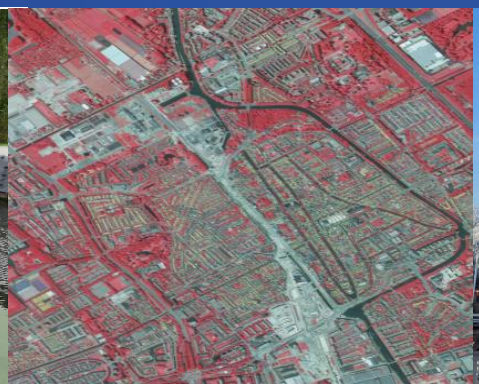
28 mrt 2023

Grondwateronttrekking Delft-Noord

Resultaten van de monitoring in 2022



Colofon

Documenttitel	.	Grondwateronttrekking Delft-Noord
Opdrachtgever	.	Gemeente Delft
Verantwoordelijke bij opdrachtgever	.	Gerard Bloemhof
Status	.	Definitief
Datum	.	28 maart 2023
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 2022. Voorliggende rapportage bouwt voort op de eerder verschenen jaarlijkse rapportages van 2013 tot en met 2021.

Stopzetten van de bronnen op het DSM-terrein en afbouw van het debiet
Begin januari 2022 was het debiet 720 m^3 per uur. Hiervan werd 570 m^3 per uur onttrokken met de bronnen aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan en 150 m^3 per uur op het DSM-terrein. Op 28 januari zijn deze bronnen op het DSM-terrein stilgezet en het debiet aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan opgeschroefd naar 720 m^3 per uur. Dit omdat de gebruiksovereenkomst met DSM afliep. Vervolgens is in de zomer van 2022 het debiet van circa 720 m^3 per uur in drie stapjes afgebouwd naar circa 600 m^3 per uur.

Diepe grondwater (1e 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 schuiven met bronnen - van oost naar west – is in het vroege voorjaar de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ten westen van het DSM-terrein gezakt en ten oosten van het DSM-terrein omhoog gekomen. Deze veranderingen waren gelijk aan de van te voren voorspelde toe- en afname.

Als gevolg van de reductie van 720 naar 600 m^3 per uur is in de zomer de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket binnen de van tevoren voorspelde toename gestegen. Nabij de onttrekking is de stijghoogte het afgelopen jaar circa 0.6 m 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. Op geen enkele locatie heeft de reductie van de afgelopen jaren of de pauze van het afgelopen jaar nog geleid tot een stijging van de

grondwaterstand. Verwacht wordt dat pas over enkele jaren en na meerdere afbouwstappen - op plekken die gevoelig zijn voor grondwateroverlast en waar geen extra drainage is aangelegd - een geringe toename als gevolg van het afbouwen van de onttrekking mogelijk merkbaar wordt.

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 2022 zakte de bodem op het DSM-terrein circa -0.6 mm per jaar en in de wijken rond het DSM-terrein circa -0.5 mm tot 0.0 mm per jaar.

Conclusie
De in 2022 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 in de zomer van 2023 de onttrekking met 120 m^3 per uur af te bouwen van 600 m^3/uur naar 480 m^3/uur.

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 3
2.3 De komende jaren 6
3 Stijghoogtes in het 1e watervoerend pakket 7
3.1 Algemeen 7
3.2 Continuïteit van het meetnet in 2021 8
3.3 Raai noordwest-zuidoost 8
3.4 5 peilbuizen uit de vergunning 9
3.5 De -5 meter NAP isohypse in de afgelopen jaren 13
3.6 De komende jaren 14
4 Freatische grondwaterstanden 15
4.1 Algemeen 15
4.2 Freatische grondwaterstanden van peilbuis Delft 13-1.03 16
4.3 De ontwateringsdiepte bij alle peilbuizen 17
4.4 Peilbuizen in het centrum van Delft 19
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 28
6 Deformatie van gebouwen 29
6.1 Algemeen 29
6.2 Monumenten in Delft 29
6.3 Deformatie bebouwing binnen een straal van 5 km 33
6.4 De komende jaren 34
7 Overige thema's 35
7.1 Algemeen 35
7.2 Oppervlaktewaterkwaliteit 35
7.3 Stabiliteit van boezemkaden 35
7.4 Parkeergarages, kelders en tunnels 36
8 Conclusie en aanbeveling 37

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 2022. 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 2022. 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.

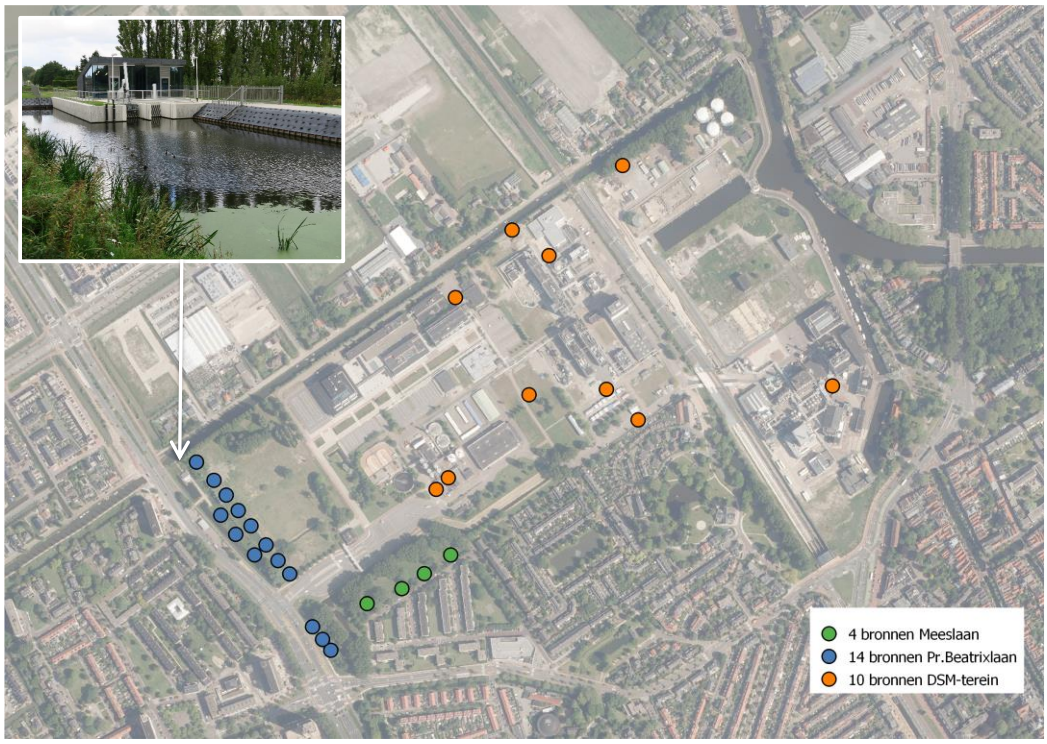
1.3 Aanpak op hoofdlijnen

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 m^3 per uur. Doordat de installatie inmiddels verouderd is, waren de afgelopen jaren een steeds kleiner wordend aantal pompputten in gebruik. Om storingsvrij grondwater te kunnen blijven onttrekken en ook voor de komende jaren een moderne bedrijfszekere installatie te hebben, zijn in 2014 en 2015 twee puttenvelden net buiten het DSM-terrein aangelegd. 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. Op het DSM-terrein zelf functioneerden eind 2021 nog maar zo'n 10 putten. Ook deze zijn inmiddels stilgezet. Op 28 januari is de laatste pomp op het DSM-terrein uitgeschakeld. Dit zijn de oranje bolletjes in Figuur 1. Sindsdien wordt enkel nog met de pompen van het puttenveld aan de Meeslaan en Pr. Beatrixlaan gepompt (de blauwe en groene bolletjes in Figuur 1).

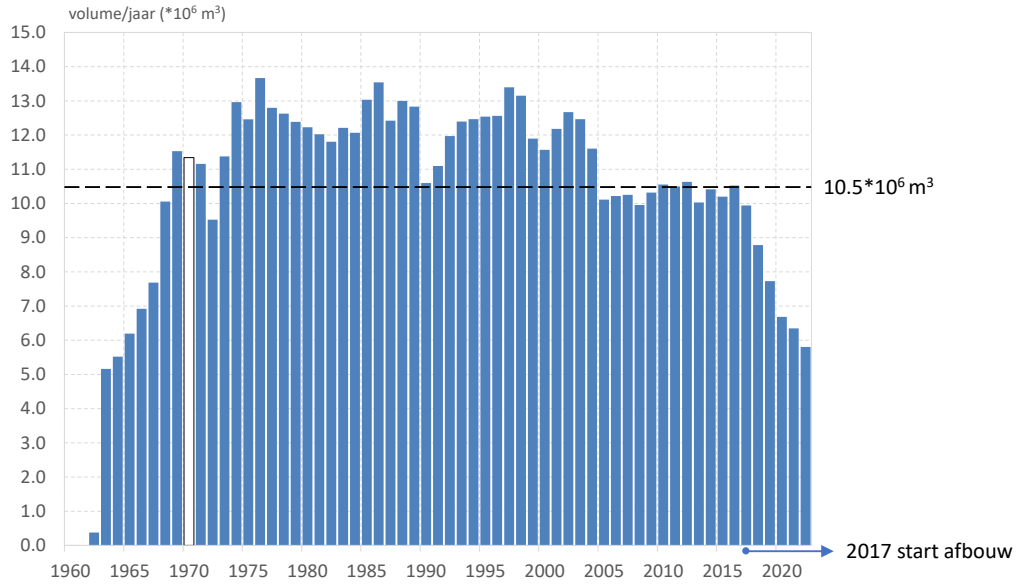


Figuur 1 Locatie van de verschillende puttenvelden van de grondwateronttrekking Delft-Noord. In de inzet het gemaal Kerstanjewetering van waar uit het water naar zee wordt gepompt.

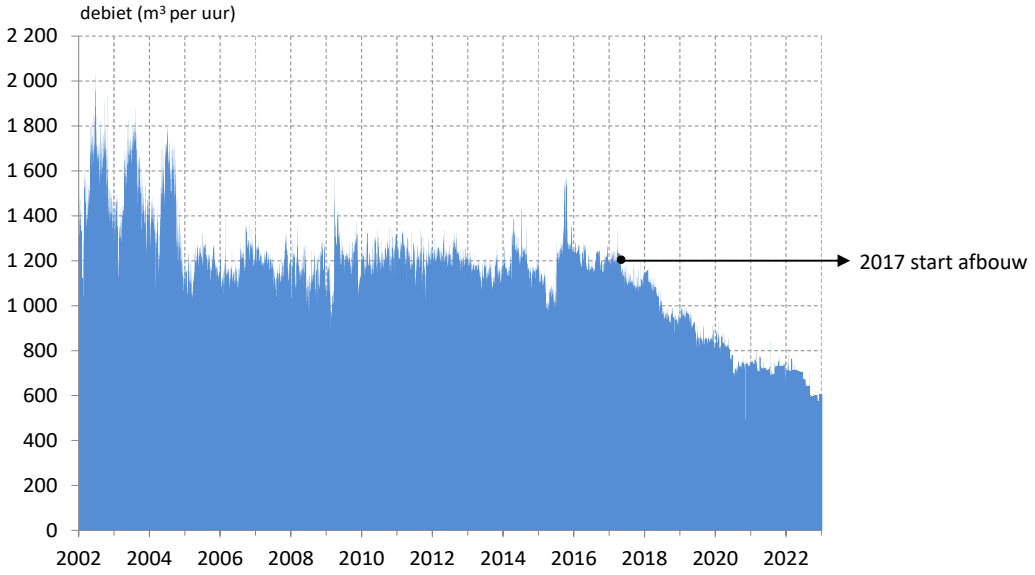
Figuur 2 Op 28 januari 2022 is de laatste pomp (nr 124) op het DSM-terrein stilgezet. Vanaf dat moment is enkel het puttenveld aan de Meeslaan en de Prinses Beatrixlaan nog in gebruik.

2.2 De afgelopen jaren

Een overzicht van het in de afgelopen jaren onttrokken grondwater is weergegeven in Figuur 3 en Figuur 4. In Figuur 3 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 m^3/uur te onttrekken. Dit is gelijk aan 10.5 miljoen m^3 per jaar. In 2017 is op 1 mei, 1 juni en 1 juli de onttrekking in drie stappen teruggebracht naar 1080 m^3/uur, waardoor in 2017 een jaarvolume van 9.9 miljoen m^3 is onttrokken. In 2018 is de onttrekking teruggebracht naar 960 m^3/uur. In 2019 naar 840 m^3/uur. In 2020 naar 720 m^3/uur. Ook in 2021 draaide de installatie op 720 m^3/uur. In 2022 is de onttrekking teruggebracht naar 600 m^3/uur, met een totaal jaarvolume van 5.8 miljoen m^3.



Figuur 3 Onttrokken volumes per jaar van 1962 tot en met 2022



Figuur 4 Onttrokken debieten in m³ per uur van 1 januari 2002 tot 1 januari 2023

In Figuur 4 staan de gemiddeld per uur onttrokken debieten van 2002 tot en met 2022. 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 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. In 2021 is gemiddeld 725 m³ per uur onttrokken. Het streefdebiet in die periode was 720 m³ per uur.

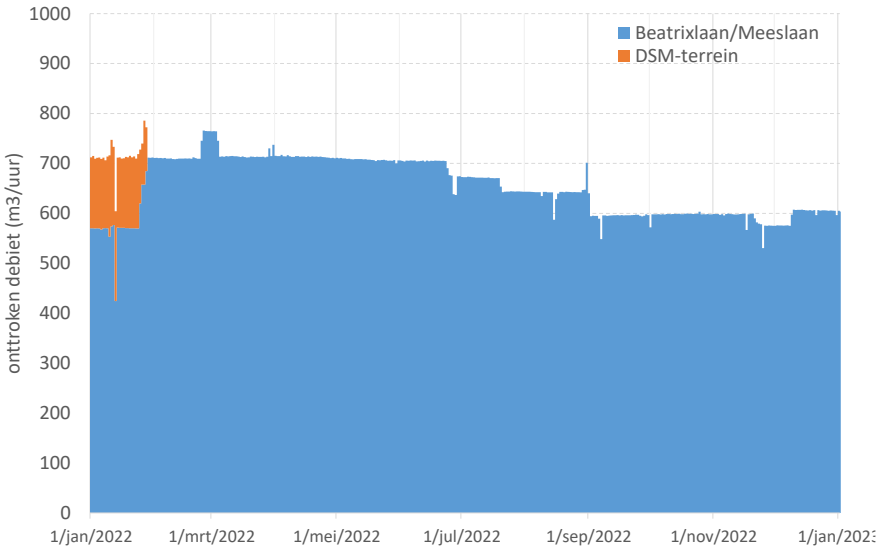
In 2022 is tussen 1 januari en 20 juni gemiddeld 717 m³ per uur onttrokken. Het streefdebiet in die periode was 720 m³ per uur. Tussen 2 september en 31 december is gemiddeld 595 m³ per uur onttrokken. Het streefdebiet was 600 m³ per uur.

Tabel 1 De onttrokken debieten en volumes van 2002 tot en met 2021

Jaar	Maximum [m³/uur]	Minimum [m³/uur]	Gemiddeld [m³/uur]	Volume [10⁶ m³]	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

* GR is de Gemeenschappelijke Regeling Beheer Grondwateronttrekking Delft-Noord
** 1e getal is van 1 jan tot 1 mei en het 2e getal van 2 juli tot 31 dec.
*** 1e getal is van 1 jan tot 20 juni en het 2e getal van 2 sep tot 31 dec.

In Figuur 5 is verder op de data van 2022 ingezoomd. Links in de grafiek is te zien dat eind januari 2022 de bronnen op het DSM-terrein zijn teruggeschroefd van 150 m³/uur naar 0 m³/uur en het debiet met de bronnen aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan is verhoogd van 570 m³/uur naar 720 m³/uur. Daarnaast hebben op 13 januari de bronnen aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan i.v.m. onderhoud enkele uren niet gedraaid.

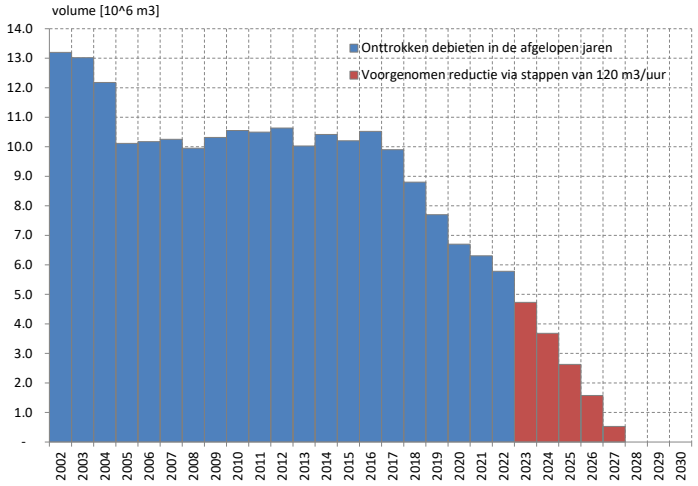


Figuur 5 Onttrokken debieten van 1 januari 2022 tot 1 januari 2023. De 'blauwe' volumes zijn onttrokken met de aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan (dus buiten het DSM-terrein) geïnstalleerde bronnen. De 'rode' volumes zijn door de gemeente op het DSM-terrein onttrokken.

2.3 De komende jaren

Figuur 6 is vooralsnog 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 jaren nog 13 miljoen m^3 grondwater onttrokken.

De reductie van de onttrekking in 2022 is zonder problemen uitgevoerd. De Gemeente Delft is voornemens om in 2023 de onttrekking weer in drie kleine stappen van 600 m^3 per uur naar 480 m^3 per uur af te bouwen.



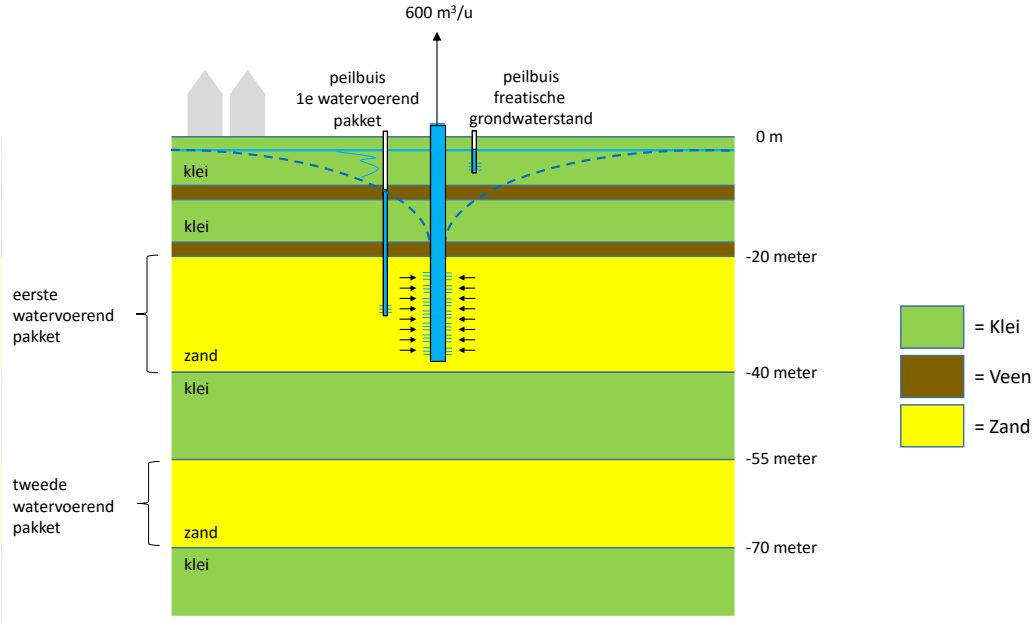
Figuur 6 Onttrokken debieten van 2002 tot en met 2022 en het voorgenomen afbouwschema waarbij de onttrekking met stappen van 120 m3/uur wordt afgebouwd.

3 Stijghoogtes in het 1e watervoerend pakket

3.1 Algemeen

Door de onttrekking is een onttrekkingskegel getrokken in de stijghoogte van het eerste watervoerend pakket. Het eerste watervoerend pakket is een laag grof zand die zich bevindt 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 transmissiviteit[1] van een watervoerende laag. In Figuur 7 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 netwerk van 54 peilbuizen in het eerste watervoerend pakket van de provincie Zuid-Holland.



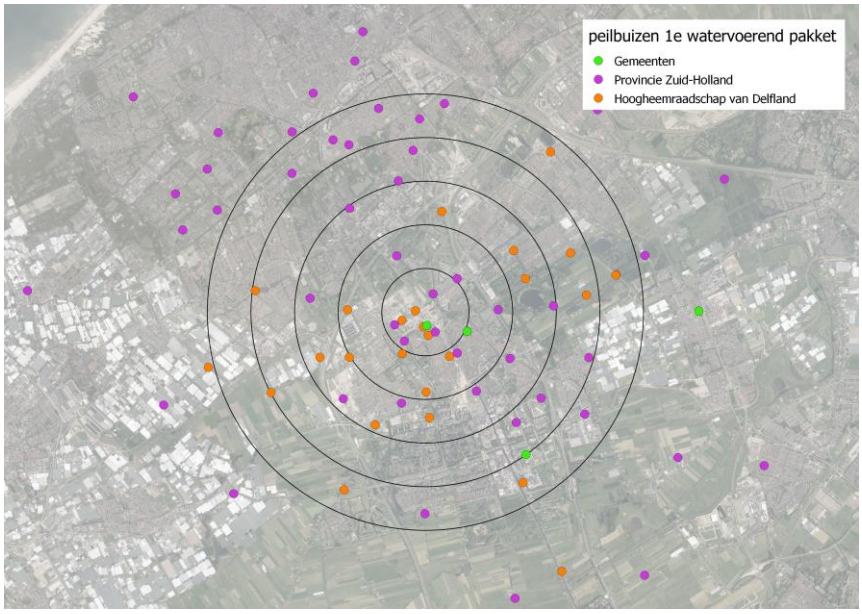
Figuur 7 Schematische weergave van onttrekkingskegel. De peilbuizen in het eerste watervoerend pakket hebben hun filter op zo'n 25 meter beneden maaiveld.

[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 2021

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 3 en Pijnacker-Nootdorp 1 peilbuis in het eerste watervoerend pakket. Verder heeft het Hoogheemraadschap van Delfland ook 26 buizen in het 1e watervoerend pakket. Dit maakt een totaal van 74 actieve buizen in 2022.

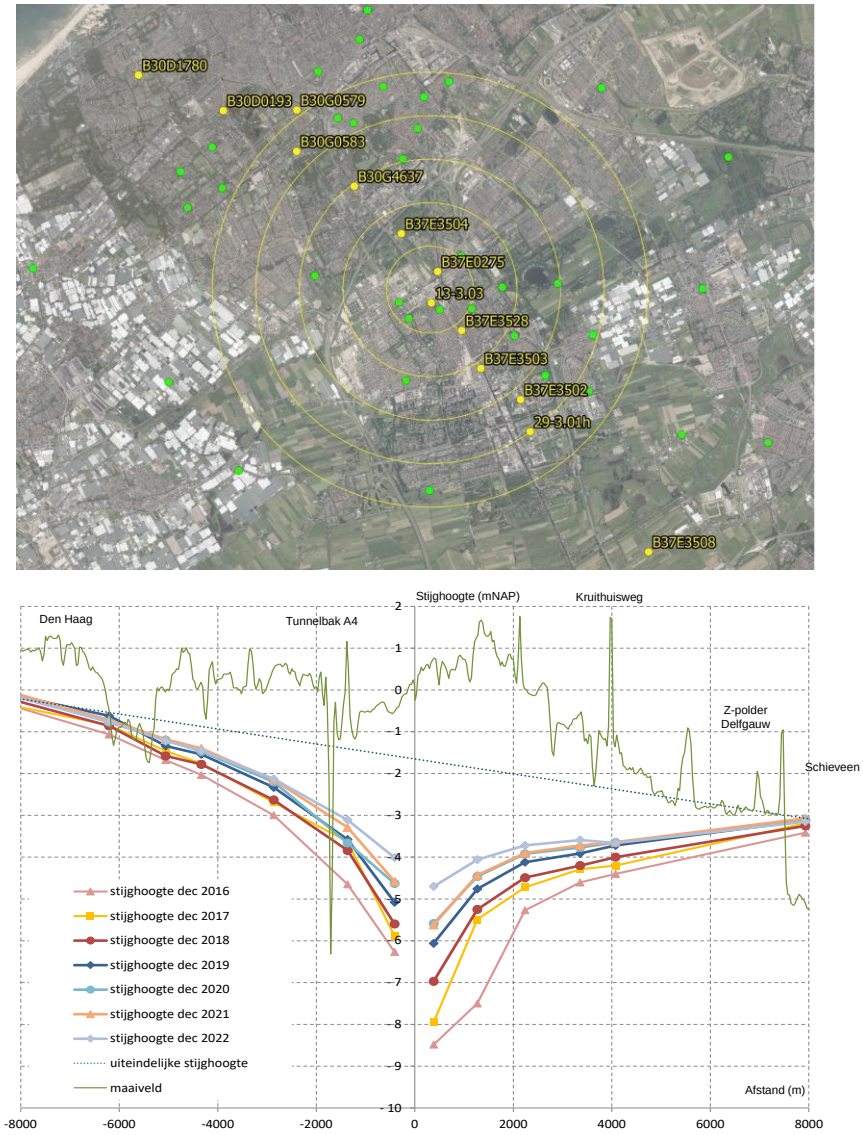


Figuur 8 Het netwerk van peilbuizen in het eerste watervoerend pakket.
De cirkels bevinden zich op 1 tot 5 km van de onttrekking.

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 7 geschetste onttrekkingskegel. In Figuur 9 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 2022. 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 9 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 in de zomers van 2017, 2018, 2019 en 2020 zijn de stijghoogtes omhooggekomen ten opzichte van december 2016. Op 8 km van de onttrekking is de stijghoogte in 4 jaar circa 0.3 meter gestegen en dichtbij de onttrekking circa 3.8 meter. Ook is te zien dat in 2021 de stijghoogte om en nabij gelijk is aan 2020.



Figuur 9 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 10). 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 10 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 laatst 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.

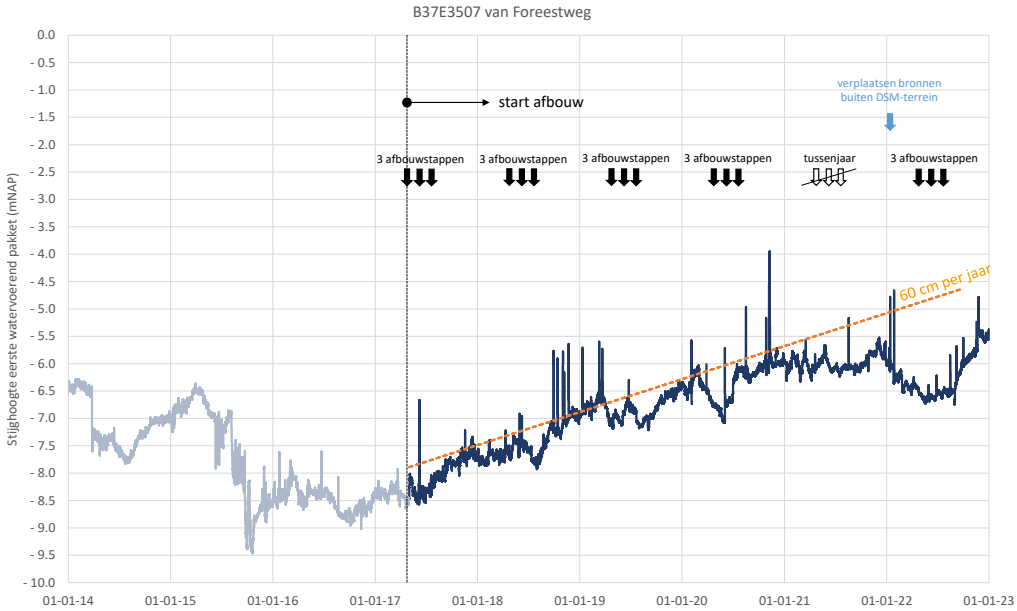
Tabel 2 Gemeten gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket in dec 2016 t/m 2021.

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)	Bovengrens afbouwstap (mNAP)
B37E3507	Foreestweg	-8.6	-7.7	-6.9	-6.5	-5.9	-5.8	-5.5	-5.0
B37E0275	't Jaagpad	-6.5*	-6.0	-5.7	-5.1	-4.6	-4.6	-4.0	-3.8
B37E3473	Doelenstraat	-6.1*	-5.4	-5.1	-4.6	-4.4	-4.4	-4.0	-3.7
B37E0312	B. Powellpad	-5.1	-4.6	-4.5	-4.0	-3.8	-3.8	-3.5	-3.4
B37E3502	B. vd Polweg	-4.6	-4.3	-4.2	-3.9	-3.8	-3.7	-3.6	-3.4

* 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.

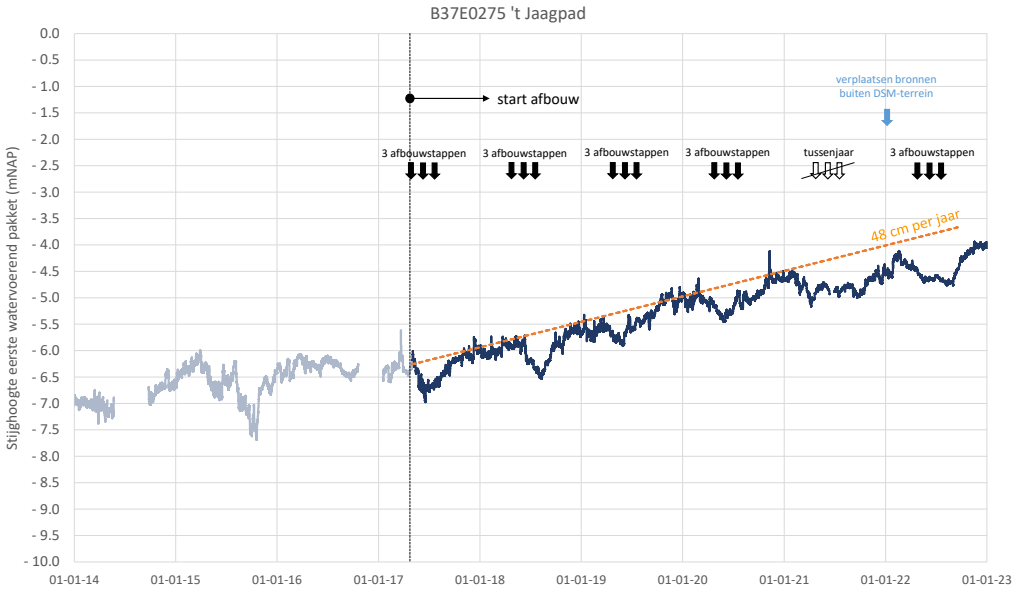
In Figuur 11 tot en met Figuur 15 zijn van deze 5 peilbuizen de metingen tussen januari 2014 tot en met 1 januari 2023 opgenomen.

In Figuur 11 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 2022 was -5.47 mNAP. De Oranje stippellijn stijgt 60 cm per jaar.



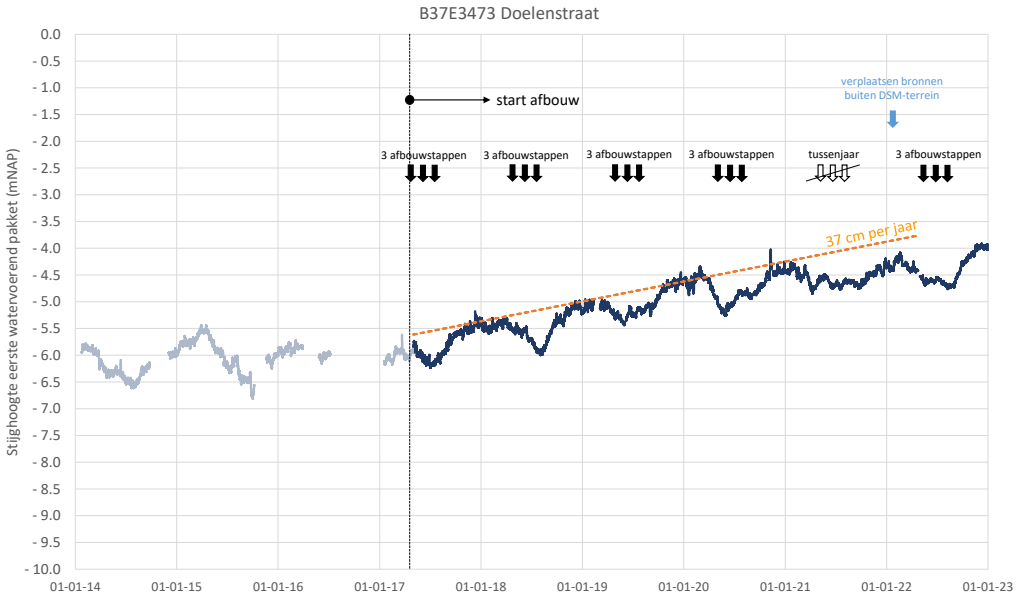
Figuur 11 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2023 aan de Foreestweg.

In Figuur 12 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 -3.93 mNAP op 17 november 2022. De laatst gemeten stijghoogte van 2022 was -3.98 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 48 cm per jaar.



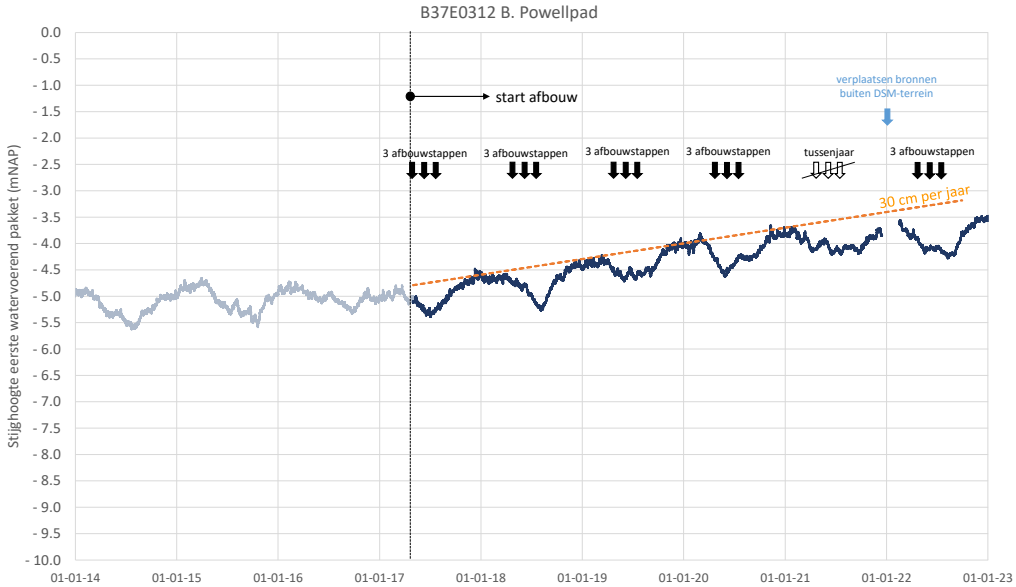
Figuur 12 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2023 aan 't Jaagpad.

In Figuur 13 staan de metingen van de Doelenstraat. Ook hier ontbreken vóór 2017 een aantal periodes door falende drukopnemers. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.92 mNAP op 9 december 2022. De laatst gemeten stijghoogte van 2022 was -3.97 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 37 cm per jaar.



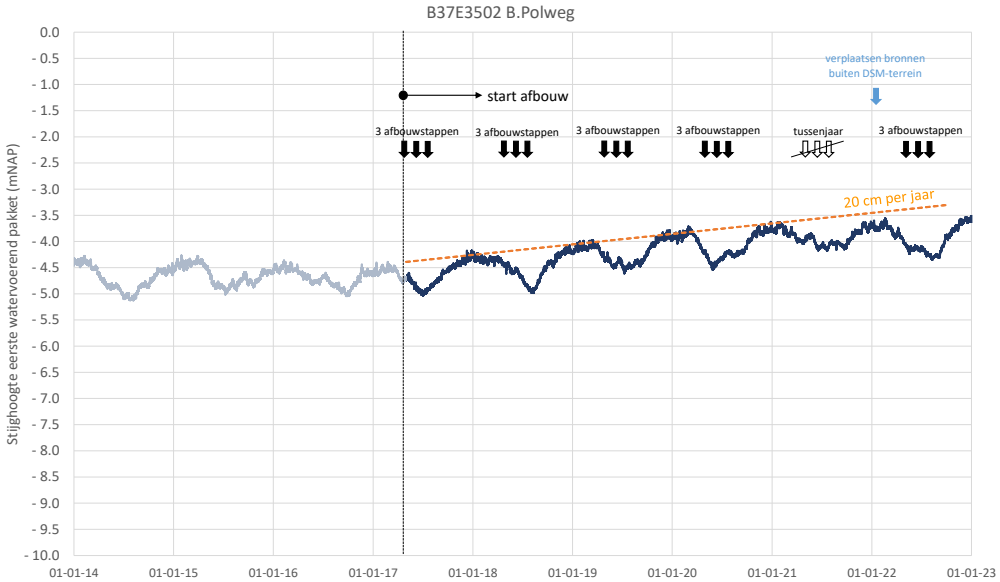
Figuur 13 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2023 in de Doelenstraat.

Figuur 14 staan de metingen van het Baden Powellpad. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.48 mNAP op 30 december 2022. De laatst gemeten stijghoogte van 2022 was -3.51 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 30 cm per jaar.



Figuur 14 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2023 aan het Baden Powellpad.

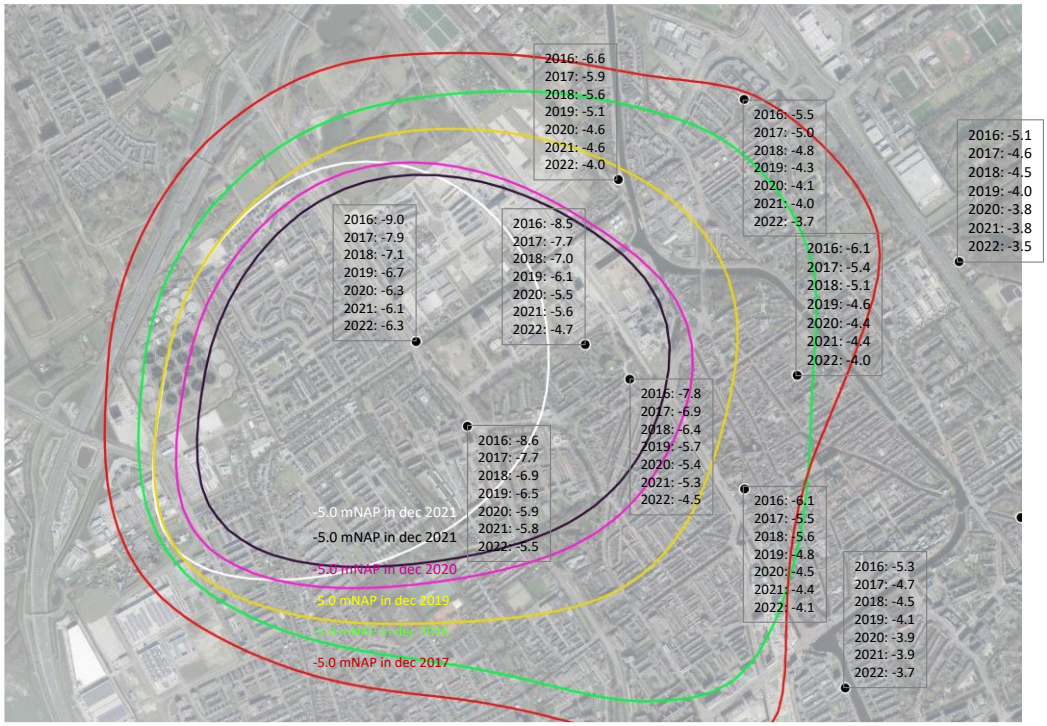
In Figuur 15 staan de metingen van de hoek Balthasar van der Polweg/Mekelpark. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.52 mNAP op 30 december 2022. De laatst gemeten stijghoogte van 2022 was -3.57 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 20 cm per jaar.



Figuur 15 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2023 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 16). Door de afbouwstappen komt de -5 mNAP isohypse steeds dichter bij 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.

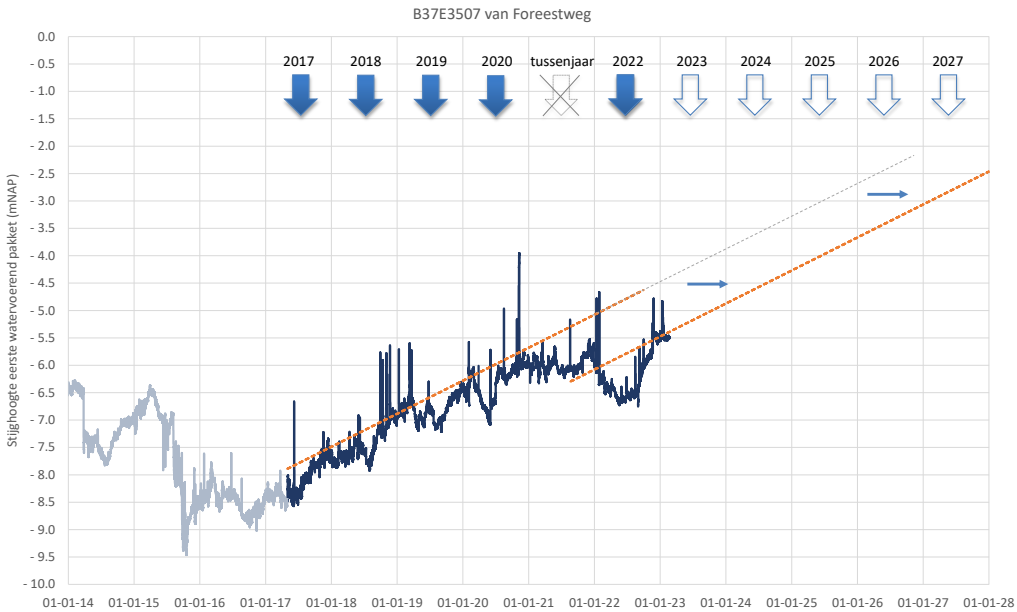


Figuur 16 De -5 mNAP isohypsen en stijghoogtes in de afgelopen jaren rond de onttrekking.

3.6 De komende jaren

De metingen na de afbouwstappen van de afgelopen 4 jaar laten een vergelijkbare geleidelijke toename zien. Nabij de onttrekking kwam de stijghoogte in de afgelopen vier ieder jaar 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 5 afbouwstappen te gaan als de grondwateronttrekking tot 0 m^3/uur wordt afgebouwd. Als ook bij de toekomstige 5 afbouwstappen bij elke stap de stijghoogte 0.6 meter zal stijgen, zal de uiteindelijke stijghoogte 3.0 meter hoger komen te liggen. De huidige stijghoogte nabij de onttrekking is circa -5.5 mNAP (zie ook Figuur 17). Bij elkaar opgeteld komt de stijghoogte dan eind 2027 op circa -2.5 mNAP. Uiteraard zal jaarlijks gecontroleerd worden of dat nog steeds zo is, alvorens er tot een volgende stap wordt besloten.



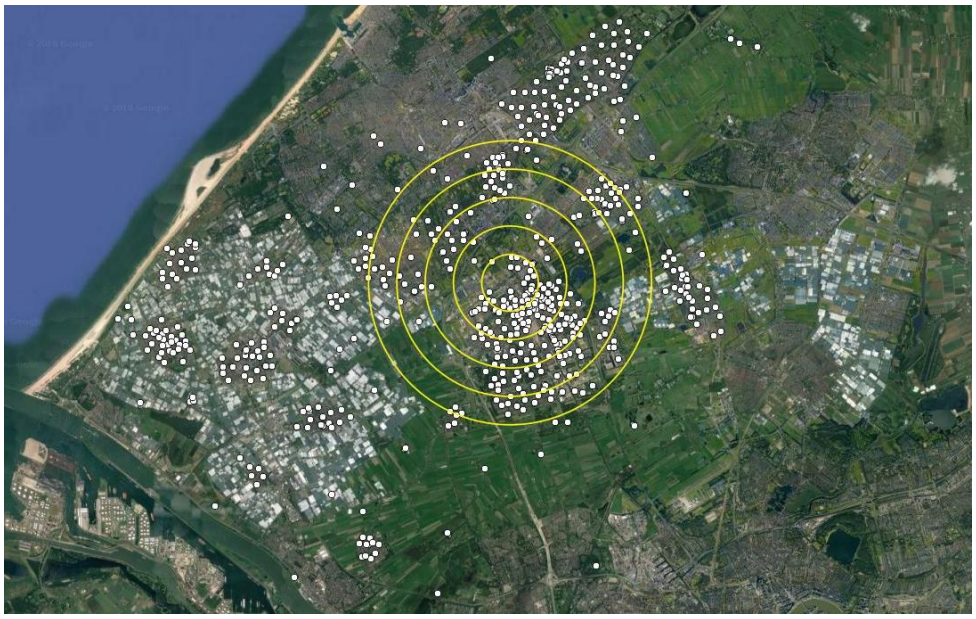
Figuur 17 Stijghoogte in het 1e wvp aan de Foreestweg De prognose voor eind 2027 is een stijghoogte van ongeveer -2.5 mNAP. De stijghoogte zal dus nog zo'n 3.0 meter stijgen.

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.

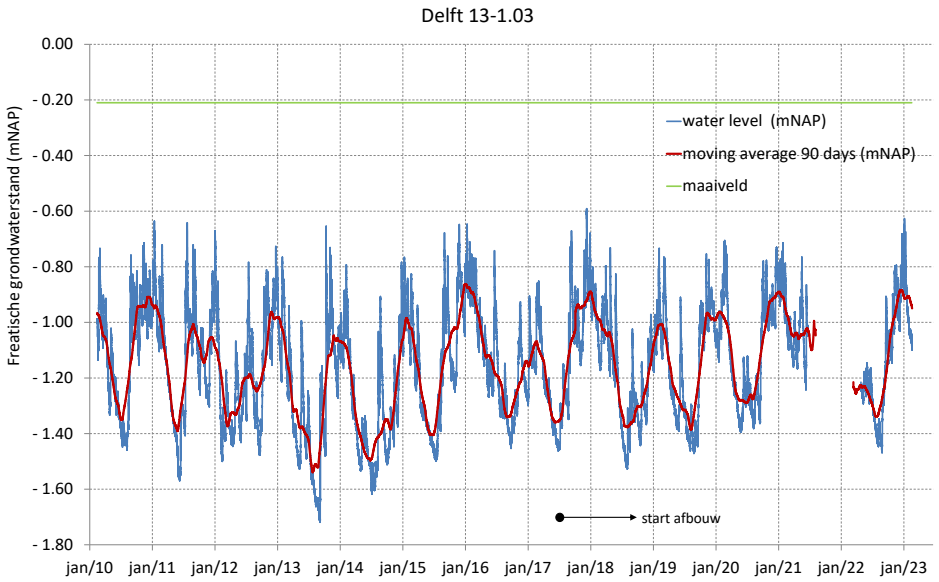
Om te monitoren of en hoe de grondwaterstanden veranderen, is door de gemeenten Rijswijk, Westland, Leidschendam-Voorburg, Midden-Delfland, Pijnacker-Nootdorp, Den Haag en Delft in de afgelopen jaren een grondwatermeetnet aangebracht. Daarnaast heeft het Hoogheemraadschap van Delfland een aantal peilbuizen in het buitengebied. In totaal zijn er circa 700 peilbuizen waarin elk uur met behulp van drukopnemers de grondwaterstand wordt gemeten (Zie Figuur 18). 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 18 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 19. 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 19 Freatische grondwaterstanden in peilbuis Delft 13-1.03 van 12 feb 2010 tot 8 juni 2021

Het sterk fluctuerende karakter van de grondwaterstand in Figuur 19 maakt het lastig om de verschillende jaren vóór en na de start van de reductie van de grondwater-onttrekking 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. 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.

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

4.3 De ontwateringsdiepte bij alle peilbuizen

Door de gemeente Delft worden al enkele 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 (2022)
Delft	201	241*
Westland	156	170
Leidschendam-Voorburg	90	94
Pijnacker-Nootdorp	101	119
Rijswijk	59	59
Den Haag	29	29
Midden-Delfland	25	31
HH Delfland**	29	37
Totaal	**690**	**780**

* 19 peilbuizen zijn in de nabijheid van diepe parkeergarages geplaatst om de grondwaterstand naast deze garages te monitoren.
** Deze buizen zijn het GGOR-netwerk van het hoogheemraadschap van Delfland.

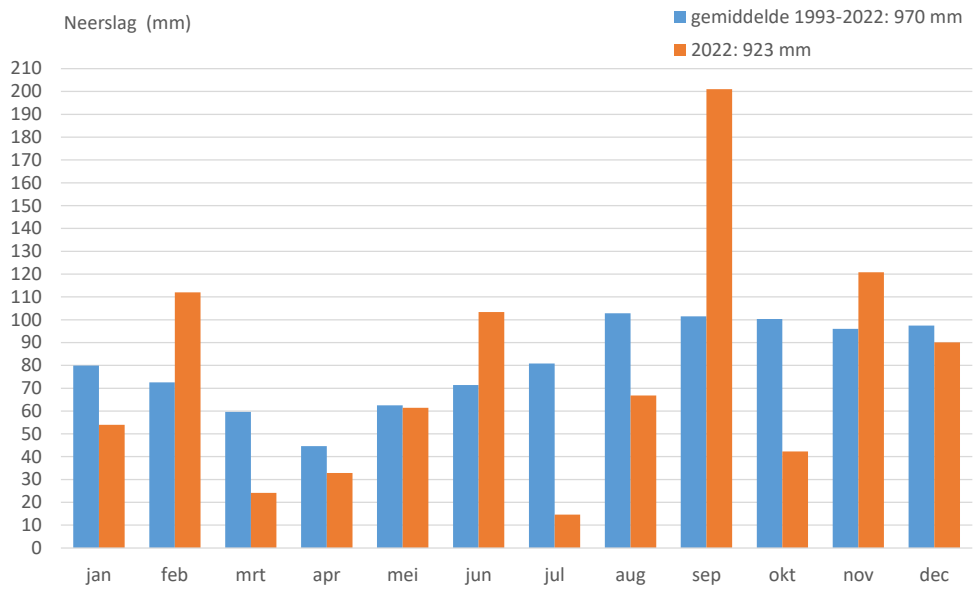
Van deze 771 peilbuizen in 2022 komt niet altijd data door. Bij 90% van deze peilbuizen zijn de gegevens nagenoeg compleet. Bij de circa 10% ontbreken nog meer dan 30 dagen door:

a) Een defect aan de drukopnemer;
b) Een (tijdelijk) niet toegankelijke peilbuis;
c) De laatste uitleesronde voor 1 december 2022 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 2023 aangevuld.

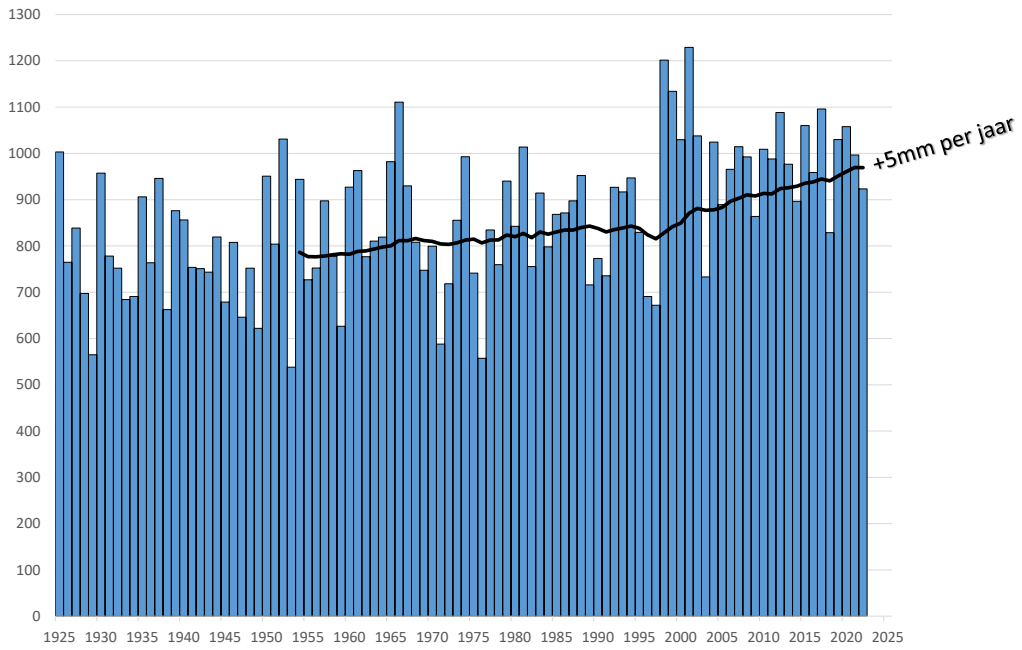
Op circa 85% van de locaties was het natter in de winter van 2022/2023 dan het gemiddelde van voorgaande jaren. (Dit vooral door 160 mm neerslag in januari 2023) Deze toename in freatische grondwaterstanden is onafhankelijk van de afstand tot de onttrekking.

Qua totale neerslag was 2022 bijna een gemiddeld jaar: 923 mm tegen gemiddeld 970 mm. Gedurende het jaar waren er wel hele natte en hele droge maanden. In 2022 was vooral september extreem nat. In deze maand viel 201 mm. Terwijl in de afgelopen 30 jaar in Delft gemiddeld in september 101 mm is gevallen (Zie Figuur 20). Daarentegen waren maart, juli, augustus en oktober weer heel erg droog.



Figuur 20 Gemiddelde neerslag per maand in Delft en de neerslag van 2021. Het afgelopen jaar was een gemiddeld jaar (bron: KNMI dagwaarnemingen station 449 Delft).

Sinds gestart is met de afbouw waren nagenoeg alle jaren natter dan gemiddeld. Het lijkt er op dat er in de afgelopen decennia meer natte dan droge jaren optreden. Voor Figuur 21 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 zo'n 800 mm. Vanaf 1998 klimt het gemiddelde elk jaar met 5mm en is inmiddels 970 mm per jaar.



Figuur 21 Neerslag per jaar in Delft sinds 1925 (bron: KNMI dag waarnemingen station 449 Delft)

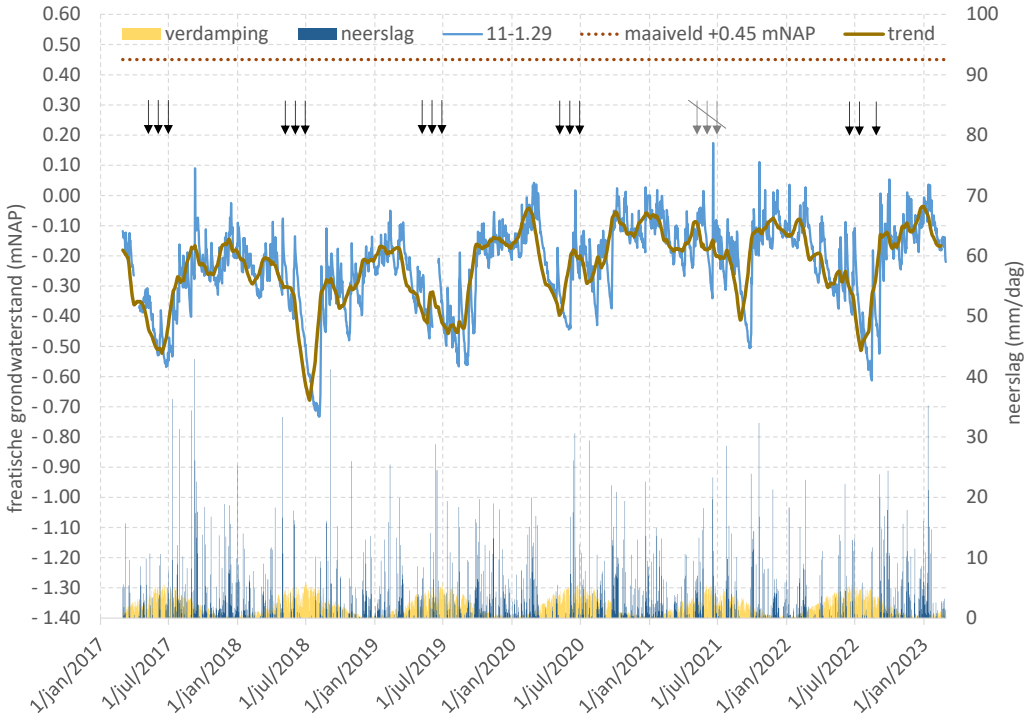
4.4 Peilbuizen in het centrum van Delft

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

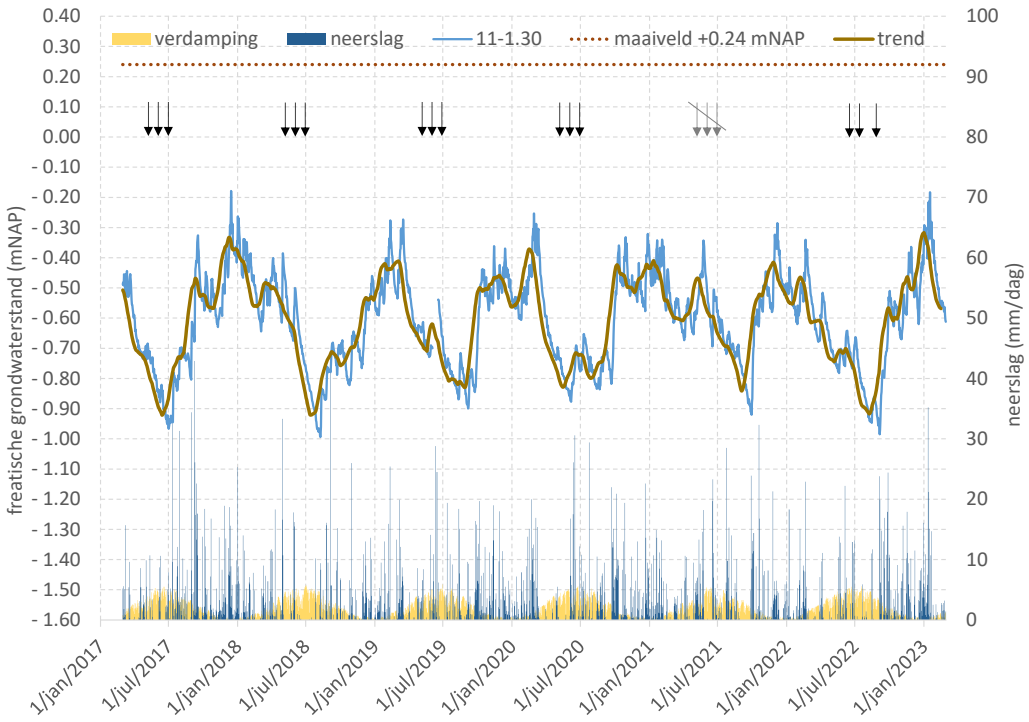
- Halverwege de Houthaak in het doodlopende dwarsstuk (11-1.29);
- Binnenterrein Doelenstraat (11-1.30);
- Speeltuin halverwege de van der Mastenstraat (11-1.31);
- Achter slager van Dam, Hofje van Pauw (11-1.32);
- Halverwege Visstraat (11-1.33);
- Speelterrein Max Havelaarschool (11-1.34).

In Figuur 22 zijn deze locaties opgenomen en in Figuur 23 tot en met Figuur 28 zijn de metingen vanaf 1 maart 2017 tot 1 januari 2023 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) is afhankelijk van de locatie, goed te zien dat vooral het uitzakken van de zomergrondwaterstand tussen deze jaren verschilt. De pieken in de grondwaterstanden in het najaar/winter zijn grosso modo gelijk. Er is nog geen sprake van een door de reductie van de grondwateronttrekking veroorzaakte waarneembare toename van de grondwaterstanden.

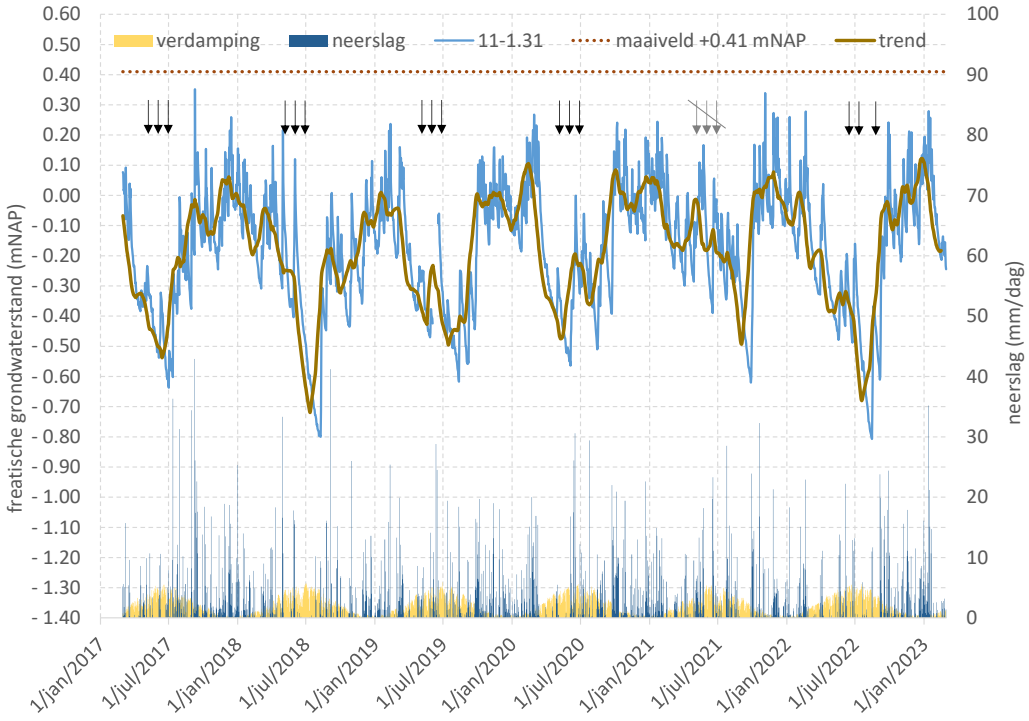
Figuur 22 De locaties van de in maart 2017 geplaatste peilbuizen in het centrum van Delft



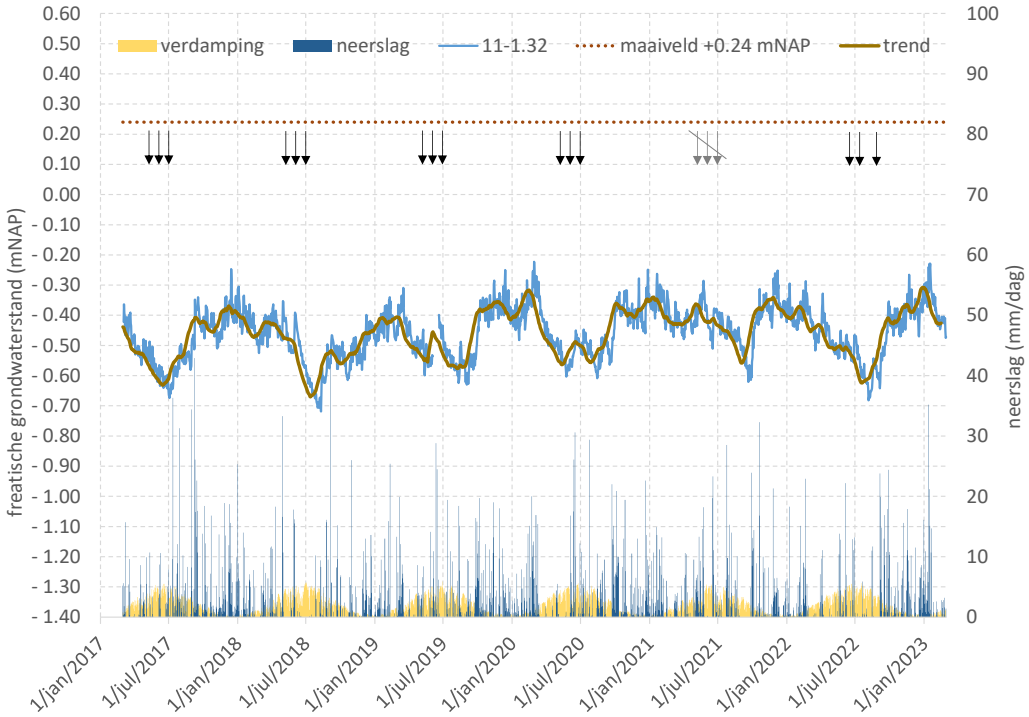
Figuur 23 Freatische grondwaterstanden in de Houthaak. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 74 cm onder maaiveld. In 2018 was dit 77 cm, in 2019 was dit 72 cm, in 2020 64 cm, in 2021 61 cm en in 2022 op 67 cm.



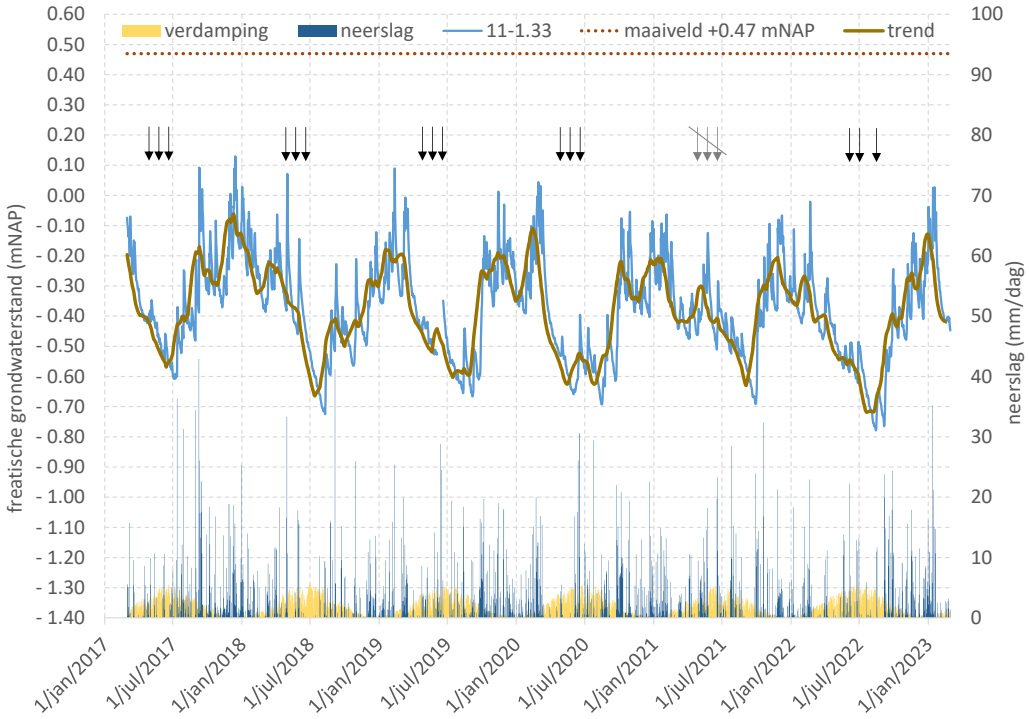
Figuur 24 Freatische grondwaterstanden in de Doelenstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 88 cm onder maaiveld. In 2018 was dit 87 cm onder maaiveld. In 2019 was dit 83 cm, in 2020 85 cm, in 2021 81 cm en in 2022 op 89 cm.



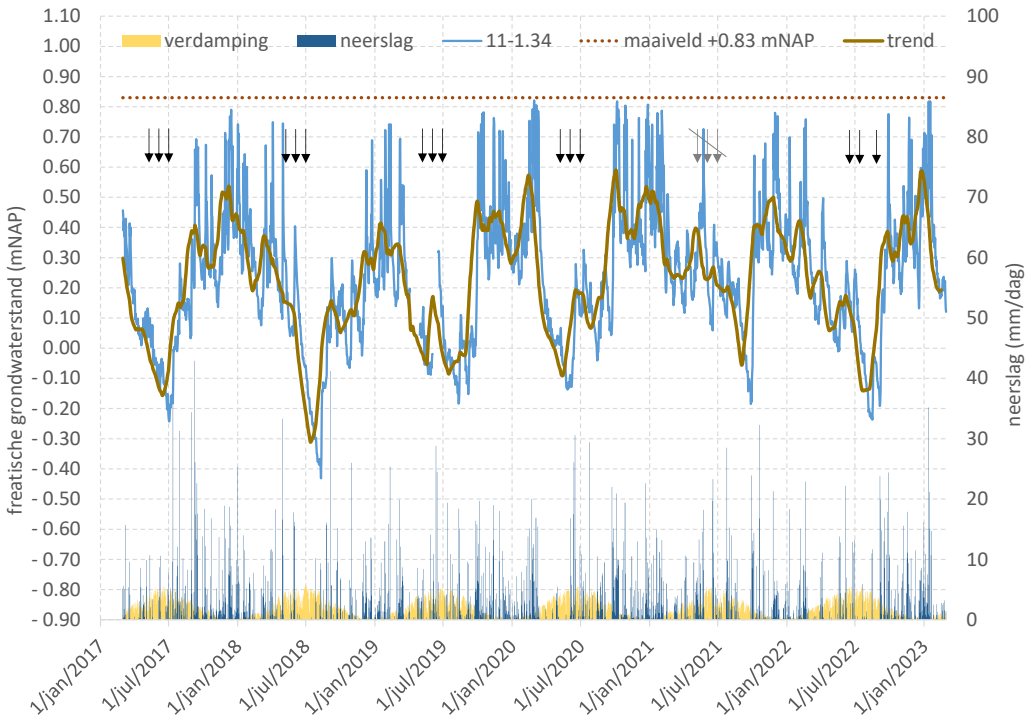
Figuur 25 Freatische grondwaterstanden in de van der Mastenstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 62 cm onder maaiveld. In 2018 op 65 cm onder maaiveld, in 2019 was dit 60 cm, in 2020 56 cm, in 2021 53 cm en in 2022 op 63 cm.



Figuur 26 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 en in 2022 op 70 cm.



Figuur 27 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 en in 2022 op 92 cm.



Figuur 28 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 en in 2022 op 62 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 nu 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 invloedsfeer van de onttrekking liggen te vergelijken met die binnen de invloedsfeer, 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/m^2 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 m^3/uur zijn de geschatte veranderingen rond de onttrekking zelf in de orde grootte van 0.2 tot 0.4 mm/m^2 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/m^2 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

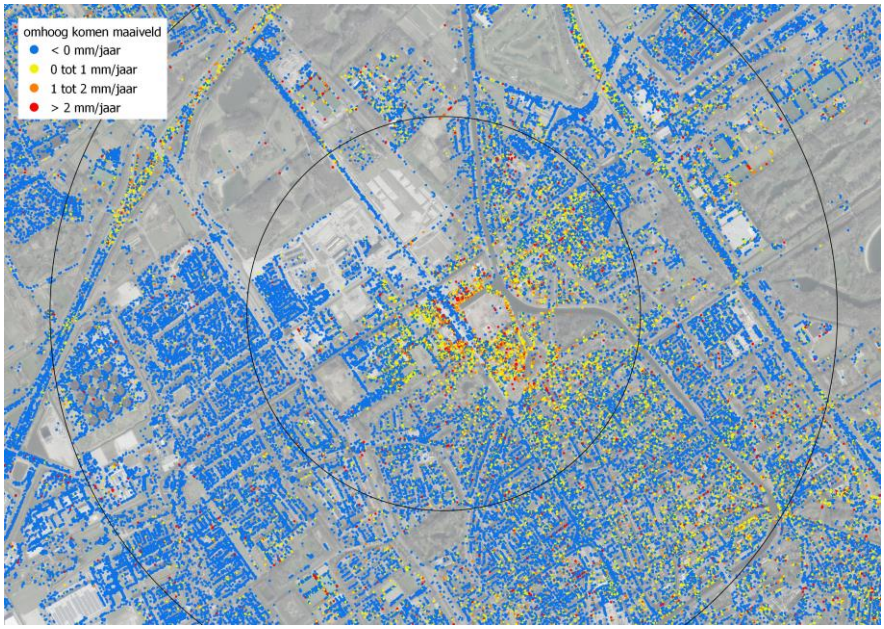
Verwacht wordt dat wanneer de grondwateronttrekking stapsgewijs wordt gereduceerd, de waterspanning in de ondergrond verandert, waardoor de samendrukbare bodemlagen iets zullen terugveren. Door Deltares is in 2008 geschat (Deltares, 2008) dat bij een volledige stopzetting het maaiveld binnen de grenzen 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 te onttrekking frequent te monitoren. Het gebruik van INSAR-metingen in plaats van bijvoorbeeld het monitoren van hoogtebouten via een doorgaande waterpassing heeft twee grote voordelen:

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

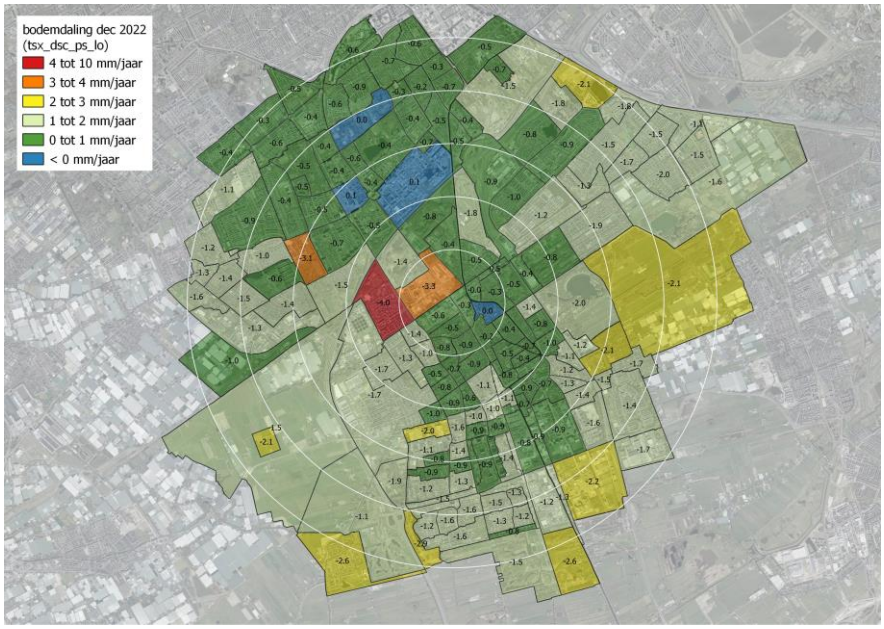
De deformatie rond de onttrekking over de periode januari 2021 tot en met december 2022 is in Figuur 29 weergegeven. Een periode van twee jaar wordt gebruikt omdat dan de trend in de bodemdaling over zo'n 60 meetpunten kan worden bepaald. Bij een (te) korte periode gaan bijvoorbeeld kleine verschillen tussen seizoenen de trend in deformatie beïnvloeden.



Figuur 29 Deformatie van maaiveld in en om Delft in de periode 2021–2022.

In Figuur 29 valt op dat – net als vorig jaar - het maaiveld op het DSM-terrein lokaal licht zwelt. 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.

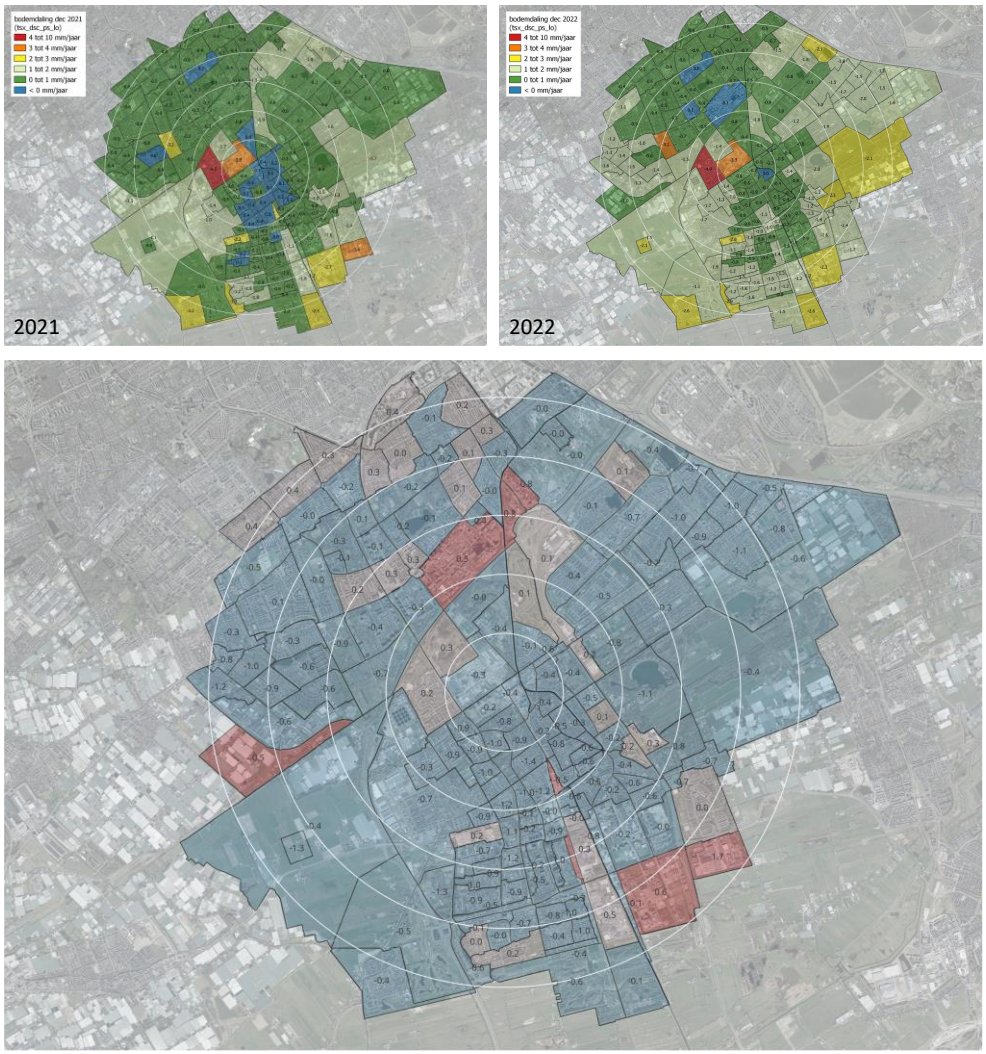
Om een goed beeld te krijgen van de hele omgeving is het nodig om uit te zoomen. In het hele gebied komen locaties voor die omhoogkomen en zakken. In Figuur 30 is voor iedere buurt in de omgeving van Delft de gemiddelde deformatie van het maaiveld berekend uit alle beschikbare punten over de periode januari 2021 tot en met december 2022. In de blauwe buurten komt het maaiveld licht omhoog.



Figuur 30 Gemiddelde maaiveldddaling in mm per jaar en rond Delft in de periode 2021-2022.

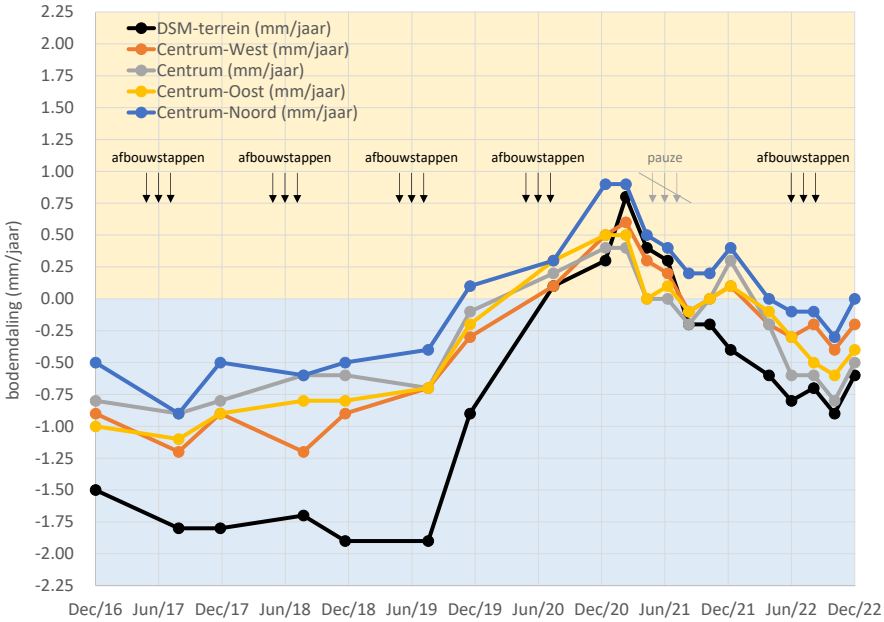
In Figuur 30 is te zien dat in de nabijheid van de onttrekking op buurtniveau het maaiveld licht zakt: minder dan vóór de afbouw van de onttrekking, maar dat is ook precies de bedoeling. Delft-Noord is de enige buurt die niet zakt of stijgt. De nieuwbouw in Rijswijk-Zuid (Haantje en Sion) zakken met -3.3 en -4.0 mm/jaar. Bij het bouwrijp maken van het terrein is het gebied enkele jaren geleden opgehoogd met zand. In de komende jaren zal hier de bodemdaling geleidelijk afnemen.

Voor Figuur 31 is het verschil in bodemdaling tussen 2020-2021 en 2021-2022 bepaald. In alle oranjeroze gebieden is de verandering in deformatie van maaiveld omhoog en in de lichtblauwe gebieden is de verandering in deformatie omlaag. Wat opvalt is dat de gebieden die in het Centrum van Delft in 2021 nog licht omhoogkwamen, nu zijn gaan zakken. De bodemdaling is bijna overal toegenomen. In een aantal (roze) gebieden op enige afstand van de onttrekking is de bodemdaling wel licht afgenomen.



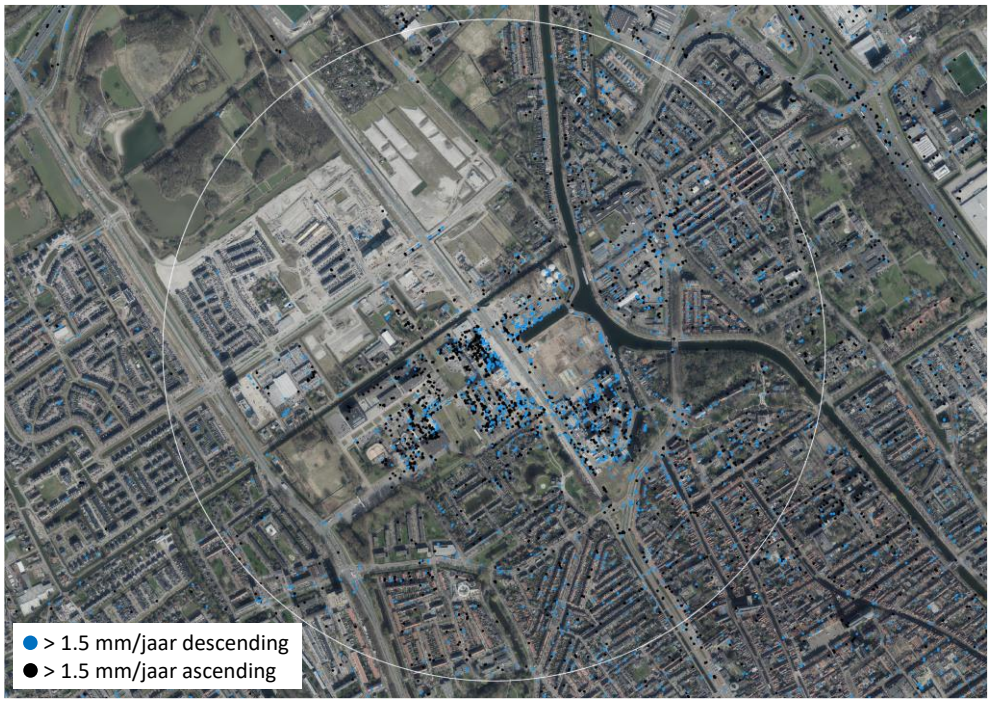
Figuur 31 Verschil in deformatie van maaiveld tussen 2020-2021 en 2021-2022. In de oranjeroze gebieden is de bodemdaling afgenomen. In de blauwe gebieden is de bodemdaling toegenomen.

De afgelopen jaren is elk jaar de gemiddelde maaivelddaling per buurt bepaald (zoals in Figuur 29 is weergegeven). Voor Figuur 32 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. Na februari 2021 herstelt de situatie zich naar een stabiele situatie tussen de -0.4 en +0.4 mm per jaar.



Figuur 32 Gemiddelde maaivelddaling in mm per jaar in de buurten Centrum-West, Centrum-Oost, Centrum-Noord, Centrum en op het DSM-terrein in de periode 2016–2022.

Alle punten die in de jaren 2021 en 2022 met 1.5 mm per jaar omhooggekomen zijn, zijn in Figuur 33 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 33 Locaties in de omgeving van Delft waar het maaiveld de afgelopen 2 jaar met 1.5 mm per jaar is gestegen. De zwarte punten zijn van de opgaande baan van de TerraSAR-X satelliet en de blauwe 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: tussen de -0.6 mm per jaar tot +0.0 mm per jaar. (zie Figuur 30, 31 en 32). Aanbevolen wordt in de zomer van 2023 weer een afbouwstap te nemen: van 600 naar 480 m^3 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 34).

Figuur 34 Panden in de omgeving van de Markt 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 2021–2022 in totaal 235 punten beschikbaar (Zie Figuur 35). Per gebouw is van deze meetpunten het gemiddelde van de deformatiesnelheid bepaald:

- Het stadhuis zakte met -0.7 mm/jaar (was over 2020–2021 +0.0 mm/jaar);
- De Waag zakte met -1.4 mm/jaar (was over 2020–2021 +0.1 mm/jaar);
- De Hippolytuskapel met -0.8 mm/jaar (was over 2020–2021 +0.3 mm/jaar); en
- De Genestetkerk met -0.4 mm/jaar (was over 2020–2021 +0.0 mm/jaar).

De deformatie van deze gebouwen is in lijn met de deformatie van het maaiveld. Volgens Figuur 30 kwam het maaiveld in 2021-2022 in het centrum gemiddeld met -0.5 mm per jaar omhoog.

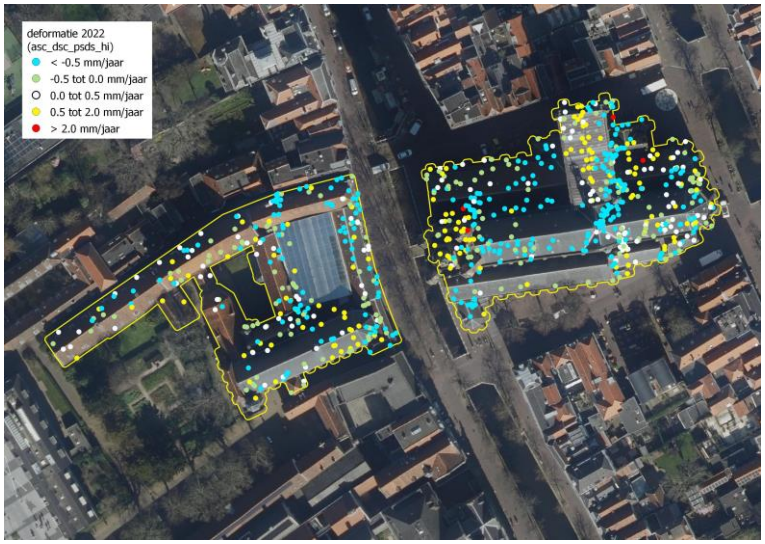
Figuur 35 Geselecteerde meetpunten Stadhuis, Waag, Hippolytuskapel en Genestetkerk

Prinsenhof/Waalse Kerk/Oude kerk

Binnen de omtrek van het Prinsenhof, Waalse Kerk en de Oude Kerk zijn er in de periode 2021–2022 in totaal 742 meetpunten (zie Figuur 36). Per gebouw is ook hier van de meetpunten het gemiddelde bepaald:

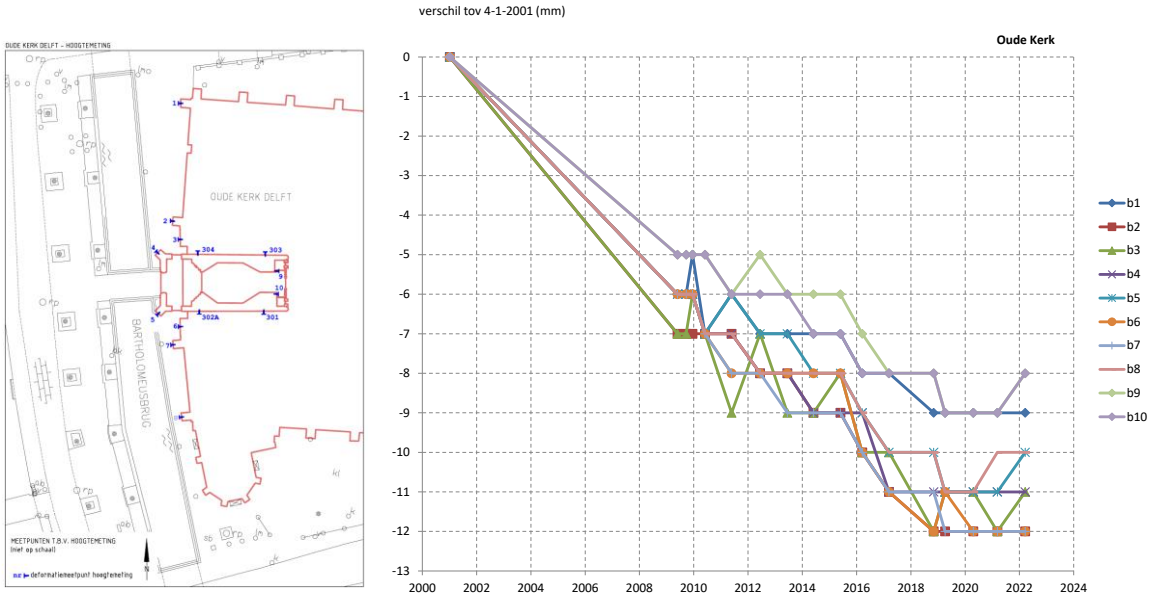
- Prinsenhof zakte met -0.2 mm per jaar (was over 2020–2021 +0.0 mm/jaar);
- Waalse Kerk zakte met -0.1 mm per jaar (was over 2020–2021 +0.1 mm/jaar);
- De Oude Kerk zakte met -0.2 mm per jaar (was over 2020–2021 +0.3 mm/jaar).

De deformatie van deze gebouwen is vergelijkbaar met de deformatie van het maaiveld in de omgeving (-0.2 mm/jaar) over dezelfde periode (Zie Figuur 30).



Figuur 36 Geselecteerde meetpunten Prinsenhof, Waalse Kerk en Oude Kerk

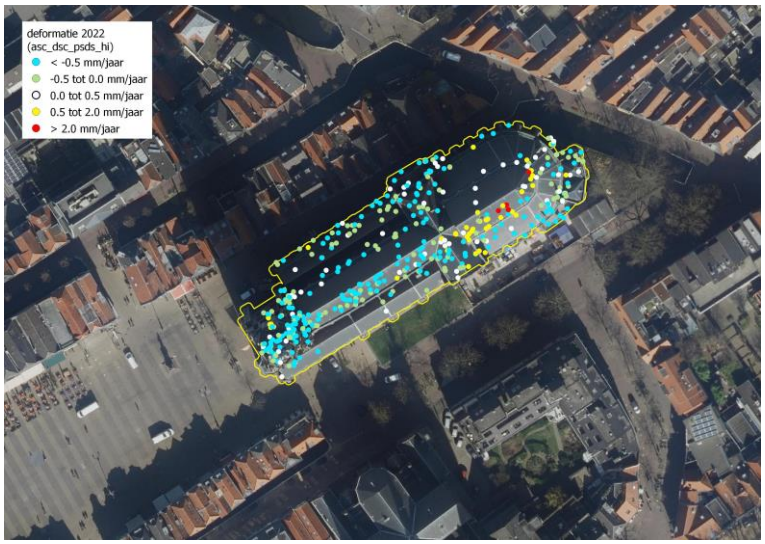
Door de gemeente Delft worden ook waterpassingen verricht aan 10 aan de toren van de Oude Kerk aangebrachte hoogtebouten. Het resultaat van de metingen van de afgelopen jaren is weergegeven in Figuur 37. Alle hoogtebouten vertonen vanaf 2009 tot en met 2022 om en nabij hetzelfde gedrag als de TerraSAR-X 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.



Figuur 37 Metingen aan hoogtebouten aan de Oude Kerk

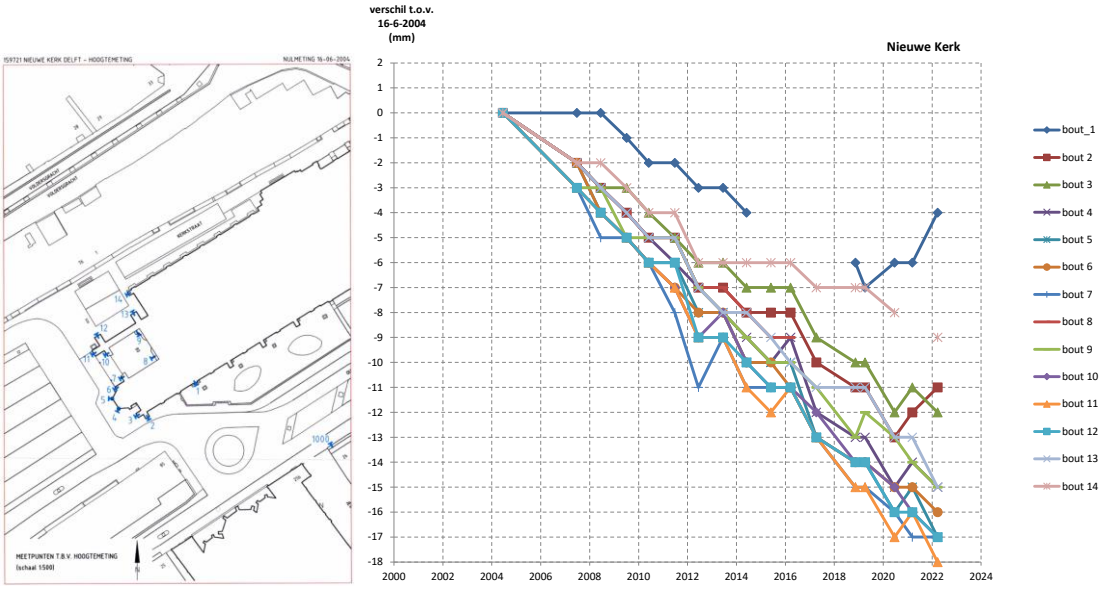
Nieuwe Kerk

Binnen de omtrek van de Nieuwe Kerk zijn er 428 meetpunten. De deformatie over de periode januari 2021 tot december 2022 is gemiddeld -0.4 mm per jaar, maar dit is niet gelijkmatig verdeeld. Rond de toren is de deformatie -0.6 mm per jaar (over 2020–2021 was dit -0.3 mm/ jaar). Terwijl de deformatie van het schip van de kerk -0.3 mm per jaar was (over 2020–2021 was dit +0.4 mm/jaar).



Figuur 38 De Nieuwe Kerk in Delft. Enkel bij de toren wijkt de deformatie iets af van het omringende maaiveld en het schip van de kerk.

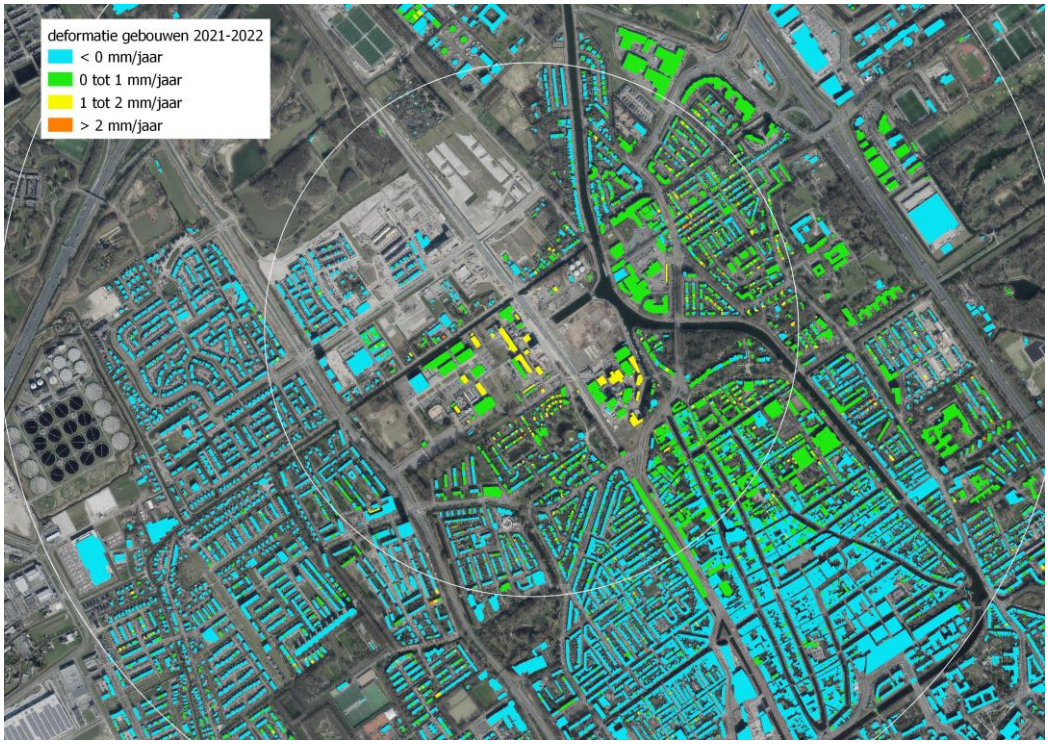
Door de Gemeente Delft worden sinds 2004 ook periodiek waterpassingen aan 14 in de kerk rond de toren aangebrachte hoogtebouten verricht. Het resultaat van deze metingen is weergegeven in Figuur 39. De aan het schip gemonteerde bouten zakken gemiddeld 0.4 mm per jaar in de afgelopen 5 jaar. De aan de toren gemonteerde bouten zakken gemiddeld 1.0 mm per jaar in de afgelopen 5 jaar.



Figuur 39 Metingen aan hoogtebouten in de Nieuwe Kerk. Bout 8 is in 2017 verdwenen.

6.3 Deformatie bebouwing binnen een straal van 5 km

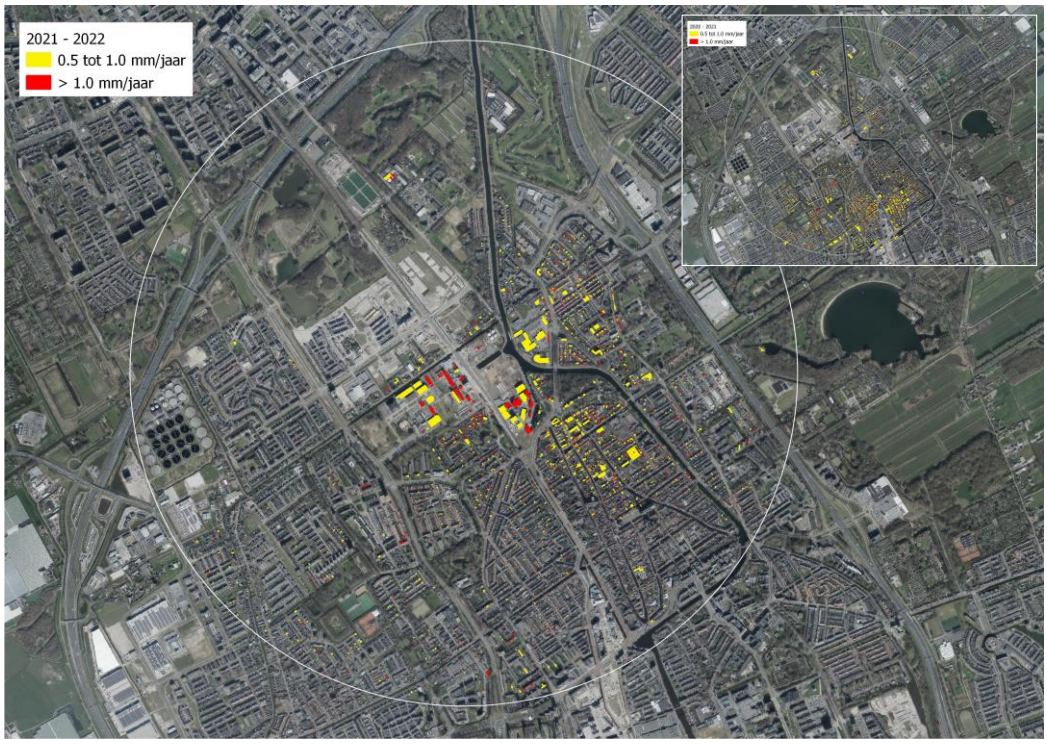
Voor de omgeving van Delft is uitgezocht welke gebouwen in de periode 2021–2022 het meest gezakt zijn. Het zakken of stijgen van gebouwen in de directe omgeving van de onttrekking is in Figuur 40 weergegeven. Alle zakkende panden zijn blauw gemarkeerd. De groene, gele en oranje panden komen omhoog. Op het DSM-terrein zijn er enkele grote panden die tussen de 1 en 2 mm per jaar omhoog komen.



Figuur 40 Deformatie van panden in de omgeving van de onttrekking in de periode 2021–2022.

In Figuur 41 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 (2021-2022) 900 panden en waren 2000 panden in 2020-2021. De rode panden zijn meer dan 1.0 mm per jaar omhooggekomen. Dit aantal is ook afgenomen: van 675 panden in 2020-2021 naar 415 panden in 2020-2021. Wel ligt een groot aantal van deze panden op het DSM-terrein en in Delft-Noord.

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 41 Gebouwen in Delft en omgeving in de periode januari 2021 tot december 2022 omhoog gekomen zijn. Op het DSM-terrein en in Delft-Noord zijn er in 2021-2022 veel meer panden aan het stijgen dan in 2021-2021 (inzet).

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.

Door het tussenjaar 2021 zijn zowel het maaiveld als de daarop staande gebouwen op staal minder gaan stijgen dan in 2020. Het DSM-terrein zakt gemiddeld weer met zo'n -0.6 mm/jaar en het Centrum-Noord gemiddeld +0.0 mm per jaar. Dit is minder dan het maximum van 1.0 mm per jaar.

Een aantal grote gebouwen op 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 2023 een afbouwstap door te voeren, maar ook deze gebouwen in 2023 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 2022 geen nieuwe monitoring op deze onderwerpen heeft plaatsgevonden. In dit hoofdstuk wordt per onderwerp wel de stand van zaken besproken.

7.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

De verwachtte 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 in de toekomst ook te kunnen beoordelen of de bij het ontwerp gebruikte grondwaterstand overeenkomt met de grondwaterstand in de praktijk.

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 2022 en een doorzicht te geven naar de op korte en lange termijn te verwachten veranderingen.

Begin 2022 werd 720 m^3/uur onttrokken. Per 1 januari 2022 liep de overeenkomst met DSM voor het beheer en onderhoud van het puttenveld op het DSM-terrein af, waardoor het voor de gemeente eenvoudiger en aantrekkelijker werd om zelf 720 m^3 per uur te onttrekken met het puttenveld van de gemeente aan de Beatrixlaan/Meeslaan. Op 28 januari 2022 zijn de pompen op het DSM-terrein uitgezet en zijn aan de Beatrixlaan en Meeslaan pompen bijgeschakeld om wel 720 m^3 per uur te blijven onttrekken.

In de zomer van 2022 is de vijfde afbouwstap doorgevoerd. In drie stapjes is het debiet probleemloos teruggebracht naar circa 600 m^3 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 2022 ligt zakt. Zo daalt gemiddeld het DSM-terrein met -0.6 mm per jaar en het centrum van Delft gemiddeld met -0.5 mm/jaar. Wel zijn er lokaal verschillen. Zo komt op het DSM-terrein aan de oostkant ter plaatse van het stil gezette puttenveld het maaiveld met zo'n +0.5 tot +1.2 mm omhoog. Dit is binnen de van te voren 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. In het afgelopen jaar zakte het merendeel van de gebouwen. Wel komen op het DSM-terrein de gebouwen in de directe nabijheid van het uitgeschakelde puttenveld iets omhoog: ook met zo'n +0.5 tot +1.2 mm.

Aanbevolen wordt om de komende maanden door te gaan met het monitoren en in de zomer van 2023 een afbouwstap te doen van 120 m^3 per uur. Verdeeld over 40 m^3 per uur op 1 juni, 40 m^3 per uur op 1 juli en 40 m^3 per uur op 1 augustus.

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 bemeten, 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, B37E34743, 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 1e wvp

In de tabel hieronder is per peilbuis in het 1e watervoerend pakket het aantal dagen waarnemingen per jaar en de gemiddelde stijghoogte in dat jaar opgenomen. Enkel van de licht- en donkergroen gemarkeerde data is dat jaar om en nabij compleet. 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				
	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde		min	max	verschil
13-3.03	321	-8.79	365	-8.87	365	-8.37	152	-8.16	365	-7.91	365	-7.34	335	-6.67	366	-5.92	365	-5.70	365	-5.23		-8.87	-5.23	**3.64**
2-3.08	308	-4.85	365	-4.81	286	-4.81	285	-4.82	365	-4.72	365	-4.70	63	-4.32	366	-4.50	365	-4.39	364	-4.48		-4.85	-4.32	0.53
29-3.01h	322	-4.44	336	-4.47			83	-4.44	365	-4.37	331	-4.26	351	-4.01	366	-3.87	365	-3.74	95	-3.59		-4.47	-3.59	0.88
B30D0179	365	-1.30	365	-1.28	365	-1.30	263	-1.25	365	-1.34	17	-0.98	134	-1.38	337	-1.13	122	-0.90	233	-1.21		-1.38	-0.90	0.48
B30D0180	365	-1.40	247	-1.28	365	-1.36	366	-1.35	260	-1.46	342	-1.44	365	-1.22	341	-1.24	190	-1.11	356	-1.18		-1.46	-1.11	0.35
B30D0184	212	-1.58	365	-1.71	365	-1.73	366	-1.75	365	-1.77	341	-1.72	365	-1.61	49	-1.25	365	-1.34	356	-1.45		-1.77	-1.25	0.52
B30D0187	254	-1.64	342	-1.69	365	-1.65	366	-1.63	260	-1.69	341	-1.79	349	-1.46	29	-1.11	243	-1.30	344	-1.38		-1.79	-1.11	0.68
B30D0193	365	-1.11	365	-1.11	365	-1.12	189	-1.04	348	-1.03	342	-0.98	365	-0.86	194	-0.91	348	-0.90	233	-1.02		-1.12	-0.86	0.26
B30D1780	259	-0.46	268	-0.47	203	-0.51	277	-0.40	365	-0.39	254	-0.40	349	-0.33	366	-0.28	365	-0.21	357	-0.29		-0.51	-0.21	0.31
B30G0010	365	-2.31	365	-2.22	365	-2.23	366	-2.24	365	-2.28	342	-2.19	365	-2.06	366	-1.96	365	-1.84	355	-1.91		-2.31	-1.84	0.46
B30G0017	259	-2.56	365	-2.51	365	-2.51	366	-2.49	365	-2.55	225	-2.37	128	-2.33	338	-2.26	365	-2.16	356	-2.20		-2.56	-2.16	0.40
B30G0021	259	-2.81	365	-2.75	273	-2.95	366	-2.72	365	-2.70	342	-2.55	365	-2.37	163	-2.26	365	-2.30	356	-2.33		-2.95	-2.26	0.69
B30G0119	259	-2.06	365	-2.02	280	-1.99	277	-2.11	365	-2.12	342	-2.03	365	-1.90	366	-1.81	365	-1.80	330	-1.75		-2.12	-1.75	0.37
B30G0276	258	-1.46	279	-1.35	85	-1.48	366	-1.43	365	-1.54	342	-1.49	365	-1.40	366	-1.40	365	-1.29	365	-1.33		-1.54	-1.29	0.25
B30G0279	259	-0.59	365	-0.50	365	-0.59	366	-0.52	365	-0.65	342	-0.57	365	-0.49	93	-0.59	217	-0.48	356	-0.50		-0.65	-0.48	0.17
B30G0377	259	-3.09	365	-3.04	365	-3.01	261	-2.97	365	-2.94	342	-2.88	365	-2.66	29	-2.48	167	-3.31	356	-2.48		-3.31	-2.48	0.83
B30G0578	259	-2.09	365	-2.04	365	-2.05	366	-2.03	365	-2.09	342	-1.99	365	-1.85	27	-1.73	339	-1.71	355	-1.77		-2.09	-1.71	0.38
B30G0579	259	-1.71	365	-1.88	162	-1.84	366	-1.64	365	-1.68	223	-1.73	365	-1.56			130	-1.30	356	-1.38		-1.88	-1.30	0.58
B30G0583	365	-2.01	365	-2.02	280	-2.00	277	-2.06	365	-2.03	342	-1.93	365	-1.79	366	-1.71	365	-1.58	356	-1.66		-2.06	-1.58	0.48
B30G0586	110	-1.36	365	-1.43	365	-1.42	366	-1.40	365	-1.44	255	-1.39	348	-1.27	30	-1.15	253	-1.15	356	-1.20		-1.44	-1.15	0.29
B30G0834	365	-0.24	342	-0.24	365	-0.17	366	-0.19	261	-0.26	342	-0.32	17	-0.24								-0.32	-0.17	0.15
B30G4579	259	-1.22	365	-1.15	365	-1.30	366	-1.19	365	-1.43	342	-1.34	128	-1.16	336	-1.27	365	-1.00	299	-1.16		-1.43	-1.00	0.43
B30G4580	259	-1.41	365	-1.39	77	-1.35			347	-1.50	342	-1.43	365	-1.31	366	-1.25	365	-1.10	356	-1.18		-1.50	-1.10	0.40
B30G4637	365	-2.98	365	-2.98	365	-2.95	366	-2.97	365	-2.98	342	-2.84	365	-2.61	51	-2.30	365	-2.32	355	-2.38		-2.98	-2.30	0.68
B30G4638	365	-3.65	365	-3.63	365	-3.64	366	-3.64	248	-3.69	118	-3.71										-3.71	-3.63	0.07
B30H0126	206	-4.43	365	-4.50	365	-4.42	188	-4.27	330	-4.41	206	-4.42	365	-4.44	345	-4.43	138	-4.22	352	-4.30		-4.50	-4.22	0.29
B37B0211	365	-0.98	247	-0.78	365	-0.95	188	-0.73	347	-0.89	344	-0.91	128	-0.63	338	-0.87	365	-0.68	357	-0.83		-0.98	-0.63	0.35
B37B0233	365	-2.12	365	-2.12	365	-2.17	366	-2.10	262	-2.21	344	-2.14	365	-1.96	36	-1.36	361	-1.78	344	-2.05		-2.21	-1.36	0.86
B37B3795	365	-2.88	365	-3.10	279	-3.29	283	-3.16	365	-3.04	344	-3.12	365	-2.76	366	-2.73	365	-2.36	363	-2.77		-3.29	-2.36	0.93
B37B3813	365	-1.85	365	-1.95	365	-2.04	291	-1.96	347	-1.91	344	-1.96	365	-1.68	51	-0.88	365	-1.40	229	-2.24		-2.24	-0.88	1.36
B37E0275	365	-7.18	240	-6.91	365	-6.65	293	-6.31	349	-6.31	365	-5.96	365	-5.44	361	-5.00	342	-4.77	336	-4.41		-7.18	-4.41	**2.77**
B37E0312	365	-5.19	365	-5.20	365	-5.07	366	-5.01	248	-5.06	365	-4.80	365	-4.39	359	-4.14	342	-3.99	309	-3.91		-5.20	-3.91	1.29
B37E0314	365	-4.90	365	-4.92	365	-4.86	366	-4.83	365	-4.83	342	-4.66	365	-4.39	359	-4.27	360	-4.16	351	-4.17		-4.92	-4.16	0.76
B37E0382	271	-4.60	365	-4.55	279	-4.53	204	-4.56	347	-4.45	205	-4.55	365	-4.30	29	-4.26	327	-4.31	357	-4.36		-4.60	-4.26	0.34
B37E0394	271	-4.58	365	-4.53	167	-4.41																-4.58	-4.41	0.17
B37E0561	365	-3.66	365	-3.72	258	-3.82	366	-3.86	365	-3.84	342	-3.65	365	-3.35	365	-3.17	360	-3.03	340	-3.11		-3.86	-3.03	0.83
B37E3405	206	-4.70	216	-4.86	76	-4.51	73	-4.80	365	-4.72	254	-4.62										-4.86	-4.51	0.35
B37E3406	205	-4.68	365	-4.55					347	-5.02	344	-4.71	365	-4.34	47	-3.95	359	-3.94	359	-4.01		-5.02	-3.94	1.07
B37E3469	112	-2.49	365	-2.67	167	-2.16	278	-2.14	365	-2.29	341	-2.12	365	-2.10	92	-2.28	354	-2.37	358	-2.08		-2.67	-2.08	0.59
B37E3471	365	-4.89	365	-4.92	365	-4.90	366	-4.92	365	-4.81	254	-4.78										-4.92	-4.78	0.14
B37E3472	365	-3.01	365	-3.00	365	-2.97	366	-2.94	133	-2.96	342	-2.86	365	-2.75	366	-2.66	365	-2.56	365	-2.54		-3.01	-2.54	0.48
B37E3473	300	-6.18	273	-6.21	278	-5.98			160	-5.99	365	-5.63	336	-5.04	355	-4.74	352	-4.56	357	-4.39		-6.21	-4.39	**1.83**
B37E3499	272	-2.53	365	-2.69	365	-2.65	82															-2.69	-2.53	0.16
B37E3500			217	-4.53	365	-4.41	366	-4.37	365	-4.31	344	-4.25	365	-4.13	366	-4.10	199	-4.00	113	-4.20		-4.53	-4.00	0.53
B37E3501	365	-4.23	365	-4.33	365	-4.37	83	-4.27														-4.37	-4.23	0.14
B37E3502	365	-4.66	365	-4.71	365	-4.64	366	-4.69	365	-4.62	365	-4.51	365	-4.22	351	-4.05	361	-3.92	358	-3.93		-4.71	-3.92	0.79
B37E3503	365	-5.09	267	-4.79	289	-5.24	162	-5.59	239	-5.16	365	-4.82	365	-4.47	366	-4.22	297	-4.09	364	-4.08		-5.59	-4.08	**1.52**
B37E3504	365	-4.65	365	-4.60	365	-4.42	89	-4.23	338	-4.13			349	-4.03	52	-3.51	365	-3.48	364	-3.42		-4.65	-3.42	1.23
B37E3505	365	-5.77	247	-5.64	365	-5.56	366	-5.44	365	-5.39	342	-5.09	365	-4.68	366	-4.38	365	-4.20	243	-4.07		-5.77	-4.07	**1.70**
B37E3506	271	-3.61	365	-3.65	365	-3.61	366	-3.64	262	-3.65	344	-3.50	246	-3.14	338	-3.16	365	-2.99	363	-3.10		-3.65	-2.99	0.66
B37E3507	365	-6.75	365	-7.14	365	-7.52	366	-8.49	257	-8.30	365	-7.56	364	-6.81	358	-6.30	363	-5.99	356	-6.24		-8.49	-5.99	**2.50**
B37E3508	271	-3.98	267	-3.97	198	-3.96	366	-3.88	263	-3.8515	341	-3.83	365	-3.72	366	-3.69	365	-3.20	180	-3.14		-3.98	-3.14	0.83
B37E3509	365	-7.04	23	-6.79																		-7.04	-6.79	0.24
B37E3510	254	-6.81																				-6.81	-6.81	0.00
B37E3528	213	-6.82	365	-6.11	365	-5.99	366	-5.99	259	-5.86	342	-5.62	128	-5.55	366	-4.79	365	-4.60	365	-4.47		-6.82	-4.47	**2.35**
B37F2225	271	-5.16	365	-5.10	279	-5.10	278	-5.13	365	-5.04	254	-5.10	350	-5.01	29	-4.88						-5.16	-4.88	0.28
B37E4324									347	-7.35	342	-6.85	365	-6.19	366	-5.61	365	-5.41	364	-5.04		-7.35	-5.04	**2.32**
B37E4325									228	-8.45	342	-7.73	365	-7.04	231	-6.85	323	-6.30	239	-6.63		-8.45	-6.30	**2.15**