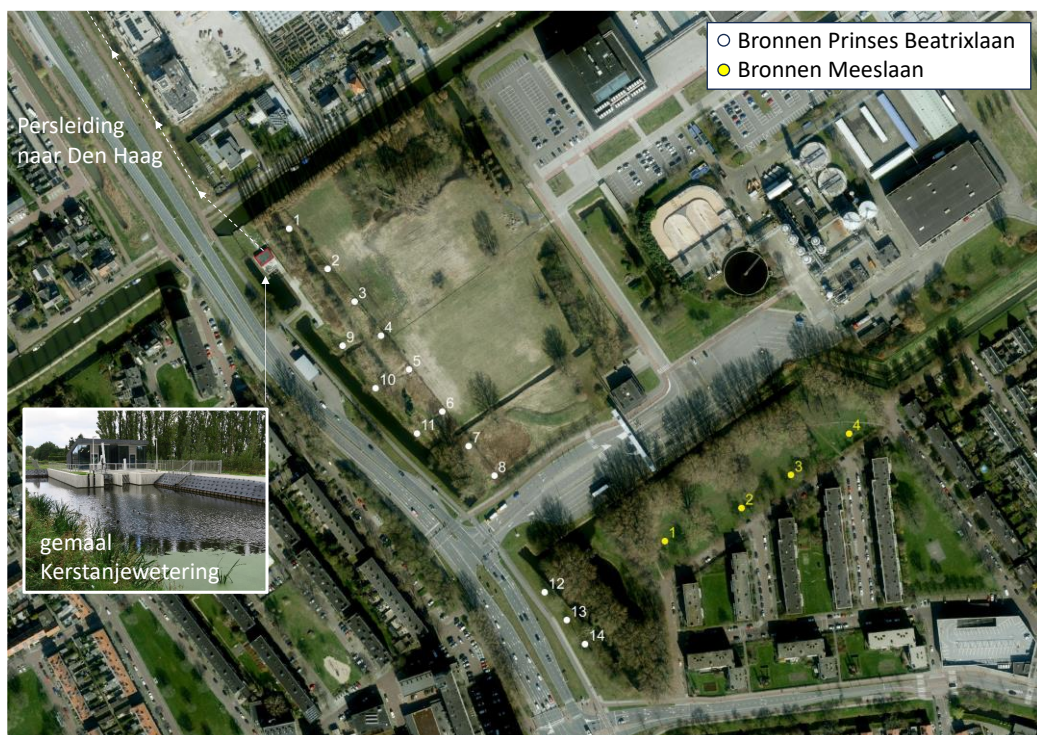
Voorliggend rapport is als volgt opgebouwd: in hoofdstuk 2 tot en met 8 worden achtereenvolgens de onttrokken debieten (H2), de stijghoogtes in het eerste watervoerend pakket (H3), de freatische grondwaterstanden (H4), de verandering in maaiveldhoogte (H5) en deformatie van gebouwen (H6) besproken. In hoofdstuk 7 wordt de stand van zaken besproken op de thema's a) de oppervlaktewaterkwaliteit, b) stabiliteit van boezemkades en c) het opdrijven van parkeergarages, kelders en tunnels. Als laatste bevat hoofdstuk 8 de conclusies en aanbevelingen.

2

De onttrokken debieten

2.1 Algemeen

De grondwateronttrekking op het terrein van DSM bestond ooit uit 43 pompputten met ieder een maximale opbrengst van 60 m³ per uur. Deze pompputten zijn niet meer in gebruik. Om storingsvrij grondwater te kunnen onttrekken, zijn in 2014 en 2015 twee puttenvelden net buiten het DSM-terrein aangelegd (Zie Figuur 1). In april 2014 is een puttenveld met 4 bronnen buiten het DSM-terrein aan de Meeslaan aangelegd. En in augustus 2015 een puttenveld met 14 bronnen aan de Prinses Beatrixlaan. Tevens is een grondwaterpompstation langs de Kerstanjewetering gebouwd

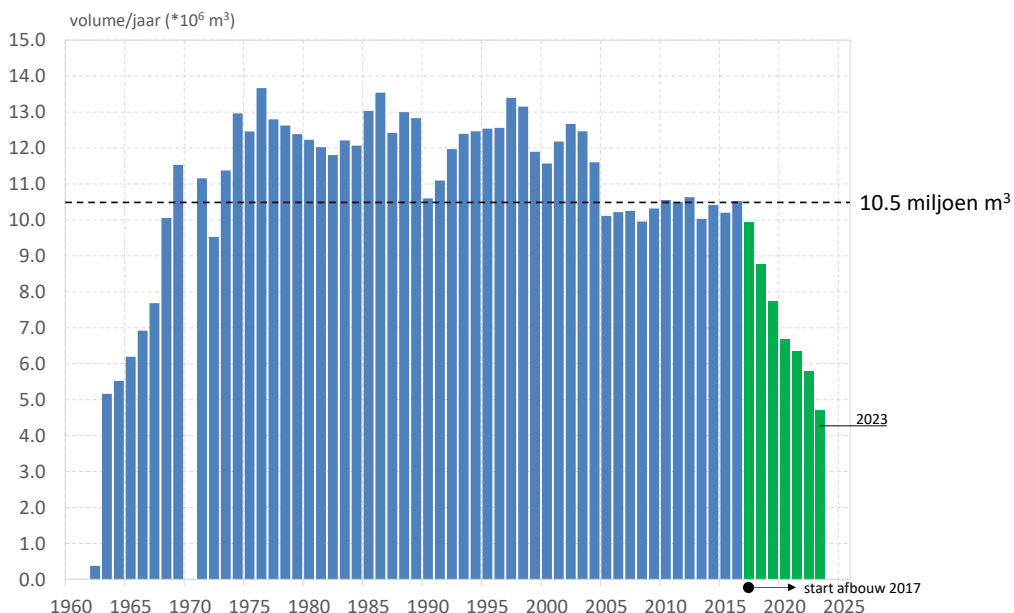


Figuur 1 Locatie van de verschillende pompputten van de grondwateronttrekking Delft-Noord. In de inzet het gemaal Kerstanjewetering van waar uit het water via een persleiding naar zee wordt gepompt.

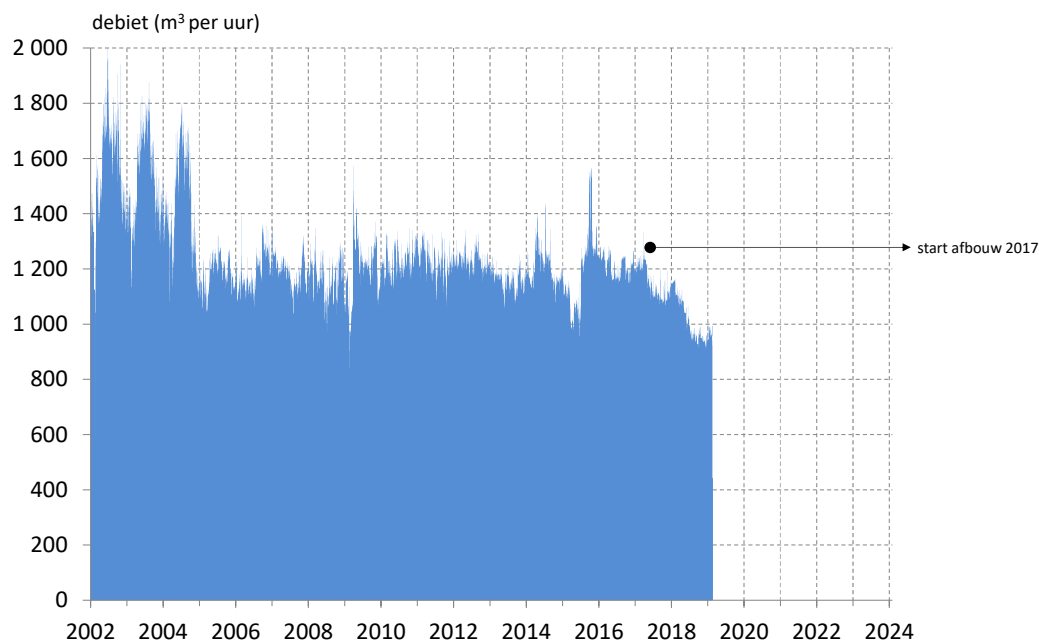
2.2 De afgelopen jaren

Een overzicht van het in de afgelopen jaren onttrokken grondwater is weergegeven in Figuur 2 en Figuur 3. In Figuur 2 staan de in de afgelopen 50 jaar per jaar onttrokken volumes. In de gegevens ontbreekt 1970 en voor dit jaar is het volume geschat als gemiddelde van 1969 en 1971. Vanaf eind 2004 was het streven om continu 1200 m³/uur te onttrekken. Dit is gelijk aan 10,5 miljoen m³ per jaar. In 2017 is op 1 mei, 1 juni en 1 juli de onttrekking in drie stappen teruggebracht naar 1080 m³/uur, waardoor

in 2017 een jaarvolume van 9.9 miljoen m³ is onttrokken. In 2018 is de onttrekking teruggebracht naar 960 m³/uur. In 2019 naar 840 m³/uur. In 2020 naar 720 m³/uur. Ook in 2021 draaide de installatie op 720 m³/uur. In 2022 is de onttrekking teruggebracht naar 600 m³/uur en in 2023 naar 480 m³/uur met een totaal jaarvolume van 4.7 miljoen m³.



Figuur 2 Onttrokken volumes per jaar van 1962 tot en met 2023



Figuur 3 Onttrokken debieten in m³ per uur van 1 januari 2002 tot 1 januari 2024

In Figuur 3 staan de gemiddeld per uur onttrokken debieten van 2002 tot en met 2023. Tot en met 2004 gebruikte DSM het onttrokken water als proceswater en koelwater. Hierdoor was er in de zomer meer water nodig dan in de winter, waardoor tot en met 2004 een seizoenfluctuatie zichtbaar is met uitschieters naar 2000 m³ per uur.

Vanaf 2005 is bij DSM de behoefte aan koelwater komen te vervallen en zonder verschil tussen zomer- en winterdebiet geprobeerd om de onttrekking zo goed mogelijk te handhaven op 1200 m³ per uur. Dat lukte door de gebrekkige staat van de oude installatie niet altijd. Pas na het in gebruik nemen van het nieuwe puttenveld en het grondwatergemaal Kerstanjewetering lukte het in de zomer van 2015 wel om weer 1200 m³ per uur te onttrekken. In Tabel 1 is een overzicht van de debieten en onttrokken volumes per jaar gegeven.

Tabel 1 De onttrokken debieten en volumes van 2002 tot en met 2023

Jaar	Maximum [m ³ /uur]	Minimum [m ³ /uur]	Gemiddeld [m ³ /uur]	Volume [10 ⁶ m ³]	Eigenaar
2002	2 028	594	1 507	13.2	DSM
2003	1 875	1 093	1 486	13.0	DSM
2004	1 796	875	1 387	12.2	DSM
2005	1 321	-	1 155	10.1	DSM
2006	1 392	343	1 161	10.2	DSM
2007	1 347	926	1 170	10.3	DSM
2008	1 348	857	1 133	10.0	DSM
2009	1 572	694	1 178	10.3	GR*
2010	1 347	946	1 205	10.6	GR*
2011	1 336	963	1 198	10.5	GR*
2012	1 341	343	1 211	10.6	GR*
2013	1 250	830	1 145	10.0	GR*
2014	1 398	955	1 193	10.4	GR*
2015	1 565	911	1 165	10.2	GR*
2016	1 282	935	1 198	10.5	Gemeente
2017	1 333	829	1205/1094**	9.9	Gemeente
2018	1 165	636	1096/937**	8.8	Gemeente
2019	1 007	584	942/841**	7.7	Gemeente
2020	928	230	833/710**	6.7	Gemeente
2021	852	499	725	6.3	Gemeente
2022	786	531	717/595**	5.8	Gemeente
2023	606	407	599/493**	4.7	Gemeente

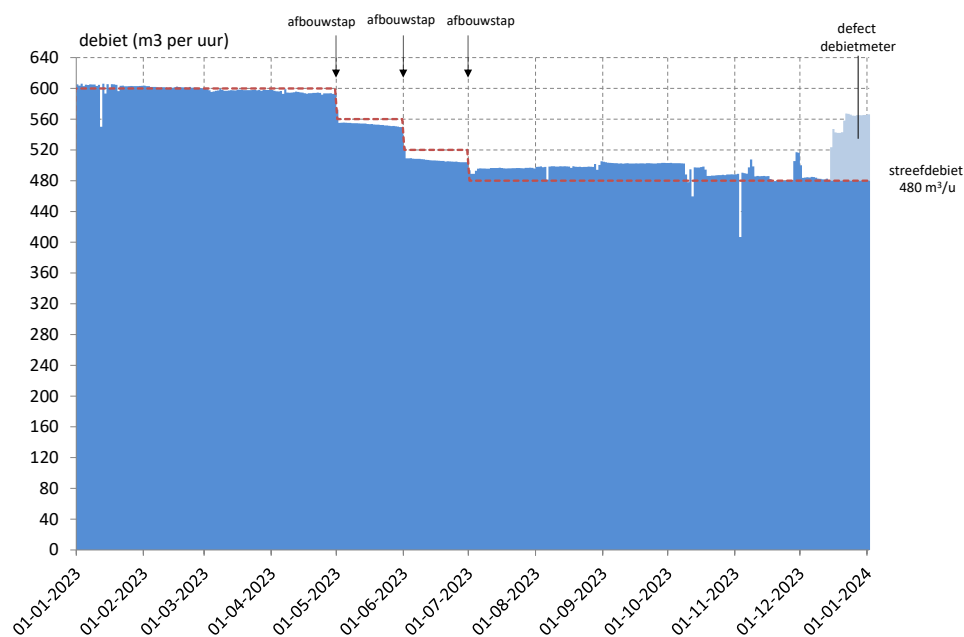
* GR is de Gemeenschappelijke Regeling Beheer Grondwateronttrekking Delft-Noord

** 1^e getal is van 1 jan tot 1 mei en het 2^e getal van 2 juli tot 31 dec.

In 2023 is tussen 1 januari en 1 mei gemiddeld 599 m³ per uur onttrokken. Het streefdebiet in die periode was 600 m³ per uur. Tussen 1 juli en 31 december is gemiddeld 493 m³ per uur onttrokken. Het streefdebiet was 480 m³ per uur. Hiervoor staan simultaan 8 pompen aan en 10 uit. Tussen de 18 pompputten wordt regelmatig gewisseld om de verschillende delen van de installatie gelijkmatig te belasten.

In Figuur 4 is verder op de data van 2023 ingezoomd. In de eerste weken na 1 juli draaide de installatie zo'n 500 m³ per uur in plaats van 480 m³ per uur. Dus 20 m³/uur hoger. Dit als gevolg van een technisch probleem met de frequentieomvormers in het gemaal. Dit is inmiddels opgelost.

Verder is te zien dat vanaf 15 december de hoofddebietmeter op de verzamelleiding is gaan afwijken van het bij elkaar opgetelde debiet van de verschillende bronnen. Vanwege de kerstvakantie was het lastig om deze te repareren: uiteindelijk is op 3 januari een nieuwe gemonteerd. Hiervoor heeft de installatie op 3 januari 2½ uur stilgestaan.

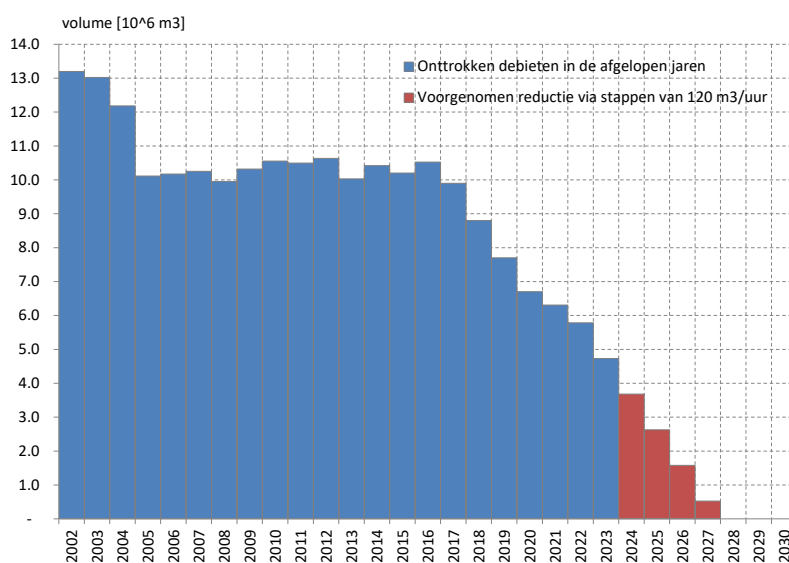


Figuur 4 Onttrokken debieten van 1 januari 2023 tot 1 januari 2024. Op 1 mei, 1 juni en juli zijn drie afbouwstappen doorgevoerd. Vanaf 15 december is de hoofddebietmeter gaan afwijken. Deze is op 3 januari vervangen.

2.3 De komende jaren

Figuur 5 is voorsnog het vertrekpunt voor het afbouwen van de grondwateronttrekking in de komende jaren, waarbij ieder jaar 120 m³/uur wordt afgebouwd. Met dit schema wordt de komende 4 jaar nog 8 miljoen m³ grondwater onttrokken.

De reductie van de onttrekking in 2023 is zonder problemen uitgevoerd. De Gemeente Delft is voornemens om in 2024 de onttrekking weer in drie kleine stappen van 480 m³ per uur naar 360 m³ per uur af te bouwen.



Figuur 5 Onttrokken debieten van 2002 tot en met 2023 en het voorgenomen afbouwschema waarbij de onttrekking met stappen van 120 m³/uur wordt afgebouwd.

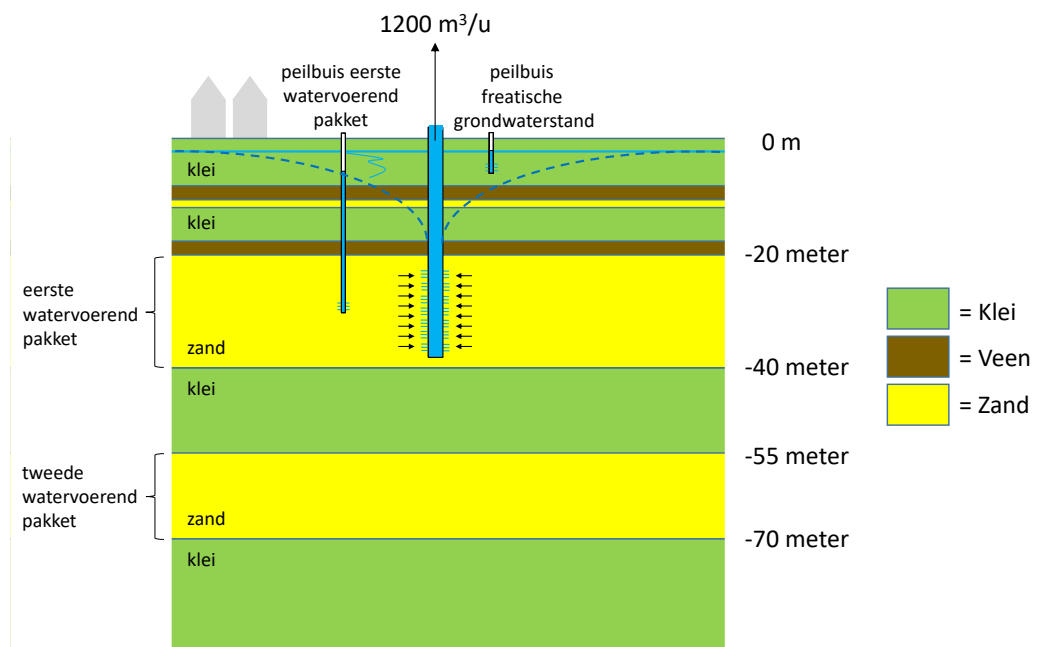
3

Stijghoogtes in het 1^e watervoerend pakket

3.1 Algemeen

De in het vorige hoofdstuk beschreven installatie onttrekt het water uit het eerste watervoerend pakket. Het eerste watervoerend pakket is een laag grof zand tussen -20 en -40 meter beneden maaiveld en heeft een kD -waarde tussen de 1000 tot 1700 m^2/d . De kD -waarde is een maat voor de transmissiviteit¹ van een watervoerende laag. In Figuur 6 is de situatie tot mei 2017 schematisch weergegeven, waarbij 1200 m^3/uur wordt onttrokken. De freatische grondwaterstand bevindt zich op ongeveer 1 meter onder het maaiveld. Terwijl de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket bij het puttenveld tot circa 10 meter onder het maaiveld is gezakt.

Deze stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is afhankelijk van de afstand tot de onttrekking. Voor het monitoren van de onttrekkingskegel wordt gebruik gemaakt van een meetnetwerk van 54 peilbuizen in het eerste watervoerend pakket van de provincie Zuid-Holland.



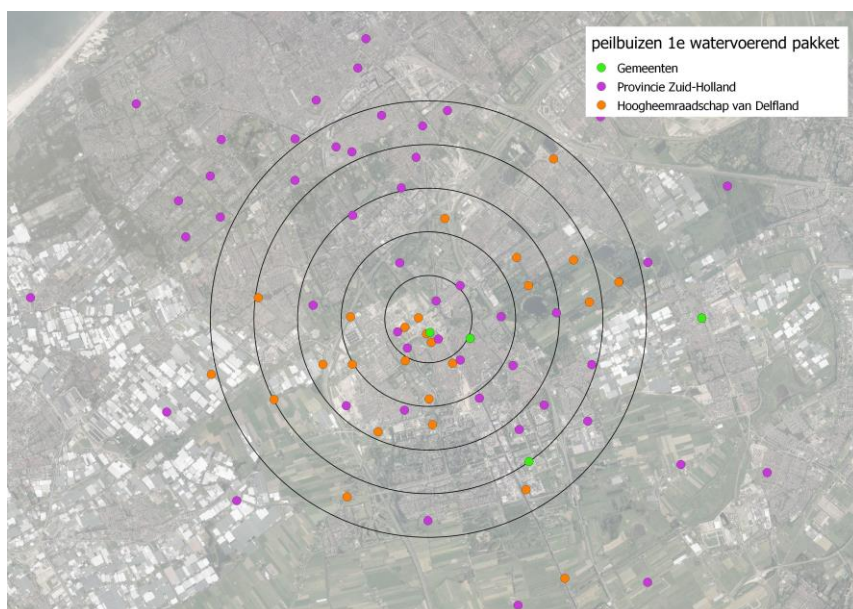
Figuur 6 Schematische weergave van onttrekkingskegel. De peilbuizen in het eerste watervoerend pakket hebben hun filter op zo'n 25 meter beneden maaiveld.

¹ Transmissiviteit = het gemak waarmee water door een granulaire laag kan stromen, gelijk aan het product van de waterdoorlatendheid en de laagdikte.

3.2 Continuïteit van het meetnet in 2023

In elke peilbuis van dit meetnet hangt een drukopnemer die ieder uur een waarneming opslaat. Deze gegevens worden vervolgens vier keer per jaar uitgelezen. De technische levensduur van een drukopnemer wordt bepaald door de batterij, die 8 tot 10 jaar moet meegaan. Het kan echter voorkomen dat een drukopnemer eerder defect raakt. Wanneer dit bij het uitlezen wordt geconstateerd, dan wordt de drukopnemer vervangen. De kwartaalgegevens van die peilbuis zijn in een dergelijk geval voor één kwartaal niet beschikbaar. Daarnaast verdwijnen peilbuizen door bijvoorbeeld graafwerkzaamheden.

Het netwerk van de provincie bestond in 2013 uit 54 peilbuizen. Hiervan zijn er in de afgelopen jaren 11 verdwenen, 2 teruggeplaatst en 1 overgenomen door de gemeente. Daarnaast heeft de gemeente Delft ook 3 en Pijnacker-Nootdorp 1 peilbuis in het eerste watervoerend pakket. Verder heeft het Hoogheemraadschap van Delfland ook 26 buizen in het 1^e watervoerend pakket. Dit maakt een totaal van 74 actieve buizen in 2023.

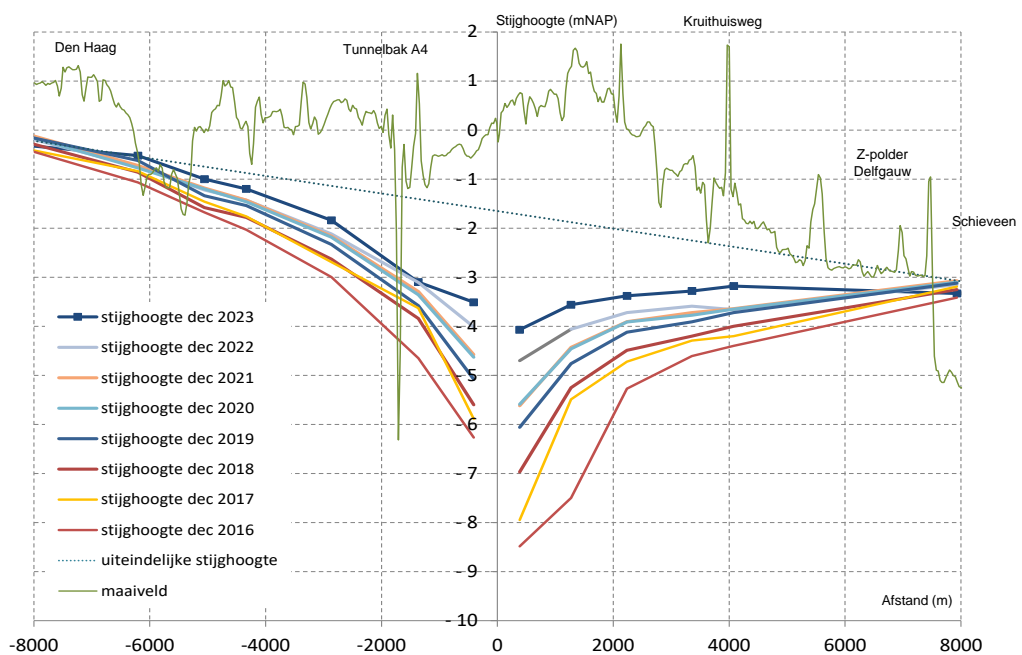


Figuur 7 Het netwerk van peilbuizen in het eerste watervoerend pakket. De cirkels bevinden zich op 1 tot 5 km van de onttrekking.

3.3 Raai noordwest-zuidoost

Uit dit netwerk aan peilbuizen is een raai van noordwest naar zuidoost geselecteerd om inzicht te krijgen in de in Figuur 6 geschetste onttrekkingskegel. In Figuur 8 zijn de gebruikte peilbuizen opgenomen (boven) en (onder) de gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket van de maanden december 2016 tot en met december 2023. Voor december is gekozen, omdat in deze maand doorgaans geen werkzaamheden aan de installaties worden uitgevoerd en omdat de effecten van de reductiestappen dan voldoende zijn gestabiliseerd.

In Figuur 8 is te zien dat de onttrekkingskegel niet symmetrisch is. In het zuidoosten kruist de raai de Zuidpolder van Delfgauw met het maaiveld op -3 meter en polder Schieveen met het maaiveld op -5 meter. Door de reductiestappen van 2017 tot en met 2023 zijn de stijghoogtes omhooggekomen ten opzichte van december 2016. Op 5 km van de onttrekking is de stijghoogte in de afgelopen jaren circa 0.7 meter gestegen en dicht bij de onttrekking circa 4.5 meter.



Figuur 8 Raai van noordwest naar zuidoost en de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket.

3.4 5 peilbuizen uit de vergunning

In de vergunning voor de onttrekking van de gemeente Delft van 23 april 2015 zijn 5 peilbuizen opgenomen: B37E0275, B37E312, B37E34743, B37E3507 en B37E3502 (zie Figuur 9). In deze peilbuizen moet de gemeente 1 x in de veertien dagen de stijghoogte meten. In de praktijk wordt de stijghoogte elk uur gemeten en automatisch naar een centrale database verstuurd.



Figuur 9 De 5 peilbuizen in Delft waar conform de vergunning de stijghoogte wordt gemeten

In Tabel 2 zijn de gemiddelde stijghoogtes in de maand december van de afgelopen jaren opgenomen. In de laatste kolom staat de bovengrens waar de stijghoogte onder moet blijven tot dat begonnen mag worden met een volgende afbouwstap. Op geen van de locaties is deze bovengrens bereikt.

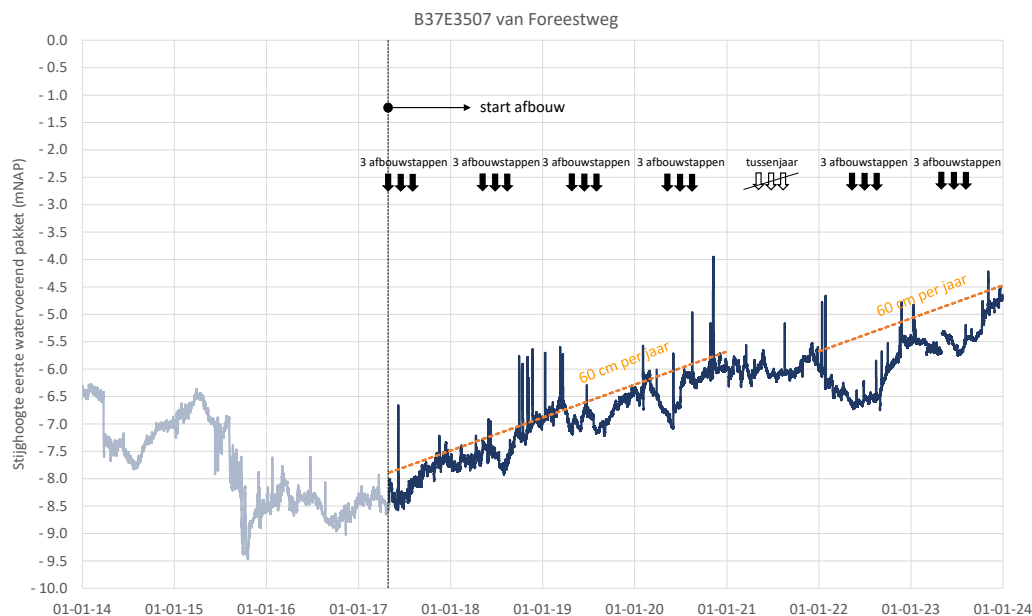
Tabel 2 Gemeten gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket in dec 2016 t/m 2021.

Peilbuis	Straat	Gemeten dec 2016 (mNAP)	Gemeten dec 2017 (mNAP)	Gemeten dec 2018 (mNAP)	Gemeten dec 2019 (mNAP)	Gemeten dec 2020 (mNAP)	Gemeten dec 2021 (mNAP)	Gemeten dec 2022 (mNAP)	Gemeten dec 2023 (mNAP)	Bovengrens afbouwstap (mNAP)
B37E3507	Foreestweg	-8.6	-7.7	-6.9	-6.5	-5.9	-5.8	-5.5	-4.7	-4.6
B37E0275	't Jaagpad	-6.5*	-6.0	-5.7	-5.1	-4.6	-4.6	-4.0	-3.5	-3.3
B37E3473	Doelenstraat	-6.1*	-5.4	-5.1	-4.6	-4.4	-4.4	-4.0	-3.5	-3.3
B37E0312	B. Powellpad	-5.1	-4.6	-4.5	-4.0	-3.8	-3.8	-3.5	-3.2	-3.1
B37E3502	B. vd Polweg	-4.6	-4.3	-4.2	-3.9	-3.8	-3.7	-3.6	-3.3	-3.1

* van december 2016 zijn er geen metingen van de peilbuizen B37E0275 en B37E3473, maar wel van januari 2017. De hier opgenomen -6.5 en -6.1 mNAP zijn de waarnemingen van januari 2017.

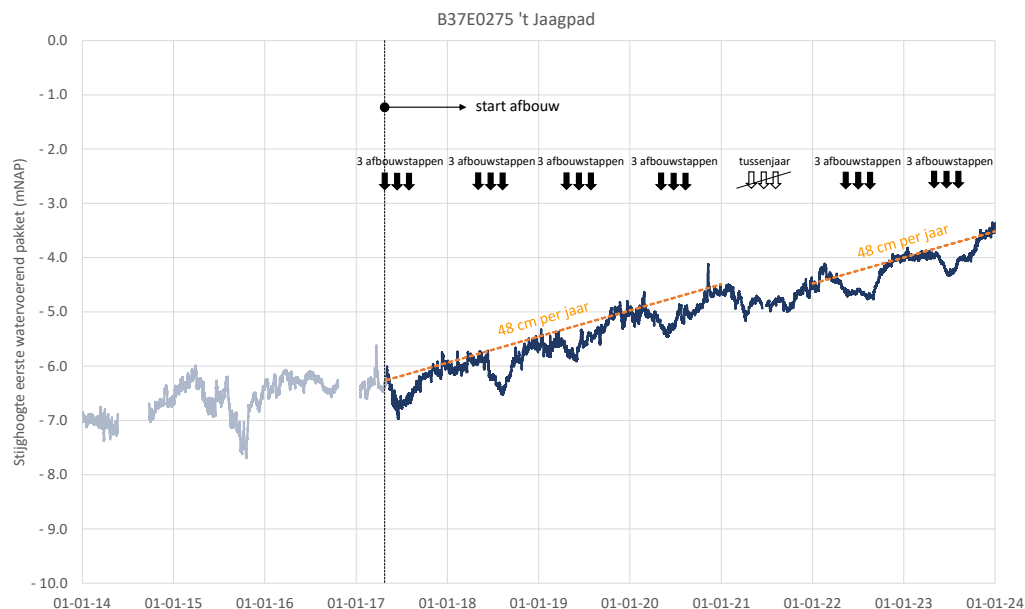
In Figuur 10 tot en met Figuur 14 zijn van deze 5 peilbuizen de metingen tussen januari 2014 tot en met 1 januari 2024 opgenomen.

In Figuur 10 van de Foreestweg is de hoogst gemeten stijghoogte kortstondig -3.95 mNAP op maandagochtend 9 november 2020 om 11:00 uur. Dit omdat tussen 6 en 9 november een gedeelte van de installatie niet heeft gedraaid. De laatst gemeten waterstand in 2023 was -4.68 mNAP. De Oranje stippellijn stijgt 60 cm per jaar.



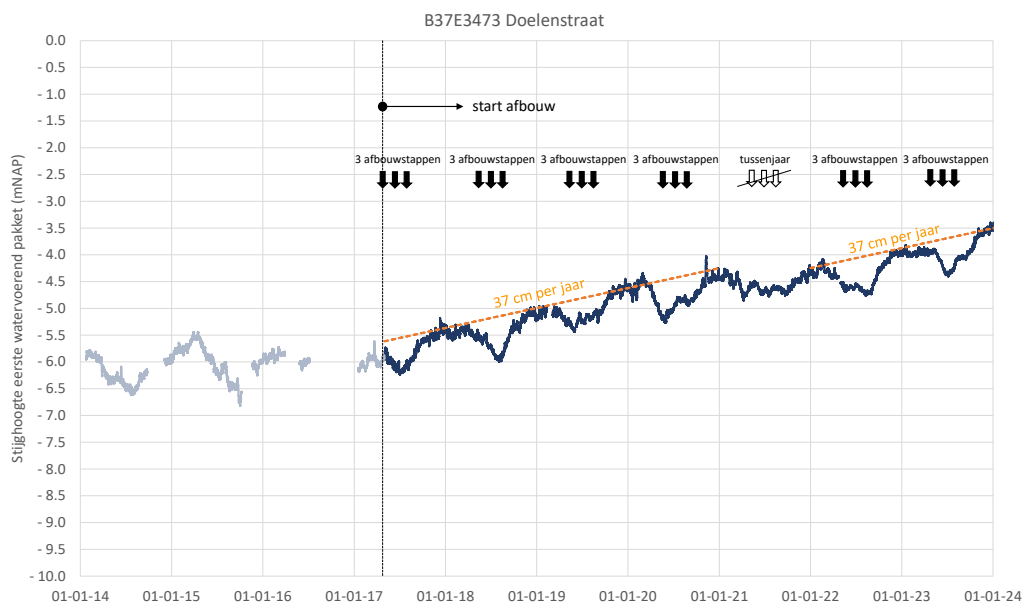
Figuur 10 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2024 aan de Foreestweg.

In Figuur 11 staan de metingen van 't Jaagpad-Rijswijk. Vóór 2017 heeft in deze peilbuis twee keer een defecte drukopnemer gehangen. Hierdoor ontbreken twee periodes. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.35 mNAP op 21 december 2023. De laatst gemeten stijghoogte van 2023 was -3.45 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 48 cm per jaar.



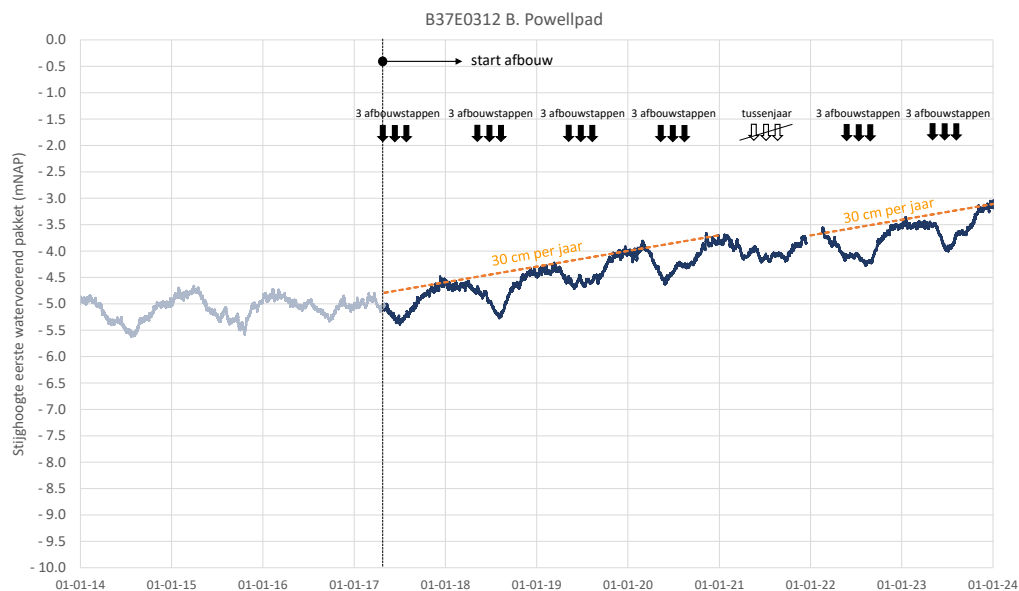
Figuur 11 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2024 aan 't Jaagpad.

In Figuur 12 staan de metingen van de Doelenstraat. Ook hier ontbreken vóór 2017 een aantal periodes door falende drukopnemers. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.40 mNAP op 21 december 2023. De laatst gemeten stijghoogte van 2023 was -3.47 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 37 cm per jaar.



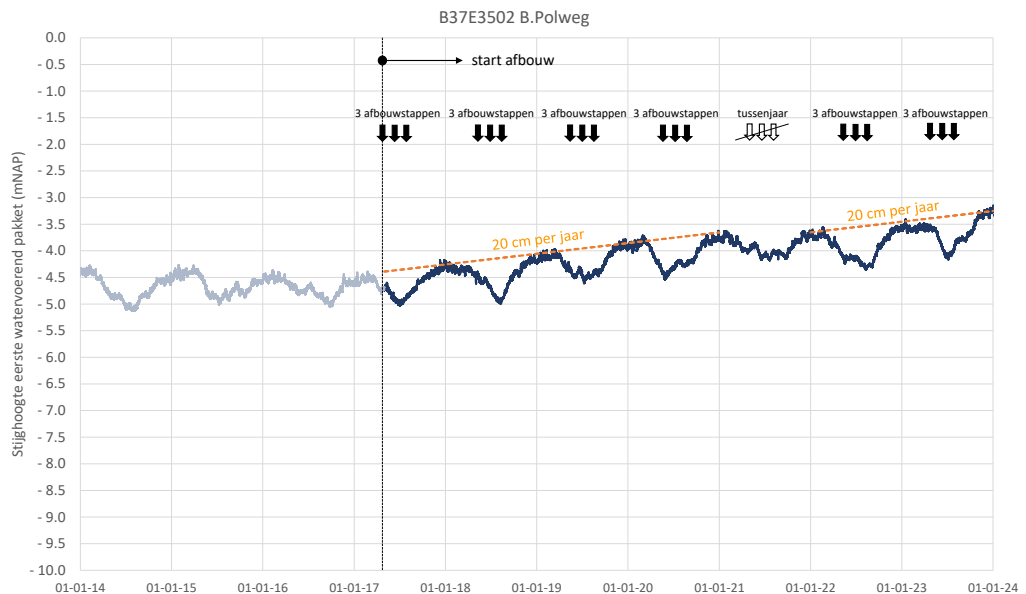
Figuur 12 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2024 in de Doelenstraat.

Figuur 13 staan de metingen van het Baden Powellpad. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.05 mNAP op 21 december 2023. De laatst gemeten stijghoogte van 2023 was -3.10 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 30 cm per jaar.



Figuur 13 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2024 aan het Baden Powellpad.

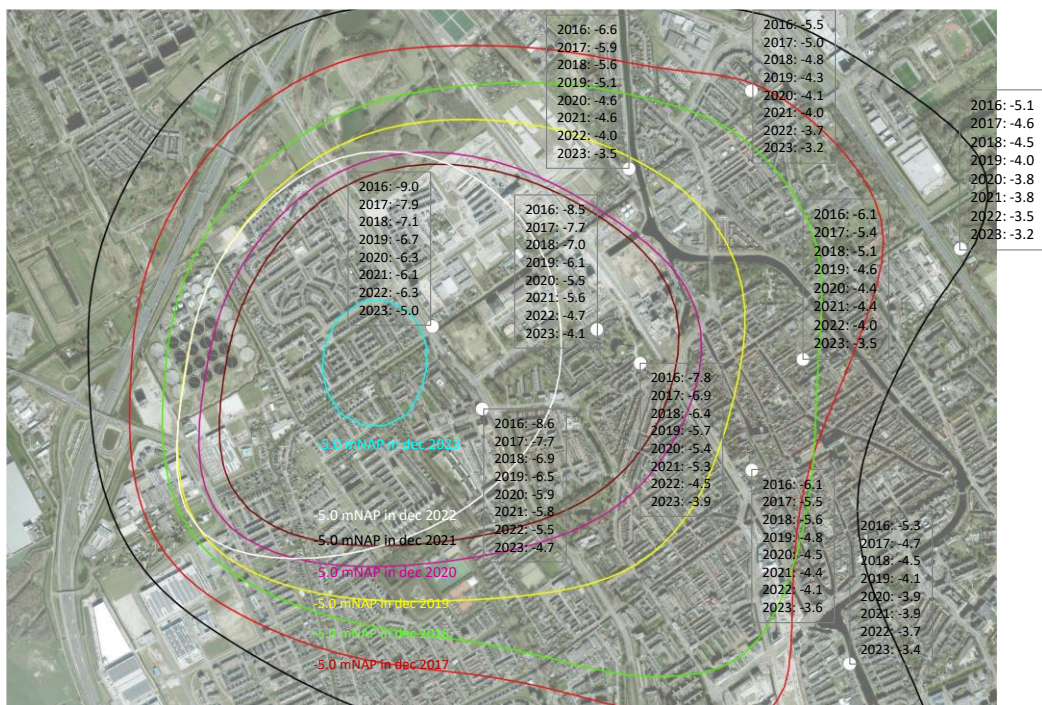
In Figuur 14 staan de metingen van de hoek Balthasar van der Polweg/Mekelpark. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.19 mNAP op 21 december 2023. De laatst gemeten stijghoogte van 2023 was -3.21 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 20 cm per jaar.



Figuur 14 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2024 aan de Balthasar van der Polweg.

3.5 De -5 meter NAP isohypse in de afgelopen jaren

Met de gemiddelde metingen in december van de peilbuizen in het eerste watervoerend pakket is voor elk jaar de -5 mNAP isohypse geïnterpoleerd (Zie Figuur 15). Door de afbouwstappen komt de -5 mNAP isohypse steeds dichterbij de onttrekking te liggen. Daarnaast is in 2022 de isohypse een stuk naar het westen verplaatst door het uitzetten van de laatste bronnen op het DSM-terrein en bijschakelen van bronnen aan de Prinses Beatrixlaan en Meeslaan.

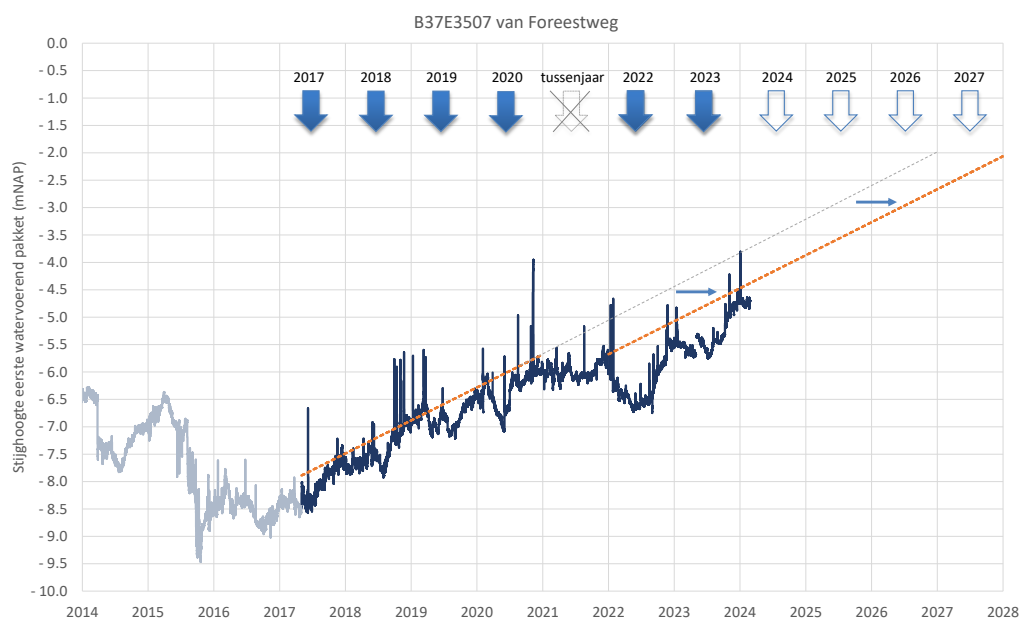


Figuur 15 De -5 mNAP isohypsen en stijghoogtes in de afgelopen jaren rond de onttrekking.

3.6 De komende jaren

De metingen na de afbouwstappen van de afgelopen jaren laten een vergelijkbare geleidelijke toename zien. Nabij de onttrekking kwam de stijghoogte in de afgelopen jaren ieder jaar gemiddeld zo'n 0.6 meter omhoog. Dit valt binnen de op voorhand voorspelde toename van de stijghoogte.

Deze stapgroottes in de toename van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket laten zich goed extrapoleren naar de toekomst. Praktisch zijn er nog 4 afbouwstappen te gaan als de grondwateronttrekking tot 0 m³/uur wordt afgebouwd. Als ook bij de toekomstige afbouwstappen bij elke stap de stijghoogte 0.6 meter zal stijgen, zal de uiteindelijke stijghoogte 2.4 meter hoger komen te liggen. De huidige stijghoogte nabij de onttrekking is circa -4.7 mNAP (zie ook Figuur 16). Bij elkaar opgeteld komt de stijghoogte dan eind 2027 op circa -2.3 mNAP. Uiteraard zal jaarlijks met behulp van alle metingen gecontroleerd worden of de metingen uit de praktijk met de verwachtingen overeenkomt, alvorens tot een volgende stap wordt besloten.



Figuur 16 Stijghoogte in het 1e wvp aan de Foreestweg De prognose voor eind 2027 is een stijghoogte van ongeveer -2.3 mNAP. De stijghoogte zal dus nog zo'n 2.4 meter stijgen.

4

Freatische grondwaterstanden

4.1 Algemeen

De onttrekking in het eerste watervoerend pakket krijgt zijn water via wegzijging uit de bovenliggende deklaag. De verwachting is dat bij het reduceren van de onttrekking de bandbreedte waarbinnen de freatische grondwaterstanden in de huidige situatie fluctueren iets zal verschuiven. In droge gebieden wordt het gemiddeld minder droog en in nu al natte gebieden, wordt het natter. De mate waarin dit gebeurt en of dit tot overlast of schade leidt, hangt af van de lokale situatie. Bijvoorbeeld in gebieden waar drainage is aangelegd of de gemiddelde grondwaterstand vrij diep zit, zal een geleidelijke en geringe toename van de gemiddelde grondwaterstand zonder overlast of schade aan funderingen of bomen e.d. kunnen worden opgevangen.

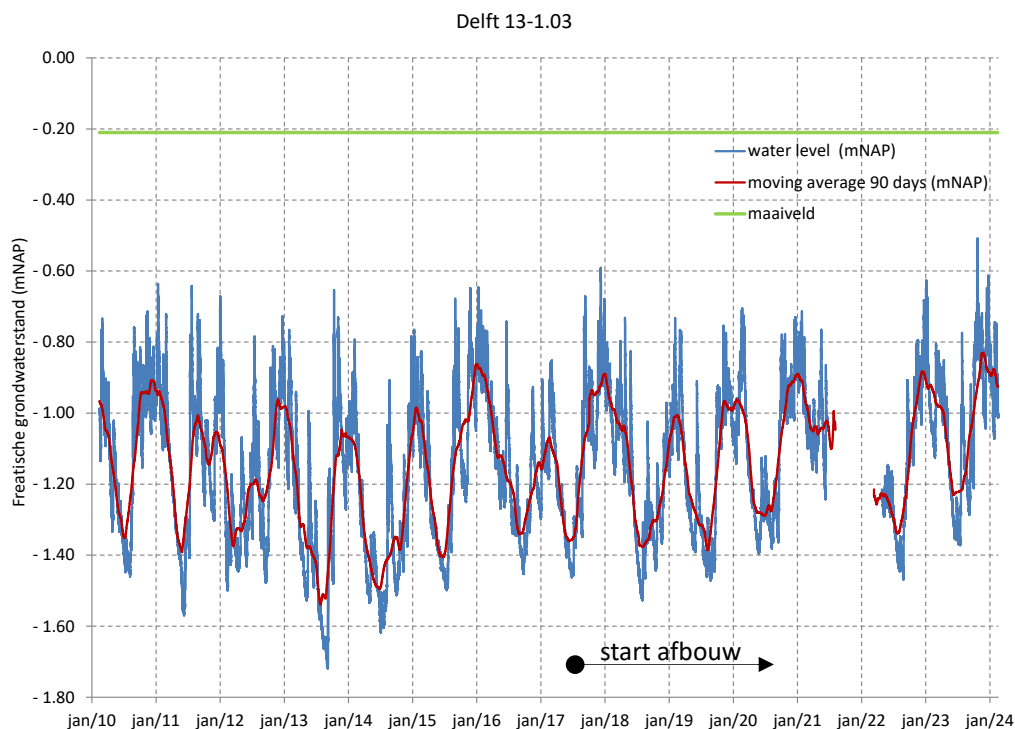
Om te monitoren of en hoe de grondwaterstanden veranderen, is door de gemeenten Rijswijk, Westland, Leidschendam-Voorburg, Midden-Delfland, Pijnacker-Nootdorp, Den Haag en Delft een uitgebreid grondwatermeetnet aangebracht. Daarnaast heeft het Hoogheemraadschap van Delfland een aantal peilbuizen in het buitengebied. In totaal zijn er circa 700 peilbuizen waarin elk uur met behulp van drukopnemers de grondwaterstand wordt gemeten (Zie Figuur 17). Afhankelijk van de apparatuur wordt deze drukopnemer of twee keer per jaar uitgelezen of is gekoppeld aan telemetrie, waarmee de data via het mobiele telefoonnetwerk wordt doorgestuurd.



Figuur 17 De 700 Peilbuizen rond de onttrekking waar elk uur de grondwaterstand wordt gemeten.

4.2 Freatische grondwaterstanden van peilbuis Delft 13-1.03

Een peilbuis die dicht op de onttrekking staat, is peilbuis 13-1.03 van de gemeente Delft aan de Pasteurstraat net ten zuiden van het DSM-terrein. De afgelopen jaren waargenomen waterstanden staan in Figuur 18. Het maaiveld rond de peilbuis ligt op -0.21 mNAP. Afhankelijk van het seizoen varieerde de grondwaterstand (blauwe lijn) grofweg tussen -0.8 mNAP en -1.5 mNAP. In de tijdserie ontbreekt door een defecte drukopnemer de periode 29 juni 2021 tot 5 mei 2022.



Figuur 18 Freatische grondwaterstanden in peilbuis Delft 13-1.03 van 12 feb 2010 tot 28 februari 2024

Het sterk fluctuerende karakter van de grondwaterstand in Figuur 18 maakt het lastig om de verschillende jaren vóór en na de start van de reductie van de grondwateronttrekking met elkaar te vergelijken. De gemiddelde wintergrondwaterstand is hiervoor een geschiktere parameter. Hiertoe is per peilbuis een voortschrijdend gemiddelde van 90 dagen bepaald (rode lijn) en vervolgens voor elk hydrologisch jaar (1 april - 31 maart) het maximum geselecteerd (Zie Tabel 3).

Deze maxima laten sinds de start van de afbouw nog geen systematische toename van de freatische grondwaterstand zien. De verschillen tussen de jaren worden veroorzaakt door verschillen in de hoeveelheid neerslag. De hoogste grondwaterstand is gemeten op 3 november 2023. In de drie weken vóór 3 november viel al 212 mm neerslag en op 3 november nog eens 53 mm in 24 uur.

Tabel 3 Maximum van het 90 dagen voortschrijdend gemiddelde van peilbuis Delft 13-1.03

Hydrologisch jaar	Max voortschrijdend gemiddelde 90 dagen	Bijbehorende ontwateringsdiepte
2010-2011	-0.91 mNAP	0.70 m-mv
2011-2012	-1.01 mNAP	0.80 m-mv
2012-2013	-0.96 mNAP	0.77 m-mv
2013-2014	-1.05 mNAP	0.84 m-mv
2014-2015	-0.98 mNAP	0.77 m-mv
2015-2016	-0.86 mNAP	0.65 m-mv
2016-2017	-1.01 mNAP	0.80 m-mv
2017-2018	-0.89 mNAP	0.68 m-mv
2018-2019	-1.01 mNAP	0.80 m-mv
2019-2020	-0.96 mNAP	0.75 m-mv
2020-2021	-0.89 mNAP	0.68 m-mv
2021-2022	NA	NA
2022-2023	-0.88 mNAP	0.67 m-mv
2023-2024	-0.83 mNAP	0.62 m-mv

4.3 De ontwateringsdiepte bij alle peilbuizen

Door de gemeente Delft worden al jaren alle meetgegevens verzameld van alle freatische peilbuizen in de omgeving van Delft. In 2013 waren dat 690 peilbuizen. Een groot gedeelte hiervan is destijds speciaal voor de grondwateronttrekking geïnstalleerd en een gedeelte bestond uit langer bestaande peilbuizen. Sindsdien zijn er buizen ontmanteld en nieuwe buizen bijgekomen. Nu eind 2021 zijn er zo'n 771 buizen waarvan de data actief wordt verzameld. Bij de meeste gemeenten zijn er in het afgelopen jaar enkele peilbuizen bijgeplaatst (Zie Tabel 4).

Tabel 4 Overzicht van het aantal beschikbare peilbuizen in 2013 en 2021

Gemeente	Aantal peilbuizen (2013)	Aantal peilbuizen (2023)
Delft	201	227*
Westland	156	170
Leidschendam-Voorburg	90	94
Pijnacker-Nootdorp	101	114
Rijswijk	59	58
Den Haag	29	31
Midden-Delfland	25	33
HH Delfland**	29	37
Totaal	690	764

* 19 peilbuizen zijn in de nabijheid van diepe parkeergarages geplaatst om de grondwaterstand naast deze garages te monitoren.

** Deze buizen zijn van het GGOR-netwerk van het hoogheemraadschap van Delfland.

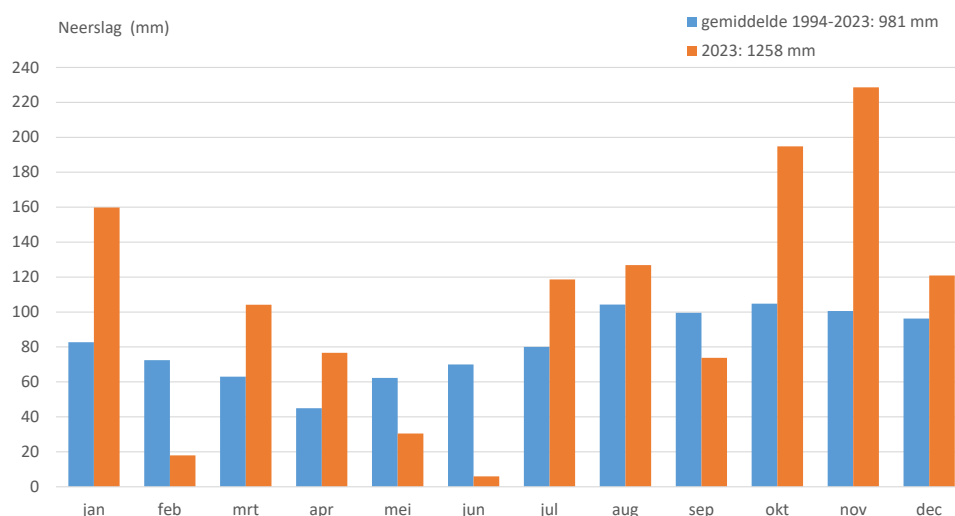
Van deze 764 peilbuizen in 2023 komt niet altijd data door. Bij 90% van deze peilbuizen zijn de gegevens nagenoeg compleet. Bij circa 10% ontbreken meer dan 30 dagen door:

- Een defect aan de drukopnemer;
- Een (tijdelijk) niet toegankelijke peilbuis;
- De laatste uitleesronde voor 1 december 2023 was;

Wanneer sprake is van een defecte drukopnemer of peilbuis niet meer toegankelijk is, zijn de data voor die periode verloren. Als een peilbuis tijdelijk niet toegankelijk is, of de laatste uitleesronde voor 1 december was, worden de data bij de volgende uitleesronde in het voorjaar van 2024 aangevuld.

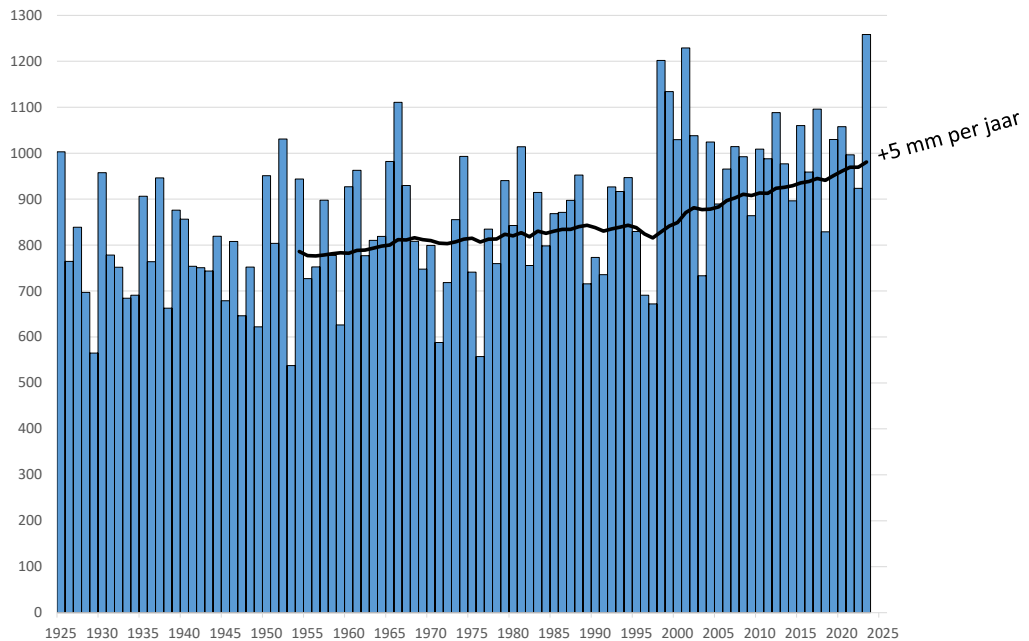
Op alle locaties met gegevens was het in de winter van 2023/2024 aanzienlijk natter dan het gemiddelde van voorgaande jaren. Dit vooral doordat het vanaf 12 oktober tot 31 december op 71 dagen heeft geregend en maar 10 dagen droog geweest is.

Qua totale neerslag was 2023 een extreem nat jaar: 1258 mm tegen gemiddeld 981 mm. Gedurende het jaar waren er hele natte en hele droge maanden. In 2023 was vooral november extreem nat. In deze maand viel 229 mm. Terwijl in de afgelopen 30 jaar in Delft gemiddeld in november 100 mm is gevallen (Zie Figuur 19). Daarentegen waren februari en juni weer heel erg droog.



Figuur 19 Gemiddelde neerslag per maand in Delft en de neerslag van 2023. Het afgelopen jaar was zelfs met de droge maanden februari en juni erg nat. In totaal viel er 1258 mm (bron: KNMI dagwaarnemingen station 449 Delft).

Sinds gestart is met de afbouw waren nagenoeg alle jaren natter dan gemiddeld. Het lijkt erop dat er in de afgelopen decennia meer natte dan droge jaren optreden. Voor Figuur 20 is de jaarneerslag van station Delft van het KNMI gebruikt. In Delft wordt sinds 1925 continu gemeten. De zwarte lijn is het voortschrijdend gemiddelde over een periode van 30 jaar. In de jaren zestig was het gemiddelde nog maar zo'n 800 mm. Vanaf 1998 klimt het gemiddelde elk jaar met 5mm en is inmiddels 981 mm per jaar.



Figuur 20 Neerslag per jaar in Delft sinds 1925 (bron: KNMI dagwaarnemingen station 449 Delft)

4.4 Peilbuizen in het centrum van Delft

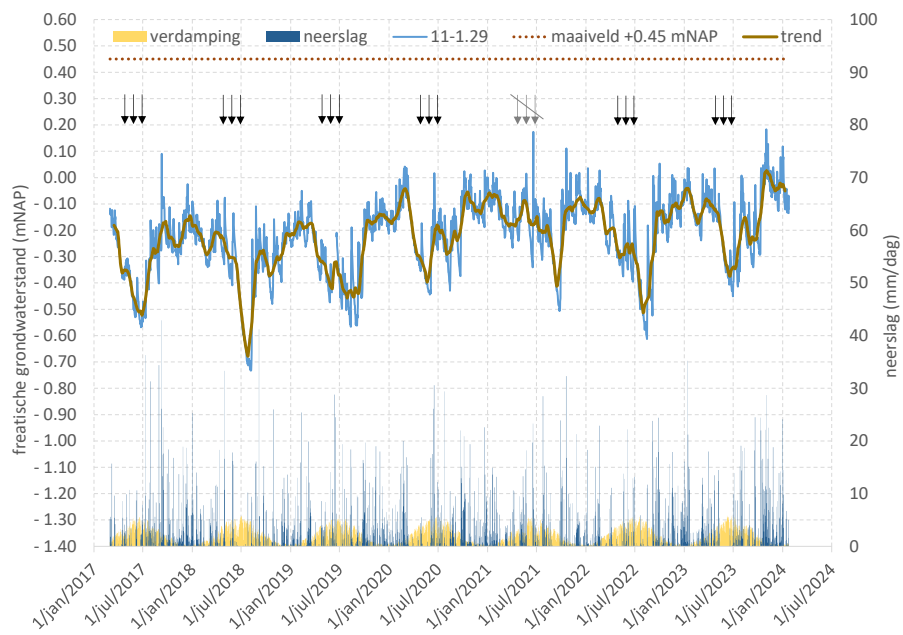
In overleg met de bewonersverenigingen in het centrum van Delft zijn in maart 2017 een zestal nieuwe peilbuizen geplaatst. Hiervoor zijn locaties in het centrum uitgekozen waar verwacht werd dat overlast door hoge grondwaterstanden het eerst merkbaar zou zijn. De locaties van deze buizen zijn:

- Halverwege de Houthaak in het doodlopende dwarsstuk (11-1.29);
- Binnenterrein Doelenstraat (11-1.30);
- Speeltuin halverwege de van der Mastenstraat (11-1.31);
- Achter slager van Dam, Hofje van Pauw (11-1.32);
- Halverwege Visstraat (11-1.33);
- Speelsterrein Max Havelaarschool (11-1.34).

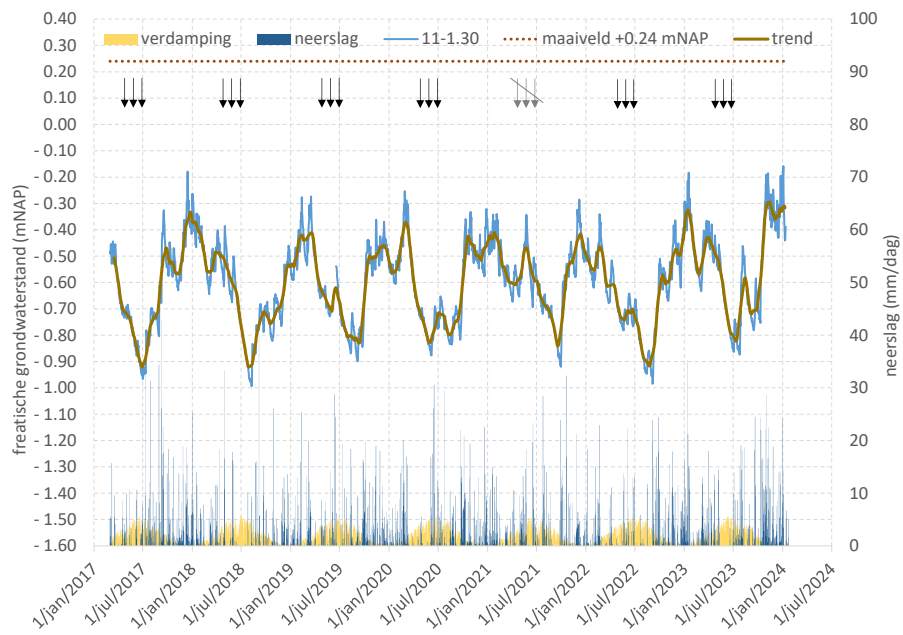
In Figuur 21 zijn deze locaties opgenomen en in Figuur 22 tot en met Figuur 27 zijn de metingen vanaf 1 maart 2017 tot 1 januari 2024 opgenomen. Door het droge jaar 2018 (met 829 mm) en natte jaren 2019 (met 1030 mm) en 2020 (met 1061 mm) en de gemiddelde jaren 2021 (970 mm) en 2022 (923 mm) en het extreem natte jaar (1258 mm) is afhankelijk van de locatie, goed te zien dat vooral het uitzakken van de zomergrondwaterstand tussen deze jaren verschilt. De pieken in de wintergrondwaterstanden zijn om en nabij gelijk. Er is nog geen sprake van een door de reductie van de grondwateronttrekking veroorzaakte waarneembare jaarlijkse toename van de grondwaterstanden.



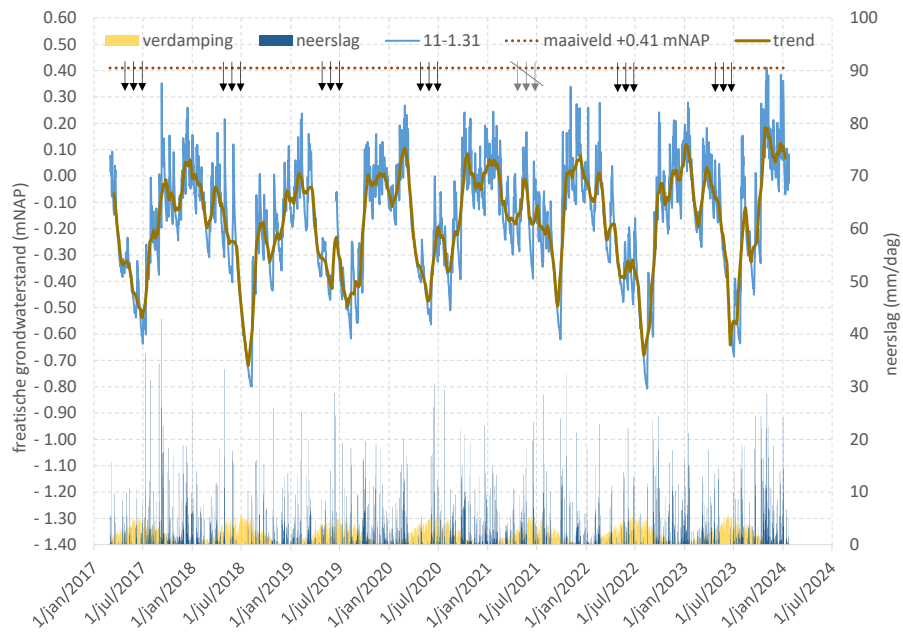
Figuur 21 De locaties van de in maart 2017 geplaatste peilbuizen in het centrum van Delft



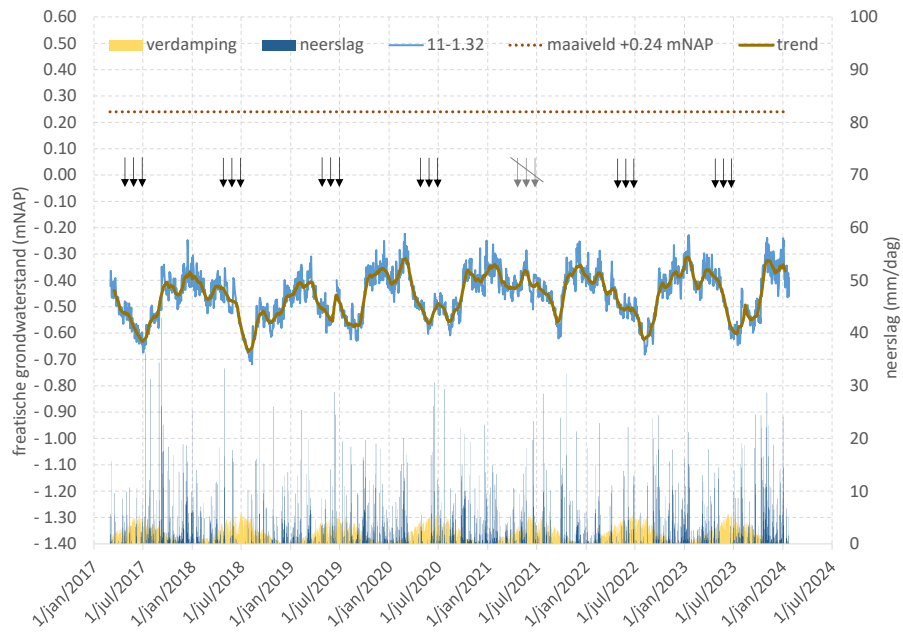
Figuur 22 Freatische grondwaterstanden in de Houthaak. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 74 cm onder maaiveld. In 2018 was dit 77 cm, in 2019 was dit 72 cm, in 2020 64 cm, in 2021 61 cm, in 2022 op 67 cm en in 2023 60 cm.



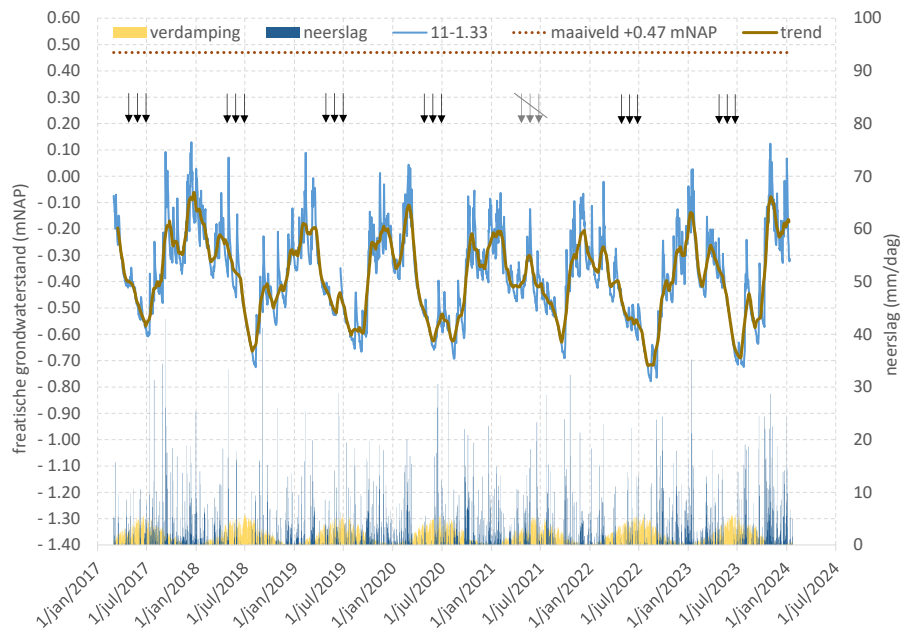
Figuur 23 Freatische grondwaterstanden in de Doelenstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 88 cm onder maaiveld. In 2018 was dit 87 cm onder maaiveld. In 2019 was dit 83 cm, in 2020 85 cm, in 2021 81 cm, in 2022 op 89 cm en in 2023 77 cm.



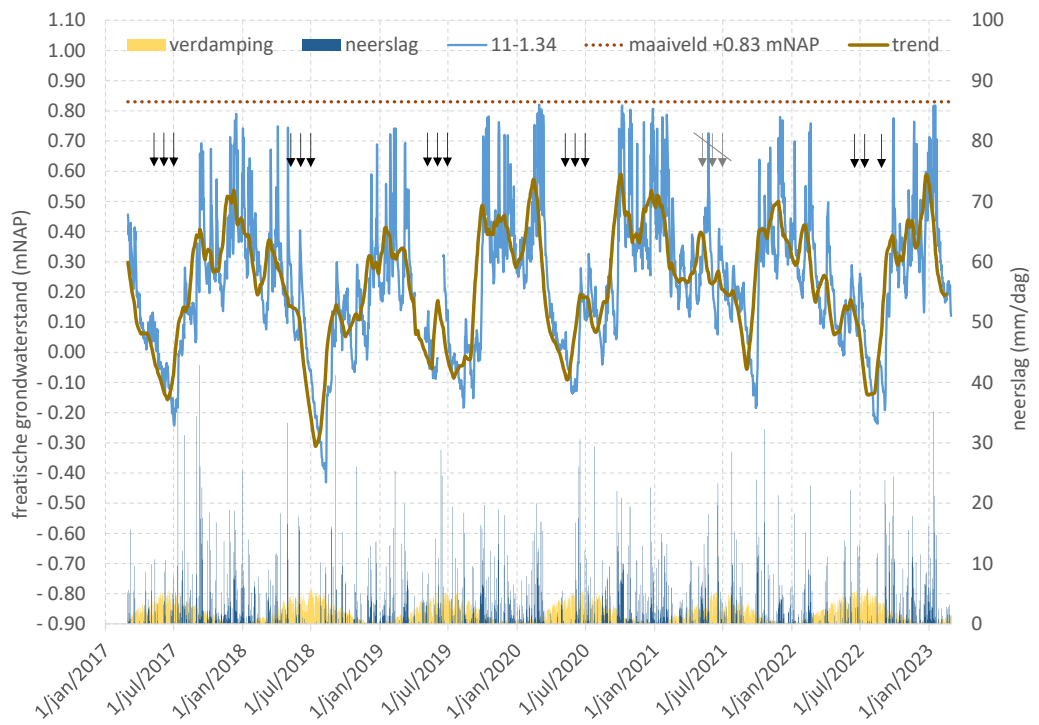
Figuur 24 Freatische grondwaterstanden in de van der Mastenstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 62 cm onder maaiveld. In 2018 op 65 cm onder maaiveld, in 2019 was dit 60 cm, in 2020 56 cm, in 2021 53 cm, in 2022 op 63 cm en in 2023 52 cm.



Figuur 25 Freatische grondwaterstanden nabij het Hofje van Pauw. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 73 cm onder maaiveld. In 2018 op 74 cm en in 2019 was dit 70 cm, in 2020 69 cm, in 2021 65 cm, in 2022 op 70 cm en in 2023 67 cm.



Figuur 26 Freatische grondwaterstanden in de Visstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 80 cm onder maaiveld. In 2018 was dit op 85 cm, in 2019 was dit 84 cm, in 2020 88 cm, in 2021 85 cm, in 2022 op 92 cm en in 2023 85 cm.



Figuur 27 Freatische grondwaterstanden speelterrein Max Havelaarschool. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 64 cm onder maaiveld. In 2018 op 69 cm, in 2019 was dit 61 cm, in 2020 57 cm, in 2021 53 cm, in 2022 op 62 cm en in 2023 54 cm.

4.5 De komende jaren

Door het langzaam reduceren van de onttrekking zal de huidige wegzijging de komende jaren minder worden en in sommige laaggelegen polders omslaan in kwel. Deze afname in wegzijging of omslag van wegzijging naar kwel, in combinatie met de ieder jaar andere meteorologische omstandigheden en de te verwachten klimaatverandering, maken dat het lastig is om de toekomstige grondwaterstanden te voorspellen.

De monitoringstrategie is om voor alle peilbuizen het 90 dagen voortschrijdend gemiddelde van de afgelopen jaren te blijven bepalen. Voor zowel de peilbuizen ver weg als in de buurt van de onttrekking, levert dit een beeld op van hoe de gemiddelde grondwaterstand fluctueert.

Als in Delft-Noord door de reductie van de onttrekking de freatische grondwaterstanden systematisch hoger worden, zullen de gemiddelde wintergrondwaterstanden ook hoger worden. De aanpak die nu wordt gevolgd, is om voor een vaste selectie van 10 peilbuizen dicht bij de onttrekking en waar nu al hoge grondwaterstanden optreden 10 'spiegel-peilbuizen' te volgen die minimaal 2.5 km van de onttrekking liggen en vergelijkbaar gedrag vertonen. Door de peilbuizen die buiten de invloedssfeer van de onttrekking liggen te vergelijken met die binnen de invloedssfeer, zijn de gevolgen van de afbouw van de onttrekking inzichtelijk.

Het te verwachten effect van de afbouw van de onttrekking op de grondwaterstand is gering. Naarmate de onttrekkingskegel zich sluit, zal er minder ondiep grondwater, afkomstig van neerslag, kunnen wegzijgen naar het eerste watervoerend pakket. Ook zonder de onttrekking is in Delft nog steeds sprake van wegzijging, maar minder dan voorheen. Momenteel is de hoeveelheid water die in de bodem weg kan zakken potentieel 1.5 mm/m² per etmaal op de locatie van de onttrekking. Dit is zo gering, omdat een dikke slecht waterdoorlatende deklaag zorgt voor een beperkte toestroom van freatisch grondwater naar het eerste watervoerend pakket.

Als de grondwateronttrekking wordt afgebouwd dan zullen de grootste veranderingen in wegzijging op die locaties optreden waar de deklaag het dunst is: zoals bij watergangen en de tunnelbak van de A4 in Rijswijk. Bij een totale afbouw naar 0 m³/uur zijn de geschatte veranderingen rond de onttrekking zelf in de orde grootte van 0.2 tot 0.4 mm/m² per dag. Bij het afbouwen in 10 stappen betekent dit dat per afbouwstap de verandering in wegzijging rond de onttrekking in de orde grootte ligt van 0.02 tot 0.04 mm/m² per dag.

Het effect van deze verandering in wegzijging valt in het niet in vergelijking tot de neerslag en verdamping en capaciteit van de bestaande ontwateringsmiddelen. De riolering, drainage, grachten, etc. kunnen deze verandering in wegzijging eenvoudig opvangen. Het afbouwen van de grondwateronttrekking heeft een beperkte rol in de fluctuaties van de grondwaterstanden in en om Delft. Wel blijft het noodzakelijk dat de gemeente drainage blijft aanleggen op locaties met nu al hoge grondwaterstanden om grondwateroverlast te blijven voorkomen.

5

Deformatie van maaiveld

5.1 Algemeen

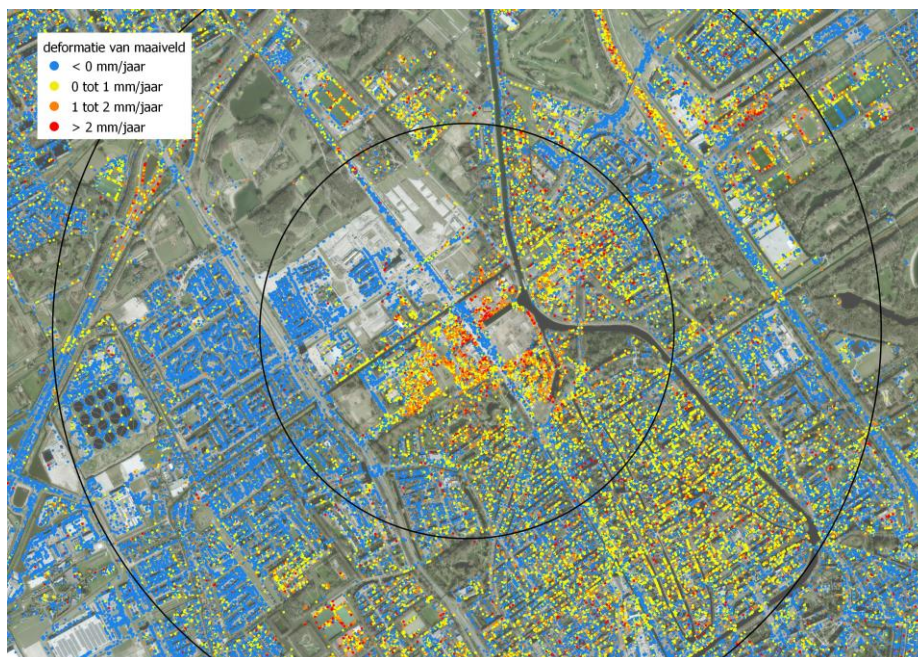
Verwacht wordt dat wanneer de grondwateronttrekking stapsgewijs wordt gereduceerd, de waterspanning in de ondergrond verandert, waardoor de samendrukbare bodemlagen iets zullen terugveren. Door Deltares is in 2008 geschat (Deltares, 2008) dat bij een volledige stopzetting het maaiveld binnen de grenzen van het DSM-terrein in 30 jaar tijd meer dan 10 cm kan zwellen. Buiten het DSM-terrein is het omhoogkomen van het maaiveld beperkt tot enkele centimeters. Het abrupt en ongelijkmatig zwellen van het maaiveld met ongewenste effecten op gebouwen, constructies, waterkeringen en infrastructuur is één van de grootste risico's. Dit is dan ook de voornaamste reden waarom het reduceren zorgvuldig en geleidelijk wordt doorgevoerd en tegelijkertijd uitgebreid wordt gemonitord.

5.2 De afgelopen jaren

Voor het monitoren van de verandering in maaiveldhoogte wordt gebruik gemaakt van INSAR-metingen van de TerraSAR-X satelliet. Deze satelliet vliegt op 500 km boven het aardoppervlak en is eigendom van een joint venture tussen het *German Aerospace Center* en *Airbus Defense and Space*. Met INSAR-metingen kunnen deformaties van maaiveld worden gemeten door twee satellietbeelden van verschillende tijdstappen met elkaar te vergelijken. De verandering in hoogte wordt afgeleid van het faseverschil tussen deze twee metingen. Deze techniek kan toegepast worden om de verandering in hoogte van zowel het maaiveld als gebouwen in kaart te brengen. Door het gebruik van INSAR-metingen is het mogelijk om het gebied rond de onttrekking frequent te monitoren. Het gebruik van INSAR-metingen in plaats van bijvoorbeeld het monitoren van hoogtewebcams via een doorgaande waterpassing heeft twee grote voordelen:

- a) Hogere meetfrequentie: de gebruikte satelliet komt 1 x in de 11 dagen over;
- b) Grotere meetpunt dichtheid: circa 100 punten per hectare.

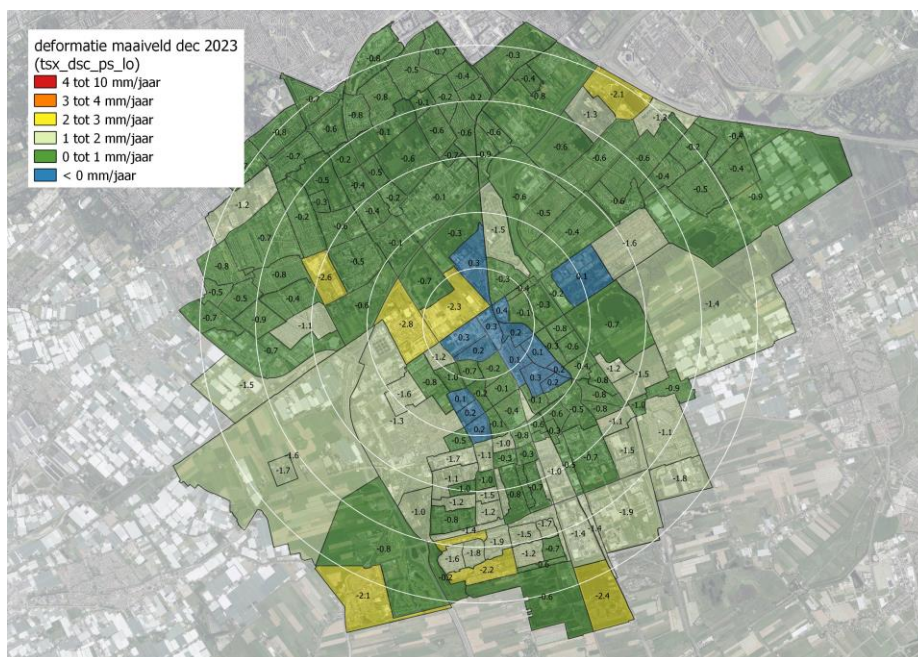
De deformatie rond de onttrekking over de periode januari 2022 tot en met december 2023 is in Figuur 28 weergegeven. Een periode van twee jaar wordt gebruikt omdat dan de trend in de bodemdaling over zo'n 60 meetpunten kan worden bepaald. Bij een (te) korte periode gaan bijvoorbeeld kleine verschillen tussen seizoenen de trend in deformatie beïnvloeden.



Figuur 28 Deformatie van maaiveld in en om Delft in de periode 2022–2023.

In Figuur 28 valt op dat – net als vorig jaar – het maaiveld op het DSM-terrein lokaal licht zwellt. Daar waar vóór de reductie van de grondwateronttrekking in het verleden de bodemdaling zo'n 1 á 2 mm per jaar bedroeg, komt nu de bodem 1 á 2 mm per jaar omhoog. Dit wordt minder bij een toenemende afstand van het DSM-terrein.

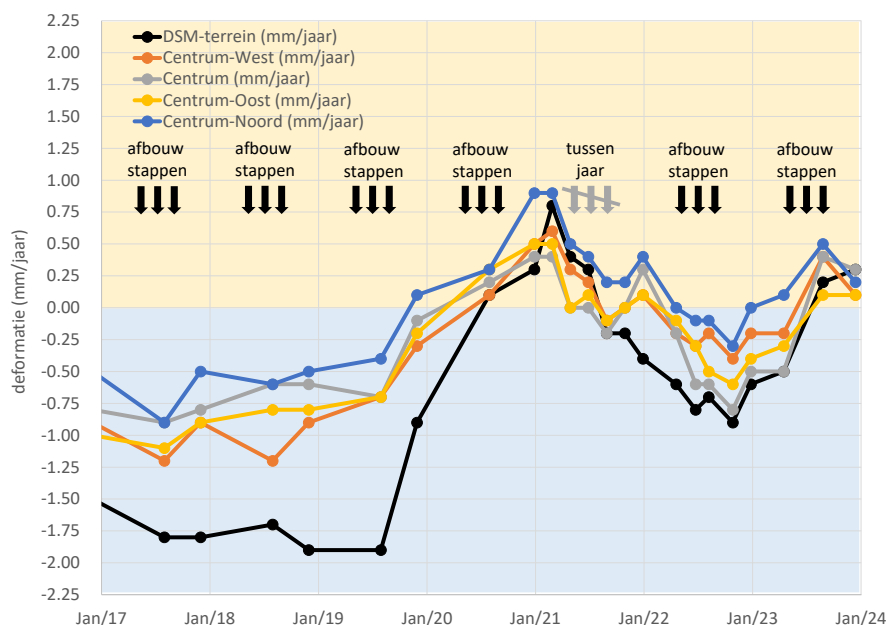
Om een goed beeld te krijgen van de hele omgeving is het nodig om uit te zoomen. In het hele gebied komen locaties voor die omhoogkomen en zakken. In Figuur 29 is voor iedere buurt in de omgeving van Delft de gemiddelde deformatie van het maaiveld berekend uit alle beschikbare punten over de periode januari 2022 tot en met december 2023. In de blauwe buurten komt het maaiveld licht omhoog.



Figuur 29 Gemiddelde deformatie in mm per jaar en rond Delft in de periode 2022-2023.

In Figuur 29 is te zien dat in de nabijheid van de onttrekking op buurtniveau het maaiveld licht zwelt. De snelheden zijn +0.1 tot +0.3 mm per jaar. Dat is ook precies de bedoeling. Door de voorzichtige stapsgewijze reductie van de grondwateronttrekking zwelt de bodem met een dusdanig lage snelheid dat deze zwel geen schade kan veroorzaken aan gebouwen en infrastructuur.

De afgelopen jaren is elk jaar de gemiddelde maaiveldaling per buurt bepaald (zoals in Figuur 28 is weergegeven). Voor Figuur 30 zijn deze gegevens van het DSM-terrein en de buurten in het centrum van Delft achter elkaar gezet. Vanaf grofweg juni 2019 is de bodemdaling afgenomen en vanaf juni 2020 omgeslagen in zwel. In 2021 is de onttrekking niet afgebouwd en begon de bodem weer te dalen. In 2023 is de bodemdaling afgenomen en inmiddels lijkt de situatie zich te stabiliseren. Aanbevolen wordt om vóór de volgende afbouwstap in 2024 wel te controleren of de deformatie in februari en april 2024 ook stabiel gebleven is.



Figuur 30 Gemiddelde maaiveldaling in mm per jaar in de buurten Centrum-West, Centrum-Oost, Centrum-Noord, Centrum en op het DSM-terrein in de periode 2016–2023.

Alle punten die in de jaren 2022 en 2023 met 1.5 mm per jaar omhooggekomen zijn, zijn in Figuur 31 weergegeven. Opvallend zijn een paar lokale clusters op het DSM-terrein. Buiten het DSM-terrein zijn het vooral losliggende punten die iets omhooggekomen zijn. Een deel van deze veranderingen zijn het gevolg van bijvoorbeeld bouwwerkzaamheden, groeiende bomen of een trottoirband die iets verschoven is etc.



Figuur 31 Locaties in de omgeving van Delft waar het maaiveld de afgelopen 2 jaar met meer dan 1.5 mm per jaar is gestegen. De zwarte punten zijn van de opgaande baan van de TerraSAR-X satelliet en de blauwe punten van de neergaande baan.

5.3 De komende jaren

Door de afbouw van de grondwateronttrekking is de bodemdaling afgeremd en op en rond het DSM-terrein licht gaan stijgen. Dat op een zeker moment zwel zou gaan optreden was conform verwachting: door het reduceren van de onttrekking zullen de samendrukbare lagen iets terugveren. De snelheid waarmee deze lagen terugveren is afhankelijk van de stappen waarmee de reductie zal worden uitgevoerd.

De afbouwstrategie is om het afbouwen zodanig stapsgewijs door te voeren dat het maaiveld niet harder omhoogkomt dan het maaiveld in het verleden is gezakt. Het DSM-terrein is hiervoor het meest relevant, omdat daar de grootste veranderingen worden verwacht (Deltares, 2008). In het verleden daalde het op en rond DSM-terrein tot zo'n -2 mm per jaar en in het centrum zo'n -1 mm per jaar. Zo lang dit onder om en nabij de +2 mm per jaar blijft is dit in overeenstemming met de geformuleerde beleidsuitgangspunten.

Eind 2020 kwam het maaiveld zo rond de +0.9 mm per jaar omhoog. In het voorjaar van 2021 is dan ook besloten geen afbouwstap door te voeren. De 'rustpauze' in 2021 heeft gemaakt dat in de afgelopen 2 jaar de bodem licht is gaan zakken. Inmiddels komt de bodem weer licht omhoog: tussen de +0.1 mm per jaar tot +0.3 mm per jaar. Aanbevolen wordt om half mei te controleren of de bodem nog steeds licht zwelt of in ieder geval niet harder is gaan zwellen en als dat het geval is in de zomer van 2024 (juni/juli/augustus) weer een afbouwstap door te voeren: van 480 naar 360 m³ per uur.

6

Deformatie van gebouwen

6.1 Algemeen

De INSAR-metingen van de TerraSAR-X satelliet zoals beschreven in het vorige hoofdstuk, worden ook gebruikt om de deformaties van gebouwen te volgen. Net als bij het maaiveld zijn ook voor de gebouwen elke 11 dagen circa 100 metingen per hectare beschikbaar. Om een onderscheid te maken tussen gebouwen en maaiveld wordt gebruik gemaakt van de Basisregistratie Adressen en Gebouwen van het kadaster (het BAG-register), waarin alle gebouwen in Nederland als object zijn opgenomen (zie Figuur 32).



Figuur 32 Panden in de omgeving van het centrum volgens het BAG-register.

6.2 Monumenten in Delft

In en rond Delft worden de monumenten, die het aanzien van de stad Delft bepalen, met extra aandacht gemonitord. De belangrijkste monumenten in de nabijheid van de onttrekking zijn:

- Stadhuis/Waag/Hippolytuskapel/Genestetkerk.
- Prinsenhof/Waalse Kerk.
- Oude kerk.
- Nieuwe Kerk.

Stadhuis/Waag/Hippolytuskapel/Genestetkerk

Voor de 4 monumenten Stadhuis, Waag, Hippolytuskapel en Genestetkerk zijn er in de periode over 2022-2023 in totaal 214 punten beschikbaar (Zie Figuur 33). Per gebouw is van deze meetpunten het gemiddelde van de deformatiesnelheid bepaald:

- Het stadhuis steeg met +0.3 mm/jaar (was over 2021-2022 -0.7 mm/jaar);
- De Waag steeg met +0.6 mm/jaar (was over 2021-2022 -1.4 mm/jaar);
- De Hippolytuskapel met +0.5 mm/jaar (was over 2021-2022 -0.8 mm/jaar); en
- De Genestetkerk met +0.6 mm/jaar (was over 2021-2022 -0.4 mm/jaar).

De deformatie van deze gebouwen is in lijn met de deformatie van het maaiveld. Volgens Figuur 29 kwam het maaiveld in 2022-2023 in het centrum gemiddeld met +0.3 mm per jaar omhoog.



Figuur 33 Geselecteerde meetpunten Stadhuis, Waag, Hippolytuskapel en Genestetkerk

Prinsenhof/Waalse Kerk/Oude kerk

Binnen de omtrek van het Prinsenhof, Waalse Kerk en de Oude Kerk zijn er in de periode 2022-2023 in totaal 631 meetpunten (zie Figuur 34). Per gebouw is ook hier van de meetpunten het gemiddelde bepaald:

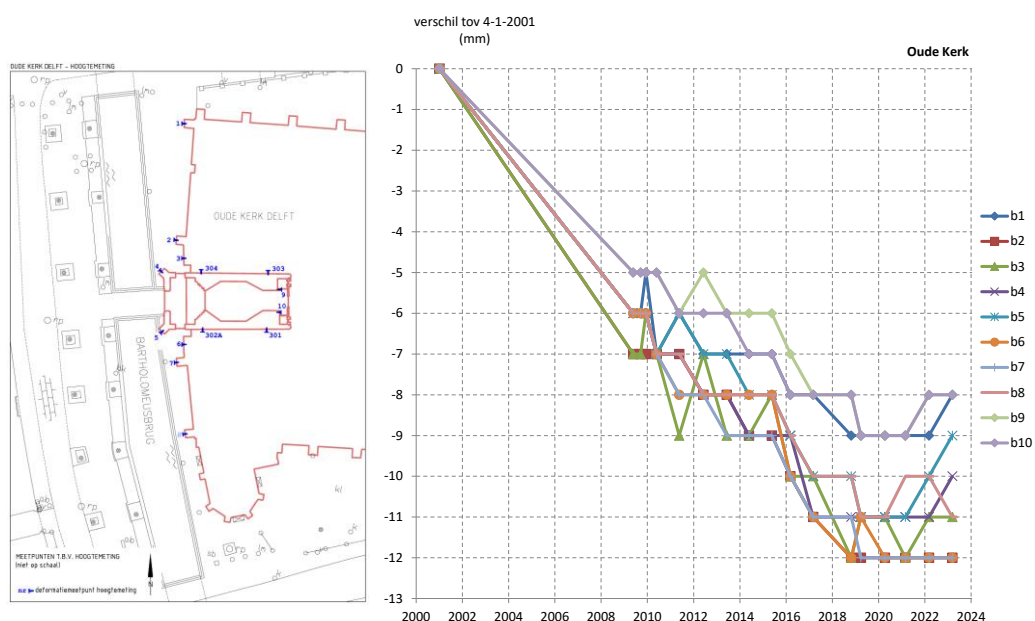
- Prinsenhof steeg met +0.4 mm per jaar (was over 2021-2022 -0.2 mm/jaar);
- Waalse Kerk was stabiel met +0.0 mm per jaar (was over 2021-2022 -0.1 mm/jaar);
- De Oude Kerk steeg met +0.1 mm per jaar (was over 2021-2022 -0.2 mm/jaar).

De deformatie van deze gebouwen is vergelijkbaar met de deformatie van het maaiveld in de omgeving (+0.1 mm/jaar) over dezelfde periode (Zie Figuur 29).



Figuur 34 Geselecteerde meetpunten Prinsenhof, Waalse Kerk en Oude Kerk

Door de gemeente Delft worden ook waterpassingen verricht aan 10 aan de toren van de Oude Kerk aangebrachte hoogtebouten. Het resultaat van de metingen van de afgelopen jaren is weergegeven in Figuur 35. Alle hoogtebouten vertonen vanaf 2009 tot en met 2023 om en nabij hetzelfde gedrag als de TerraSAR-X metingen: een zakking van gemiddeld 0.4 tot 0.6 mm per jaar over een periode van 5 jaar. Het afgelopen jaar is de Oude Kerk niet gezakt, maar licht omhoog gekomen.



Figuur 35 Metingen aan hoogtebouten aan de Oude Kerk

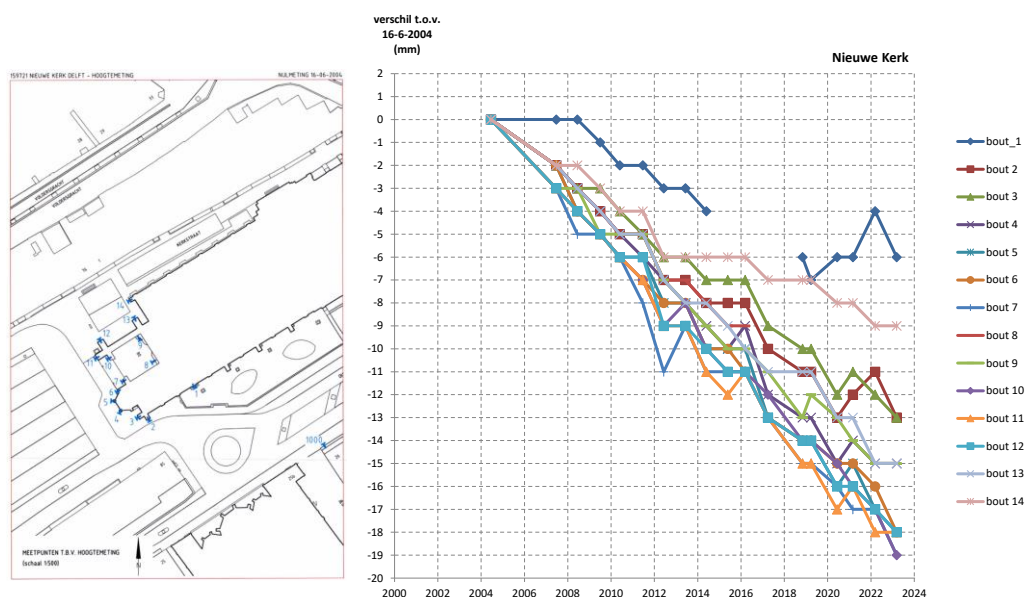
Nieuwe Kerk

Binnen de omtrek van de Nieuwe Kerk zijn er 407 meetpunten. De deformatie over de periode januari 2022 tot december 2023 is gemiddeld +0.3 mm per jaar, maar dit is niet gelijkmatig verdeeld. Rond de toren is de deformatie +0.1 mm per jaar (over 2021-2022 was dit -0.6 mm/ jaar). Terwijl de deformatie van het schip van de kerk +0.4 mm per jaar was (over 2021-2022 was dit -0.3 mm/jaar).



Figuur 36 De Nieuwe Kerk in Delft. Enkel bij de toren wijkt de deformatie iets af van het omringende maaiveld en het schip van de kerk.

Door de Gemeente Delft worden sinds 2004 ook periodiek waterpassingen aan 14 in de kerk rond de toren aangebrachte hoogtebouten verricht. Het resultaat van deze metingen is weergegeven in Figuur 37. De aan het schip gemonteerde bouten zakken gemiddeld 0.4 mm per jaar in de afgelopen 5 jaar. De aan de toren gemonteerde bouten zakken gemiddeld 1.0 mm per jaar in de afgelopen 5 jaar.



Figuur 37 Metingen aan hoogtebouten in de Nieuwe Kerk. Bout 8 is in 2017 verdwenen.

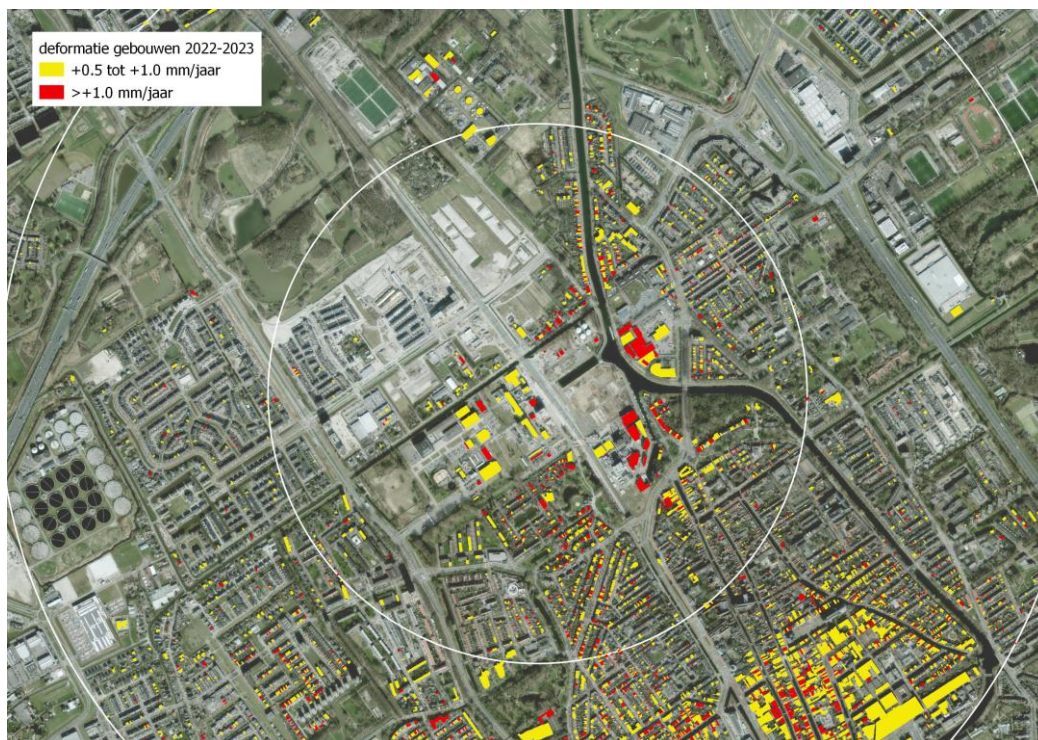
6.3 Deformatie bebouwing binnen een straal van 5 km

Voor de omgeving van Delft is uitgezocht welke gebouwen in de periode 2022-2023 het meest gezakt zijn. Het zakken of stijgen van gebouwen in de directe omgeving van de onttrekking is in Figuur 38 weergegeven. Alle zakkende panden zijn blauw gemarkeerd. De groene, gele en oranje panden komen omhoog. Op en rond het DSM-terrein zijn er enkele panden die tussen de 1 en 2 mm per jaar omhoogkomen.



Figuur 38 Deformatie van panden in de omgeving van de onttrekking in de periode 2022-2023.

In Figuur 39 zijn alle gebouwen opgenomen die meer dan 0.5 mm/jaar omhoog zijn gekomen. De gele panden kwamen tussen de 0.5 en 1.0 mm per jaar omhoog. Dit zijn nu (2022-2023) 3100 panden en waren 900 panden in 2021-2022. De rode panden zijn meer dan 1.0 mm per jaar omhooggekomen. Dit aantal is ook toegenomen: van 415 panden in 2021-2022 naar zo'n 1900 panden in 2022-2023. Wat opvalt is het contrast in het centrum tussen het aantal panden ten zuiden en noorden van de Oude en Nieuwe Langendijk dat omhooggekomen is. Ten zuiden is het gemiddelde +0.8 mm/jaar en ten noorden (tot aan de Geerweg) circa +0.3 mm/jaar. Het bewegen van panden met 1 á 2 mm per jaar is niet zorgelijk. De natuurlijke fluctuatie, waarmee panden tussen de zomer en winter bewegen, is van dezelfde orde van grote.



Figuur 39 Gebouwen die in de periode januari 2022 tot december 2023 omhooggekomen zijn.

6.4 De komende jaren

Voor de reductie van de grondwateronttrekking was de bodem op en rond het DSM-terrein aan het zakken. Door het reduceren van de grondwateronttrekking veren de samendrukbare bodemlagen iets terug. De strategie was en is om het afbouwen zodanig stapsgewijs door te voeren dat het maaiveld en de gebouwen niet harder omhoogkomen dan het maaiveld in het verleden is gezakt. Voor de binnenstad - met veel gebouwen op staal - betekent dit maximaal 1 mm per jaar omhoog. Of op het DSM-terrein maximaal 2 mm per jaar omhoog.

Het maaiveld en de daarop staande gebouwen op staal stijgen gemiddeld met zo'n +0.1 tot +0.3 mm/jaar. Dit is minder dan het maximum van 1.0 mm per jaar. Een aantal grote gebouwen op en rond het DSM-terrein komt wel iets omhoog: tussen de +0.8 en +1.3 mm/jaar. Dit is niet zorgelijk. De natuurlijke fluctuatie waarmee panden tussen de zomer en winter bewegen is van dezelfde orde van grote. Aanbevolen wordt om in de zomer van 2024 een afbouwstap door te voeren, maar ook deze gebouwen in 2024 intensief in de gaten te houden.

7

Overige thema's

7.1 Algemeen

Dit hoofdstuk is in dit rapport opgenomen om een samenvatting te geven over a) de oppervlaktewaterkwaliteit, b) stabiliteit van boezemkades en c) het opdrijven van parkeergarages, kelders en tunnels. Deze drie onderwerpen worden namelijk niet jaarlijks bemeten, waardoor er in 2023 geen nieuwe monitoring op deze onderwerpen heeft plaatsgevonden. In dit hoofdstuk wordt per onderwerp wel de stand van zaken besproken.

7.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

De verwachte effecten van de reductie van de grondwateronttrekking op de oppervlaktewaterkwaliteit zijn gering. In *'grondwatereffecten aan de oppervlakte gebracht'* (Deltares, 2008) is uitgezocht dat in een beperkt aantal gebieden een omslag kan optreden van infiltratie naar kwel en daar dan ook de chlorideconcentratie iets zal toenemen. In dezelfde studie bleek ook dat de chlorideconcentraties in de boezem aanzienlijk meer worden beïnvloed door de lekverliezen bij de Parksluizen in Rotterdam dan door het stopzetten van de grondwateronttrekking in Delft-Noord.

In de periode 2009 tot en met 2011 is t.b.v. het reduceren van de grondwateronttrekking in Delft-Noord een langjarige nulmeting uitgevoerd. Hiervoor is op een veertigtal locaties gedurende drie jaar één keer in de maand een waterkwaliteitsmonster genomen. Dit waren 34 meetpunten in polders en 6 in de boezem. Uit deze metingen bleek dat, op Plas van der Ende na, nergens continu de waterkwaliteitsnorm van 200 mg/l voor chloriden werd overschreden.

Met dit inzicht en de geringe verwachte verandering in de waterkwaliteit, heeft het Hoogheemraadschap van Delfland besloten pas een volgende specifieke meetcampagne te willen starten als in de reguliere monitoring van het hoogheemraadschap afwijkingen worden gevonden.

7.3 Stabiliteit van boezemkaden

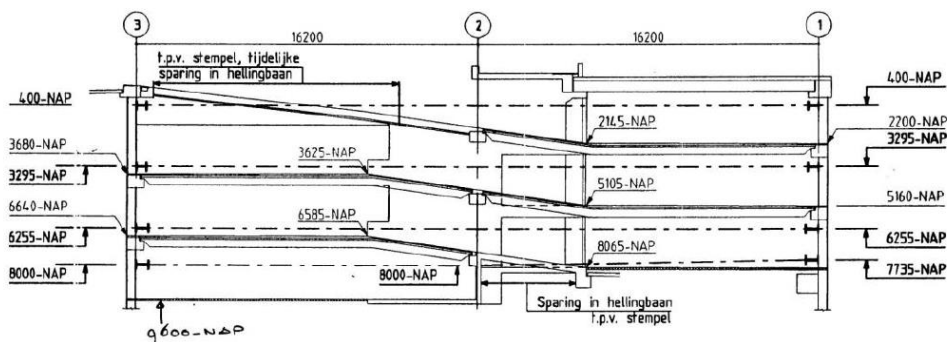
Het Hoogheemraadschap van Delfland heeft aangegeven dat alle waterkeringen voldoende robuust zijn om de afbouw zonder problemen te doorstaan. Om dit te kunnen blijven beoordelen is toch een monitoringsprogramma opgezet waarbij Delfland begin 2015 op 68 locaties peilbuizen in boezemkaden en regionale keringen heeft geplaatst. Deze peilbuizen zijn allemaal voorzien van telemetrie en verzenden hun metingen real time naar de afdeling keringen van het Hoogheemraadschap van Delfland. Het Hoogheemraadschap van Delfland zal de analyse op stabiliteit van de keringen zelf verzorgen. Met het Hoogheemraadschap van Delfland is afgesproken dat deze analyse en ook de monitoringsgegevens van deze 68 peilbuizen voor de Gemeente Delft beschikbaar zijn. Deze metingen worden door de gemeente gebruikt.

7.4 Parkeergarages, kelders en tunnels

Bij de start van de monitoring is afgesproken om niet apart aan alle tunnels, parkeergarages, kelders en onderdoorgangen metingen te verrichten, maar om voorafgaand aan de reductie middels een quick-scan te controleren of deze constructies bestand zijn tegen een verhoging van de grondwaterdruk onder de constructie door de verhoogde grondwaterstand.

In 2017 jaar is voor 24 parkeergarages, kelders en tunnels in en om Delft een quick-scan uitgevoerd. Hierbij is gekeken of de uitgangspunten bij de bouw van de constructie nog overeenkomen met de huidige praktijk. Vervolgens is getoetst of de veiligheid van de constructie gewaarborgd blijft bij een hogere grondwaterdruk onder en tegen de constructie. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de grondwaterdruk die op dit moment al optreedt en een hogere grondwaterdruk die het gevolg is van de reductie van de grondwateronttrekking. Daarnaast is het cumulatieve effect hiervan getoetst.

Het resultaat van de analyse is dat voor nagenoeg alle constructies de verhoogde grondwaterdruk geen gevolgen heeft. Wel zijn bij een aantal parkeergarages en kelders een aantal peilbuizen bijgeplaatst. Dit om te kunnen beoordelen of de bij het ontwerp gebruikte grondwaterstand overeenkomt met de grondwaterstand in de praktijk. Deze analyse heeft inmiddels plaatsgevonden. Bij verschillende parkeergarages is de in de praktijk gemeten hoogste grondwaterstand iets hoger (maar binnen de veiligheidsmarge) dan de ontwerpgrondwaterstand. Ook is de impact van de toename van de stijghoogte op de constructie van de Phoenixgarage nader onderzocht. De garage bestaat uit een split-level systeem. De diepste niveaus, d.w.z. -5 en -6, hebben een vloerpeil van ca. NAP -8.1 m en NAP -9.6 m. De damwand reikt tot -21 mNAP.



Figuur 40 Doorsnede Phoenixgarage

Vóór de afbouw was de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket circa -6.3 mNAP. In de huidige situatie is de stijghoogte zo'n -3.6 mNAP. En verwacht wordt dat de stijghoogte zal toenemen tot -1.5 mNAP. Onderzocht is of de vloer en de constructie deze toename kan opvangen. Het gewicht van de vloer van het niveau -5 is bij een stijghoogte van -1.5 mNAP geotechnisch precies in evenwicht. Het gewicht van de vloer van het niveau -6 is dit niet. Op dit niveau zijn echter bij de bouw brede T-balken in de constructie aangebracht. De verwachte opwaartse druk kan door deze T-balken worden opgevangen. Wel kunnen scheurtjes aan de bovenkant van deze T-balken ontstaan. Aanbevolen is om periodiek deze balken op scheuren te controleren en bij scheuren deze te injecteren om de wapening te beschermen. Naast het monitoren en eventueel injecteren van ontstane scheuren zijn er geen verdere mitigerende maatregelen nodig om de Phoenixgarage operationeel te houden.

8

Conclusie en aanbeveling

Op en nabij de locatie van DSM in Delft Noord vindt sinds 1916 een grondwater-onttrekking plaats. Deze onttrekking is sinds 2016 van de gemeente Delft. De gemeente is voornemens om de onttrekking zover mogelijk gefaseerd af te bouwen om maatschappelijke kosten te besparen. Voor dit afbouwen is een monitoring opgezet, waarmee de huidige situatie wordt vastgelegd en de gevolgen van een afname van de grondwateronttrekking worden waargenomen, vastgelegd en beoordeeld. Het doel van deze rapportage is inzicht te geven in de huidige situatie tot en met december 2023 en een doorzicht te geven naar de op korte en lange termijn te verwachten veranderingen.

Begin 2023 werd 600 m³/uur onttrokken. In de zomer van 2023 is de zesde afbouwstap doorgevoerd. In drie stapjes is het debiet probleemloos teruggebracht naar circa 480 m³ per uur. In de nabijheid van de onttrekking heeft dit geleid tot een toename van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket (het diepe grondwater). Deze toename is echter conform de op voorhand verwachtte toename. De reductie in het debiet heeft niet geleid tot een toename van de freatische grondwaterstanden (het ondiepe grondwater).

Met betrekking tot de bodem is de situatie dat bij het reduceren van de grondwater-onttrekking het maaiveld in de buurt van de onttrekking kan gaan zwellen. De praktijk is dat het maaiveld eind 2023 ligt zwelt. Zo komt het DSM-terrein met +0.3 mm per jaar en het centrum van Delft gemiddeld met +0.1 tot 0.3 mm/jaar omhoog. Wel zijn er lokaal verschillen. Zo zakt aan de westkant van het DSM-terrein bij het huidige puttenveld het maaiveld met -0.8 mm per jaar en komt aan de oostkant ter plaatse van het stilgezette puttenveld het maaiveld met zo'n +0.8 tot +1.2 mm omhoog. Dit is binnen de van tevoren opgestelde beleidsuitgangspunten van de gemeente.

Voor de deformatie van gebouwen geldt ongeveer hetzelfde. De praktijk is dat veel gebouwen met om en nabij de snelheid van het maaiveld zakken. Voor de grondwateronttrekking is het vooral van belang om te monitoren of bebouwing (ongelijkmatig) omhoogkomt. Op het DSM-terrein komen verschillende gebouwen in de directe nabijheid van het uitgeschakelde puttenveld met zo'n +0.5 tot +1.2 mm per jaar omhoog. Ook in het zuidelijke deel van het centrum komen relatief veel gebouwen met +0.5 tot +1.2 mm per jaar omhoog.

Aanbevolen wordt om de komende maanden door te gaan met het monitoren en in mei te beoordelen of de deformatie van maaiveld en gebouwen stabiel is gebleven. Indien dat het geval is, kan in de zomer van 2024 een afbouwstap worden doorgevoerd van 480 naar 360 m³ per uur. Verdeeld over 40 m³ per uur op 1 juni, 40 m³ per uur op 1 juli en 40 m³ per uur op 1 augustus. Indien het maaiveld en gebouwen in mei 2024 harder omhoogkomen dan nu het geval is, wordt aanbevolen om de afbouwstap te verkleinen of uit te stellen.

Referenties

- Acacia Water, 2021, Grondwateronttrekking Delft-Noord resultaten van de monitoring in 2020, kenmerk 180835.
- Acacia Water, 2020, Grondwateronttrekking Delft-Noord resultaten van de monitoring in 2019, kenmerk 180835.
- Acacia Water, 2019, Grondwateronttrekking Delft-Noord resultaten van de monitoring in 2018, kenmerk 180835.
- Acacia water, 2019, Quickscan vóór de afbouwstap in 2019, kenmerk 180835_oho
- Acacia water, 2019, Quickscan ná de afbouwstap in 2019, kenmerk 180835_oho
- Acacia Water, 2018, Grondwateronttrekking Delft-Noord resultaten van de monitoring in 2017, kenmerk 180835.
- Acacia water, 2018, Quickscan vóór de afbouwstap in 2018, kenmerk 180840_oho
- Acacia water, 2018, Quickscan ná de afbouwstap in 2018, kenmerk 180840_oho
- Deltares, 2008, Grondwatereffecten aan de oppervlakte gebracht, Onderzoek naar effecten van stopzetting grondwateronttrekking DSM Delft - Hoofdrapport.
- DHV, 2007, Gietwater, koelwater, en blijven pompen, Haalbare opties voor benutten van grondwater bij DSM Gist (Delft) Eindrapport.
- Nelen en Schuurmans, 2014, Grondwateronttrekking Delft-Noord nulmeting dec 2013, kenmerk P0042.
- Nelen en Schuurmans, 2015, Grondwateronttrekking Delft-Noord resultaten monitoring 2014, kenmerk Q0077.
- Nelen en Schuurmans, 2017, Grondwateronttrekking Delft-Noord resultaten monitoring 2015, kenmerk R0143.
- Nelen en Schuurmans, 2017, Grondwateronttrekking Delft-Noord resultaten monitoring 2016, kenmerk S0027.
- Nelen en Schuurmans, 2017, Quickscan vóór de afbouwstap in 2017.
- Nelen en Schuurmans, 2017, Quickscan ná de afbouwstap in 2018.
- Provincie Zuid-Holland, 1997, Vergunning, Besluit van de Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland van 16 september 1997, kenmerk DWM/143756.
- Provincie Zuid-Holland, 2010, Aanvulling op de vergunning, Besluit van de Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland van 16 juni 2010, kenmerk PZH-2010-177411605.
- Omgevingsdienst Haaglanden, 2015, Wijziging op de vergunning, Besluit van de Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland van 23 april 2015, kenmerk ODH-2015-00004160.
- TAUW, 2014, MER voor de gedeeltelijke verplaatsing van de grondwateronttrekking Delft-Noord, Kenmerk R002-1219436FDD-irb-V02-NL.
- TNO Bouw en Ondergrond, 2007, Onderzoek naar effecten van stopzetting, grondwateronttrekking DSM Delft, Fase 1: Monitoringstrategie voor grondwaterstijging, waterkwaliteit en geotechniek Hoofdrapport.
- Van Steenis Geodesie, 2013, rapportage deformatiemeting Delft, kenmerk 33131.
- Wareco, 2009, Grondwatermeetnet eerste watervoerend pakket provincie Zuid-Holland ten behoeve van monitoring DSM-onttrekking, kenmerk KE34, RAP20091103.

Bijlagen

Bijlage 1

monitoring in de vergunning

Aanleiding

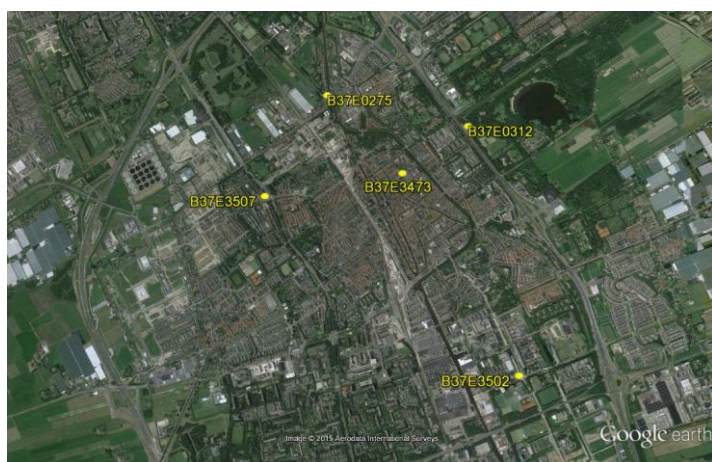
De huidige vergunning dateert van maart 2015. In deze vergunning zijn enkele paragrafen opgenomen met betrekking tot het monitoren van de grondwateronttrekking. Deze onderdelen zijn in deze bijlage samengevat. Voor de exacte formulering wordt verwezen naar de vergunning.

Opgepompt grondwater

De vergunninghoudster dient per pompput de opgepompte hoeveelheden te meten en elke vier weken de watermeters af te lezen en registreren. Deze watermeters moeten met een frequentie van 15 minuten meten en een nauwkeurigheid van in ieder geval 95% hebben.

Stijghoogte en grondwaterstand nabij de onttrekking

De vergunninghoudster dient bij het nieuw aan te leggen puttenveld op drie locatie twee keer per maand de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket en de grondwaterstand te meten. De vergunninghoudster dient daarnaast twee keer per maand de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket te meten in de peilbuizen B37E0275, B37E0312, B37E3473, B37E3507 en B37E3502.



Zetting van maaiveld

De vergunninghoudster dient met deformatiemetingen afgeleid van satellietbeelden de zetting van gebouwen en infrastructuur in de omgeving te monitoren. Het gebied moet minimaal tot 500 meter van de winning reiken en bij iedere meting moeten minstens 100 objecten worden bemeaten, waaronder de zettingsgevoelige bebouwing in de omgeving. In de vergunning zijn verder nog enkele eisen opgenomen waaraan deze metingen moeten voldoen.

Waterkwaliteit van het grondwater

De vergunninghoudster rapporteert het chloridegehalte van het totaal opgepompte grondwater. Daarnaast eenmaal in de 5 jaar het chloridegehalte van het water in het eerste watervoerend pakket in de peilbuizen B37E0275, B37E0312, B37E3473, B37E3507 en B37E3502.

Evaluatie

De vergunninghoudster dient elke 10 jaar een evaluatie te verrichten waarin de veranderingen in de grondwaterstand, stijghoogte, chlorideconcentratie en de hiervoor beschreven deformatiemetingen aan de orde moet komen.

Bijlage 2

Stijghoogtes in het 1^e wvp

In de tabel hieronder is per peilbuis in het 1^e watervoerend pakket de gemiddelde stijghoogte in dat jaar opgenomen. Bij de geel gemarkeerde peilbuizen wordt geen data meer ingewonnen. Dit omdat bijvoorbeeld de peilbuis is verdwenen bij werkzaamheden.

peilbuis	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	min	max	verschil
	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde			
13-3.03	-8.79	-8.87	-8.37	-8.16	-7.91	-7.34	-6.67	-5.92	-5.70	-5.23	-4.58	-8.87	-4.58	4.29
2-3.08	-4.85	-4.81	-4.81	-4.82	-4.72	-4.70	-4.32	-4.50	-4.39	-4.48	-4.29	-4.85	-4.29	0.56
29-3.01h	-4.44	-4.47	-4.44	-4.44	-4.37	-4.26	-4.01	-3.87	-3.74	-3.59	-3.28	-4.47	-3.28	1.20
B30D0179	-1.30	-1.28	-1.30	-1.25	-1.34	-0.98	-1.38	-1.13	-0.90	-1.21		-1.38	-0.90	0.48
B30D0180	-1.40	-1.28	-1.36	-1.35	-1.46	-1.44	-1.22	-1.24	-1.11	-1.18	-1.03	-1.46	-1.03	0.43
B30D0184	-1.58	-1.71	-1.73	-1.75	-1.77	-1.72	-1.61	-1.25	-1.34	-1.44	-1.31	-1.77	-1.25	0.52
B30D0187	-1.64	-1.69	-1.65	-1.63	-1.69	-1.79	-1.46	-1.11	-1.30	-1.36	-1.02	-1.79	-1.02	0.76
B30D0193	-1.11	-1.11	-1.12	-1.04	-1.03	-0.98	-0.86	-0.91	-0.90	-1.01	-0.77	-1.12	-0.77	0.35
B30D1780	-0.46	-0.47	-0.51	-0.40	-0.39	-0.40	-0.33	-0.28	-0.21	-0.28	-0.20	-0.51	-0.20	0.31
B30G0010	-2.31	-2.22	-2.23	-2.24	-2.28	-2.19	-2.06	-1.96	-1.84	-1.90	-1.73	-2.31	-1.73	0.58
B30G0017	-2.56	-2.51	-2.51	-2.49	-2.55	-2.37	-2.33	-2.26	-2.16	-2.20	-2.08	-2.56	-2.08	0.49
B30G0021	-2.81	-2.75	-2.95	-2.72	-2.70	-2.55	-2.37	-2.26	-2.30	-2.33	-2.19	-2.95	-2.19	0.76
B30G0119	-2.06	-2.02	-1.99	-2.11	-2.12	-2.03	-1.90	-1.81	-1.80	-1.75	-1.56	-2.12	-1.56	0.56
B30G0276	-1.46	-1.35	-1.48	-1.43	-1.54	-1.49	-1.40	-1.40	-1.29	-1.33	-1.16	-1.54	-1.16	0.37
B30G0279	-0.59	-0.50	-0.59	-0.52	-0.65	-0.57	-0.49	-0.59	-0.48	-0.50	-0.42	-0.65	-0.42	0.24
B30G0377	-3.09	-3.04	-3.01	-2.97	-2.94	-2.88	-2.66	-2.48	-3.31	-2.48	-2.37	-3.31	-2.37	0.94
B30G0578	-2.09	-2.04	-2.05	-2.03	-2.09	-1.99	-1.85	-1.73	-1.71	-1.77	-1.64	-2.09	-1.64	0.45
B30G0579	-1.71	-1.88	-1.84	-1.64	-1.68	-1.73	-1.56		-1.30	-1.38	-1.24	-1.88	-1.24	0.64
B30G0583	-2.01	-2.02	-2.00	-2.06	-2.03	-1.93	-1.79	-1.71	-1.58	-1.65	-1.51	-2.06	-1.51	0.56
B30G0586	-1.36	-1.43	-1.42	-1.40	-1.44	-1.39	-1.27	-1.15	-1.15	-1.20	-1.08	-1.44	-1.08	0.35
B30G0834	-0.24	-0.24	-0.17	-0.19	-0.26	-0.32	-0.24					-0.32	-0.17	0.15
B30G4579	-1.22	-1.15	-1.30	-1.19	-1.43	-1.34	-1.16	-1.27	-1.00	-1.16	-1.09	-1.43	-1.00	0.43
B30G4580	-1.41	-1.39	-1.35	-1.30	-1.30	-1.43	-1.31	-1.25	-1.10	-1.18	-1.09	-1.50	-1.09	0.41
B30G4637	-2.98	-2.98	-2.95	-2.97	-2.98	-2.84	-2.61	-2.30	-2.32	-2.37	-2.13	-2.98	-2.13	0.85
B30G4638	-3.65	-3.63	-3.64	-3.64	-3.69	-3.71						-3.71	-3.63	0.07
B30H0126	-4.43	-4.50	-4.42	-4.27	-4.41	-4.42	-4.44	-4.43	-4.22	-4.30	-4.19	-4.50	-4.19	0.31
B37B0211	-0.98	-0.78	-0.95	-0.73	-0.89	-0.91	-0.63	-0.87	-0.68	-0.83		-0.98	-0.63	0.35
B37B0233	-2.12	-2.12	-2.17	-2.10	-2.21	-2.14	-1.96	-1.36	-1.78	-2.05	-1.76	-2.21	-1.36	0.86
B37B3795	-2.88	-3.10	-3.29	-3.16	-3.04	-3.12	-2.76	-2.73	-2.36	-2.76	-2.33	-3.29	-2.33	0.96
B37B3813	-1.85	-1.95	-2.04	-1.96	-1.91	-1.96	-1.68	-0.88	-1.40	-2.24	-1.63	-2.24	-0.88	1.36
B37E0275	-7.18	-6.91	-6.65	-6.31	-6.31	-5.96	-5.44	-5.00	-4.77	-4.41	-3.93	-7.18	-3.93	3.25
B37E0312	-5.19	-5.20	-5.07	-5.01	-5.06	-4.80	-4.39	-4.14	-3.99	-3.91	-3.54	-5.20	-3.54	1.66
B37E0314	-4.90	-4.92	-4.86	-4.83	-4.83	-4.66	-4.39	-4.27	-4.16	-4.17	-3.92	-4.92	-3.92	1.00
B37E0382	-4.60	-4.55	-4.53	-4.56	-4.45	-4.55	-4.30	-4.26	-4.31	-4.36	-4.22	-4.60	-4.22	0.38
B37E0394	-4.58	-4.53	-4.41									-4.58	-4.41	0.17
B37E0561	-3.66	-3.72	-3.82	-3.86	-3.84	-3.65	-3.35	-3.17	-3.03	-3.11	-2.73	-3.86	-2.73	1.13
B37E3405	-4.70	-4.86	-4.51	-4.80	-4.72	-4.62						-4.86	-4.51	0.35
B37E3406	-4.68	-4.55			-5.02	-4.71	-4.34	-3.95	-3.94	-4.01	-3.56	-5.02	-3.56	1.45
B37E3469	-2.49	-2.67	-2.16	-2.14	-2.29	-2.12	-2.10	-2.28	-2.37	-2.08	-2.04	-2.67	-2.04	0.64
B37E3471	-4.89	-4.92	-4.90	-4.92	-4.81	-4.78						-4.92	-4.78	0.14
B37E3472	-3.01	-3.00	-2.97	-2.94	-2.96	-2.86	-2.75	-2.66	-2.56	-2.54	-1.67	-3.01	-1.67	1.34
B37E3473	-6.18	-6.21	-5.98		-5.99	-5.63	-5.04	-4.74	-4.56	-4.39	-3.95	-6.21	-3.95	2.26
B37E3499	-2.53	-2.69	-2.65									-2.69	-2.53	0.16
B37E3500		-4.53	-4.41	-4.37	-4.31	-4.25	-4.13	-4.10	-4.00	-4.20	-3.83	-4.53	-3.83	0.70
B37E3501	-4.23	-4.33	-4.37	-4.27								-4.37	-4.23	0.14
B37E3502	-4.66	-4.71	-4.64	-4.69	-4.62	-4.51	-4.22	-4.05	-3.92	-3.93	-3.64	-4.71	-3.64	1.08
B37E3503	-5.09	-4.79	-5.24	-5.59	-5.16	-4.82	-4.47	-4.22	-4.09	-4.08	-3.77	-5.09	-3.77	1.82
B37E3504	-4.65	-4.60	-4.42	-4.23	-4.13		-4.03	-3.51	-3.48	-3.42	-3.05	-4.65	-3.05	1.60
B37E3505	-5.77	-5.64	-5.56	-5.44	-5.39	-5.09	-4.68	-4.38	-4.20	-4.07	-3.62	-5.77	-3.62	2.15
B37E3506	-3.61	-3.65	-3.61	-3.64	-3.65	-3.50	-3.14	-3.16	-2.99	-3.10	-2.83	-3.65	-2.83	0.81
B37E3507	-6.75	-7.14	-7.52	-8.49	-8.30	-7.56	-6.81	-6.30	-5.99	-6.24	-5.37	-8.49	-5.37	3.12
B37E3508	-3.98	-3.97	-3.96	-3.88	-3.8515	-3.83	-3.72	-3.69	-3.20	-3.14	-3.34	-3.98	-3.14	0.83
B37E3509	-7.04	-6.79										-7.04	-6.79	0.24
B37E3510	-6.81											-6.81	-6.81	0.00
B37E3528	-6.82	-6.11	-5.99	-5.99	-5.86	-5.62	-5.55	-4.79	-4.60	-4.47	-3.99	-6.82	-3.99	2.82
B37F2225	-5.16	-5.10	-5.10	-5.13	-5.04	-5.10	-5.01	-4.88				-5.16	-4.88	0.28
B37E4324					-7.35	-6.85	-6.19	-5.61	-5.41	-5.04	-4.44	-7.35	-4.44	2.92
B37E4325					-8.45	-7.73	-7.04	-6.85	-6.30	-6.63	-5.64	-8.45	-5.64	2.81