

12 mrt 2021



Grondwateronttrekking Delft-Noord

Resultaten van de monitoring in 2020



Colofon

Documenttitel	. Grondwateronttrekking Delft-Noord
Opdrachtgever	. Gemeente Delft
Verantwoordelijke bij opdrachtgever	. Gerard Bloemhof
Status	. Definitief 12-03-2021
Datum	. 12 maart 2021
Projectnummer	. 180905
Projectteam	. Olivier Hoes
Kenmerk	AW_038_OH_180905
Vrijgegeven door	Jouke Velstra 

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@acaciawater.com

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 2020. Voorliggende rapportage bouwt voort op de eerder verschenen jaarlijkse rapportages van 2013 tot en met 2019.

Afbouw

In de zomer van 2020 is het debiet van circa 840 m³ per uur in drie stapjes afgebouwd naar circa 720 m³ per uur. Hiertoe heeft de gemeente Delft het debiet van de bronnen aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan teruggeschoefd van 600 m³ per uur naar 480 m³ per uur. Op het DSM-terrein is niets gewijzigd, constant 240 m³ per uur.

Stroomstoring begin november 2020

Van vrijdagochtend 6 november tot maandagochtend 9 november heeft de installatie 240 m³ per uur in plaats van 720 m³ per uur afgevoerd. De oorzaak was een combinatie van het doorbranden van een netwerkrouter en een stroomstoring, waardoor de alarmering de beheerder van het gemaal niet kon bereiken. Hoewel dit incident niet tot schade heeft geleid, heeft het falen van de alarmering wel geleid tot het verbeteren en uitbreiden van de alarmering.

Diepe grondwater (1^e watervoerend pakket)

Als gevolg van deze reductie is de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket binnen de van tevoren voorspelde toename gestegen. 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. 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

onttrekking nog geleid tot een stijging van de grondwaterstand. Verwacht wordt dat pas over enkele jaren en na meerdere afbouwstappen nabij de onttrekking - 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 het centrum van Delft. De afgelopen twee jaren is deze bodemdaling omgeslagen in zwel. Dit als gevolg van de reductie van de grondwateronttrekking. Op het DSM-terrein kwam het maaiveld 0.3 mm per jaar omhoog. In het noorden van het centrum van Delft kwam het maaiveld 0.9 mm per jaar omhoog. Dit is - met deze snelheden in bodembeweging - geen probleem.

Wel is de verwachting dat als in de zomer van 2021 een volgende reductiestap wordt uitgevoerd, de bodembeweging eind 2021 zal toenemen (orde 3 tot 5 mm per jaar). En dit is meer dan de beleidsuitgangspunten die de gemeente eerder opstelde voor de afbouw van de onttrekking. Om deze reden wordt aanbevolen om de afbouw te pauzeren en in 2021 geen reductiestap door te voeren. Begin 2022 wordt opnieuw beoordeeld of het verantwoord is om in de zomer van 2022 een volgende reductiestap door te voeren.

Conclusie

De in 2020 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. Wel is de bodemdaling tot stilstand gekomen en zwelt het maaiveld onder Delft. De huidige snelheid is gering, maar de verwachting is dat bij een reductiestap in 2021 deze snelheid toeneemt. Om deze reden wordt aanbevolen om de afbouw te pauzeren en in de zomer van 2021 geen reductiestap door te voeren.

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 1^e watervoerend pakket	7
3.1	Algemeen	7
3.2	Continuïteit van het meetnet in 2021	8
3.3	Raai noordwest-zuidoost	9
3.4	5 peilbuizen uit de vergunning	10
3.5	De -6 meter NAP isohypse in de afgelopen jaren	13
3.6	De komende jaren	14
4	Freatische grondwaterstanden	16
4.1	Algemeen	16
4.2	Freatische grondwaterstanden van peilbuis Delft 13-1.03	17
4.3	De ontwateringsdiepte bij alle peilbuizen	18
4.4	Peilbuizen in het centrum van Delft	20
4.5	De komende jaren	24
5	Deformatie van maaiveld	26
5.1	Algemeen	26
5.2	De afgelopen jaren	26
5.3	De komende jaren	31
6	Deformatie van gebouwen	32
6.1	Algemeen	32
6.2	Monumenten in Delft	32
6.3	Deformatie bebouwing binnen een straal van 5 km	36
6.4	De komende jaren	37
7	Overige thema's	38
7.1	Algemeen	38
7.2	Oppervlaktewaterkwaliteit	38
7.3	Stabiliteit van boezemkaden	38
7.4	Parkeergarages, kelders en tunnels	39
8	Conclusie en aanbeveling	40

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. Tot mei 2017 werd 1200 m³ /uur opgepompt. In het voorjaar van 2017 is de onttrekking teruggebracht naar 1080 m³/uur. Daarna in 2018 naar 960 m³/uur, in 2019 naar 840 m³/uur en in 2020 naar 720 m³/uur.

Dit afbouwen moet zorgvuldig en voorzichtig gebeuren, 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 voor de omgeving te beperken en schade 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 afbouw van de onttrekking is de nul-situatie vastgelegd. En met de meetgegevens van de afgelopen jaren en de 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 2020. 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, 2018, 2019 en 2020. 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

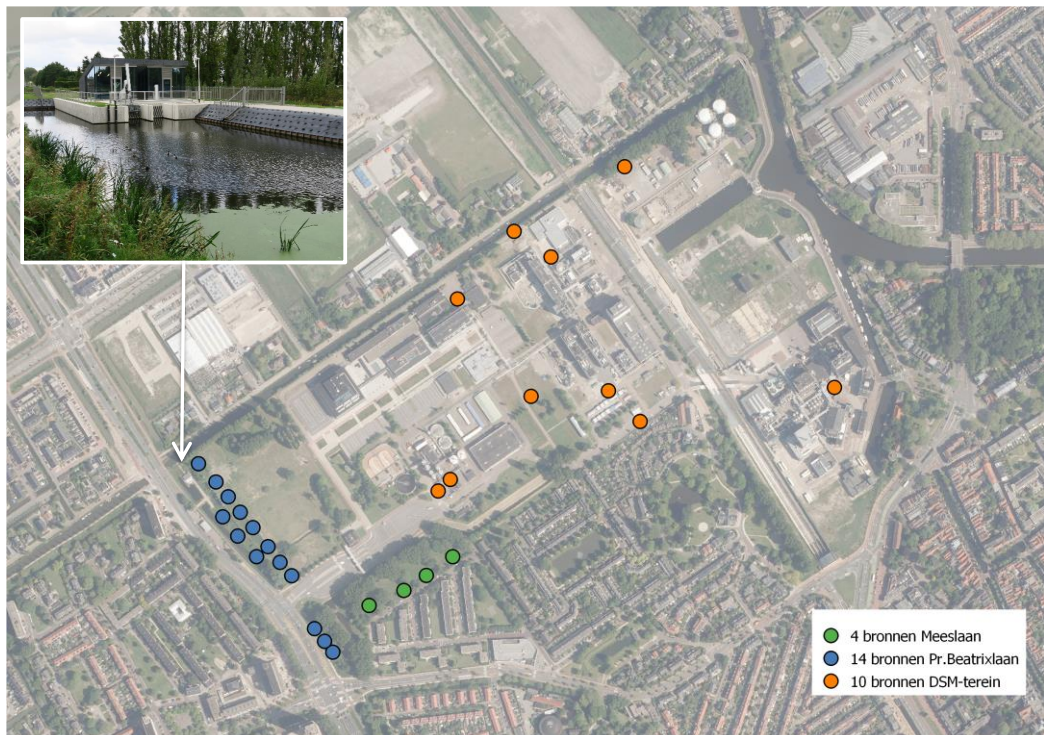
Voorliggend rapport is als volgt opgebouwd: in hoofdstuk 2 tot en met 8 worden achtereenvolgens de onttrokken debieten (H2), de stijghoogtes in het eerste watervoerend pakket (H3), de freatische grondwaterstanden (H4), de verandering in maaiveldhoogte (H5) en deformatie van gebouwen (H6) besproken. In 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

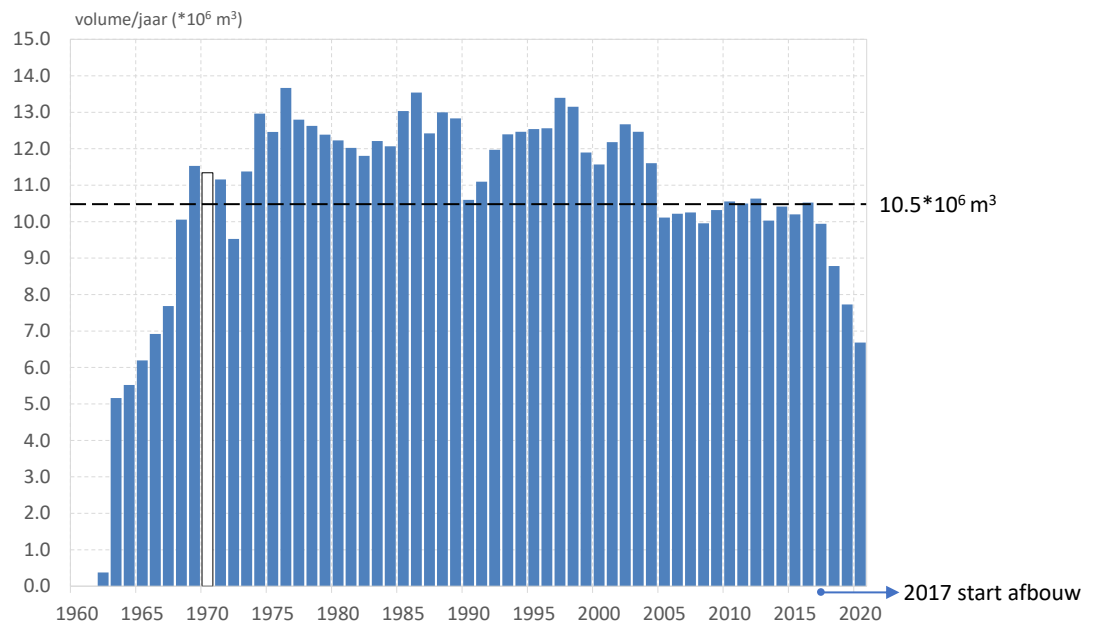
De grondwateronttrekking op het terrein van DSM bestond ooit uit 43 pompputten met ieder een maximale opbrengst van 60 m³ per uur. Doordat de installatie inmiddels verouderd is, waren de afgelopen jaren een steeds kleiner wordend aantal pompputten in gebruik. Om storingsvrij grondwater te kunnen blijven 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 functioneren nu in 2020 nog maar zo'n 10 putten (Zie Figuur 1).



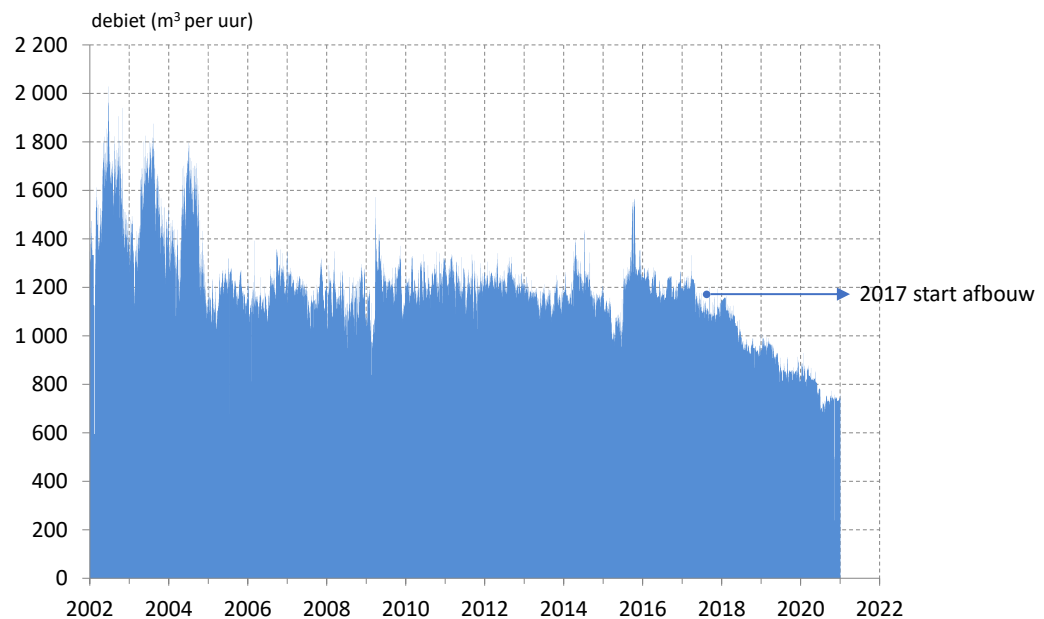
Figuur 1 Locatie van de verschillende puttenvelden van de grondwateronttrekking Delft-Noord

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 en in 2020 naar 720 m³/uur, met een totaal jaarvolume van 6.7 miljoen m³.



Figuur 2 Onttrokken volumes per jaar van 1962 tot en met 2020



Figuur 3 Onttrokken debieten in m³ per uur van 1 januari 2002 tot 1 januari 2021

In Figuur 3 staan de gemiddeld per uur onttrokken debieten van 2002 tot en met 2020. 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.

Tabel 1 De onttrokken debieten en volumes van 2002 tot en met 2020

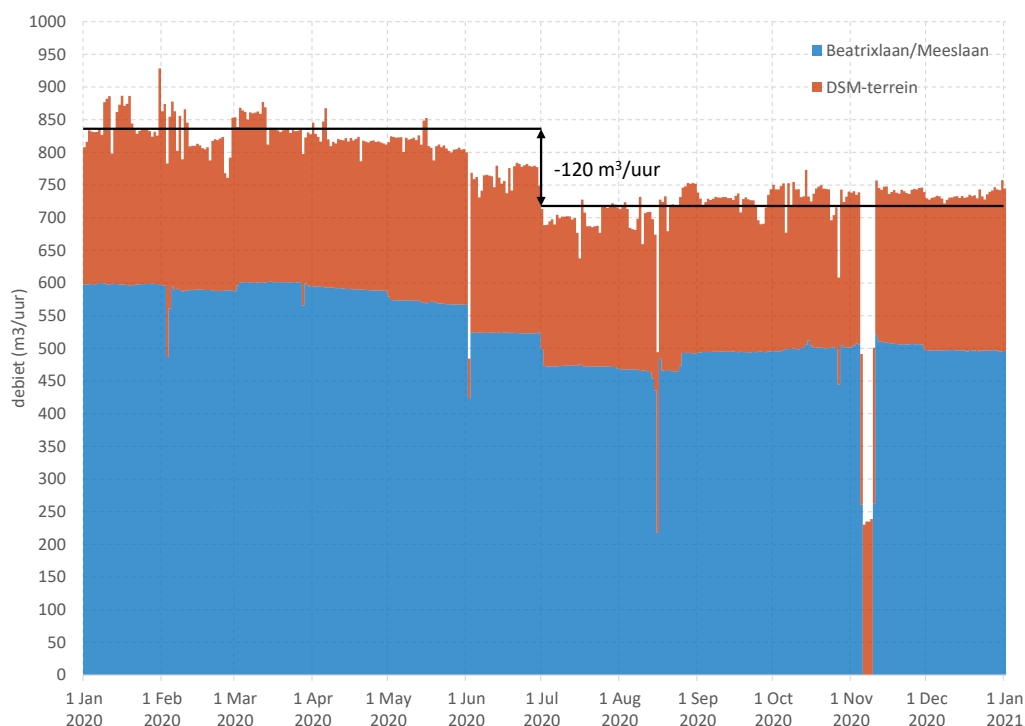
Jaar	Maximum [m ³ /uur]	Minimum [m ³ /uur]	Gemiddeld [m ³ /uur]	Volume [10 ⁶ m ³]	Eigenaar
2002	2 028	594	1 507	13.2	DSM
2003	1 875	1 093	1 486	13.0	DSM
2004	1 796	875	1 387	12.2	DSM
2005	1 321	-	1 155	10.1	DSM
2006	1 392	343	1 161	10.2	DSM
2007	1 347	926	1 170	10.3	DSM
2008	1 348	857	1 133	10.0	DSM
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

* 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 2020 is tussen 1 januari en 1 mei gemiddeld 833 m³ per uur onttrokken. Het streefdebet in die periode was 840 m³ per uur. Tussen 1 juli en 31 december is gemiddeld 710 m³ per uur onttrokken. Het streefdebet was 720 m³ per uur.

In Figuur 4 is verder op de data van 2020 ingezoomd. Met de bronnen aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan is tot 1 mei 600 m³/uur onttrokken. Daarna is dit debiet in drie stappen op 1 mei, 1 juni en 1 juli teruggebracht naar 480 m³/uur. Met de bronnen op het DSM-terrein is heel 2020 geprobeerd zo goed mogelijk 240 m³/uur te onttrekken.



Figuur 4 Onttrokken debieten van 1 januari 2020 tot 31 december 2020. 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 met de bronnen op het DSM-terrein onttrokken.

Op dinsdag 2 juni 2020 hebben de bronnen op het DSM-terrein i.v.m. onderhoud enkele uren niet gedraaid. Daarnaast hebben de bronnen aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan op zondag 16 augustus 2020 circa 13 uur niet gedraaid. Dit vanwege een breuk in de verzamelleiding vlak voor het grondwatergemaal. De breuk is dezelfde dag nog gerepareerd.

In Figuur 4 is goed te zien dat de installatie gedeeltelijk buiten bedrijf was tijdens de eerste week van november. Vanaf vrijdagochtend 6 november tot maandagochtend 9 november hebben de bronnen aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan niet gedraaid. Enkel het water van de installatie op het DSM-terrein van 240 m³ per uur werd afgevoerd.

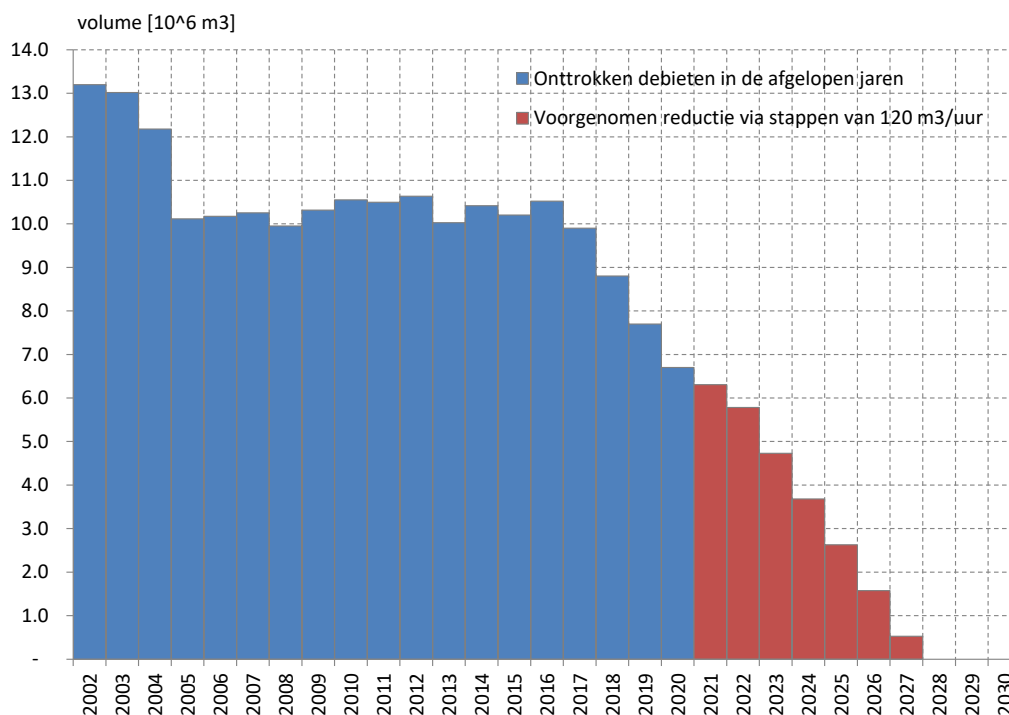
De oorzaak was een combinatie van het op donderdag 5 november doorbranden van een netwerkrouter en een stroomstoring op vrijdag 6 november, waardoor de alarmering de beheerder van het gemaal niet kon bereiken. Op maandagochtend 25 januari 2021 viel het ontbreken van een alarmering op, waarna iemand is gaan kijken en het gemaal heeft opgestart en de router is vervangen.

Hoewel dit ernstige incident niet tot schade heeft geleid, is het falen van de alarmering wel aanleiding geweest om de alarmering aan te passen en uit te breiden. Op het gemaal is de alarmering inmiddels dubbel en bij verschillende providers uitgevoerd. Het opnieuw opstarten van het gemaal na een stroomstoring is nu ook geautomatiseerd. En daarnaast worden nu ook buiten het gemaal automatisch alarmen gegenereerd als in de twee het dichtst bij de onttrekking gelegen peilbuizen afwijkingen aan het grondwater worden geconstateerd die passen bij het uitvallen van het gemaal.

2.3 De komende jaren

De gemeente Delft was voornemens om in 2021 de onttrekking weer in drie kleine stappen van 720 m³ per uur naar 600 m³ per uur af te bouwen, maar besluit op basis van deze monitoringsrapportage tot het pauzeren van de afbouw. Wel wil de gemeente vanaf eind 2021 enkel nog van de bronnen langs de prinses Beatrixlaan/Meeslaan gebruik maken en de bronnen op het DSM-terrein uitschakelen.

Figuur 5 is vooralsnog het vertrekpunt voor het afbouwen van de grondwateronttrekking in de komende jaren, waarbij in 2021 het debiet niet wordt afgebouwd en in de jaren na 2021 ieder jaar 120 m³/uur. Met dit schema wordt tot en met 2027 nog 25 miljoen m³ grondwater onttrokken. De kosten hiervoor bedragen circa € 6.0 miljoen.



Figuur 5 Per jaar onttrokken volume van 2002 tot en met 2020 en het voorgenomen afbouwschema waarbij in 2021 geen afbouwstap wordt doorgevoerd en daarna de onttrekking met stappen van 120 m³/uur wordt afgebouwd. Het verschil in volume tussen 2020 en 2021 wordt veroorzaakt doordat in de eerste helft van 2020 met 840 m³/uur water werd onttrokken. De tweede helft van 2020 met 720 m³/uur. En heel 2021 ook met 720 m³/uur.

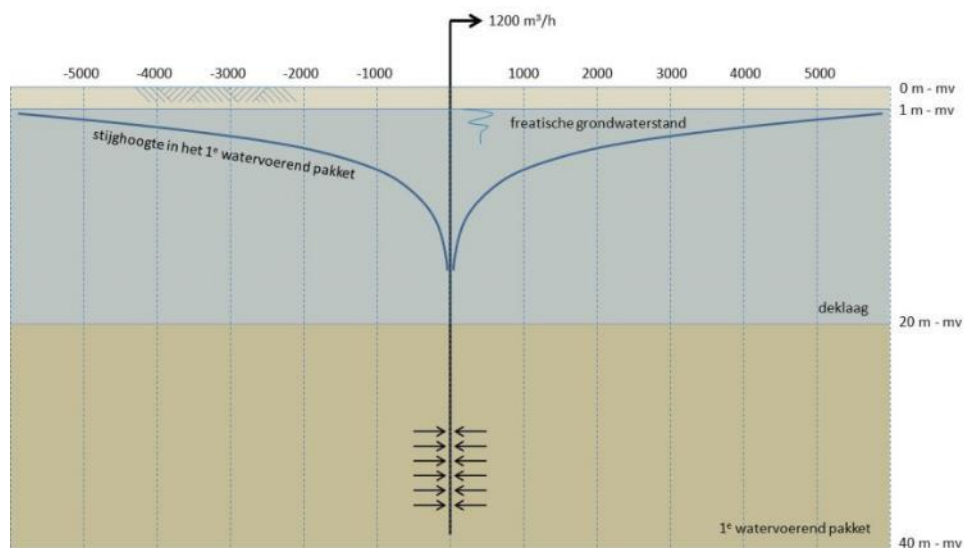
3

Stijghoogtes in het 1^e 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 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 netwerk van 54 peilbuizen in het eerste watervoerend pakket van de provincie Zuid-Holland.



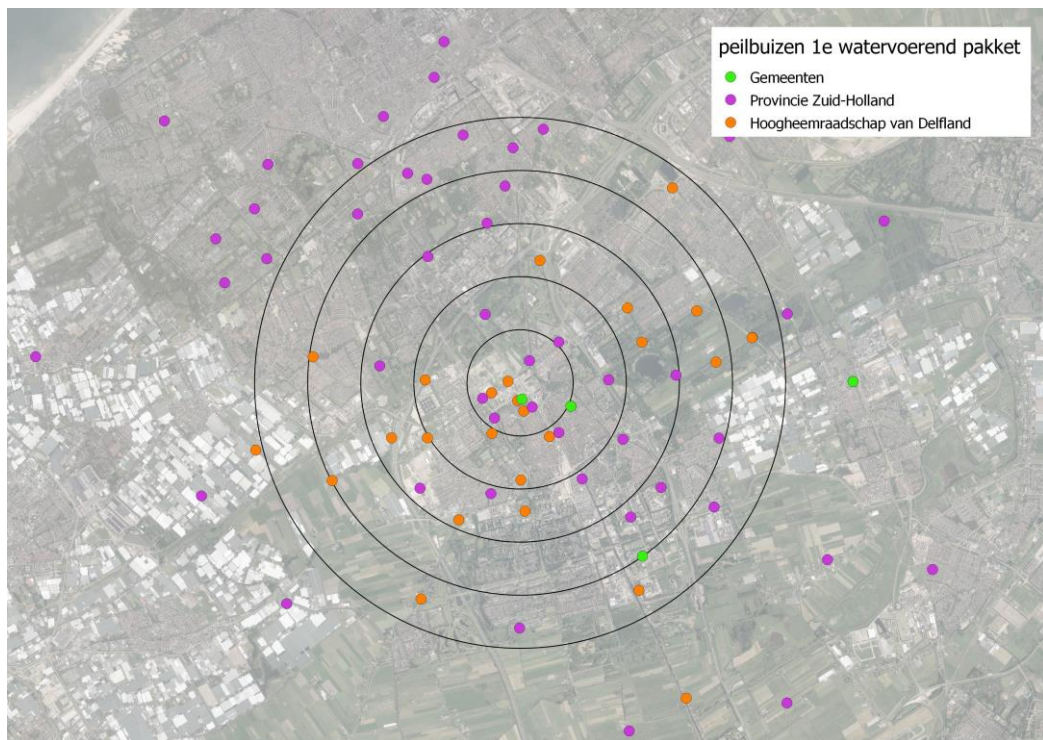
Figuur 6 Schematische weergave van onttrekkingskegel

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 9 verdwenen en 2 teruggeplaatst. 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 1^e watervoerend pakket. Dit maakt een totaal van 77 actieve buizen.



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 bijlage II en in Figuur 8 zijn de gebruikte peilbuizen opgenomen en de gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket van de maanden december 2016 tot en met december 2020. 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.

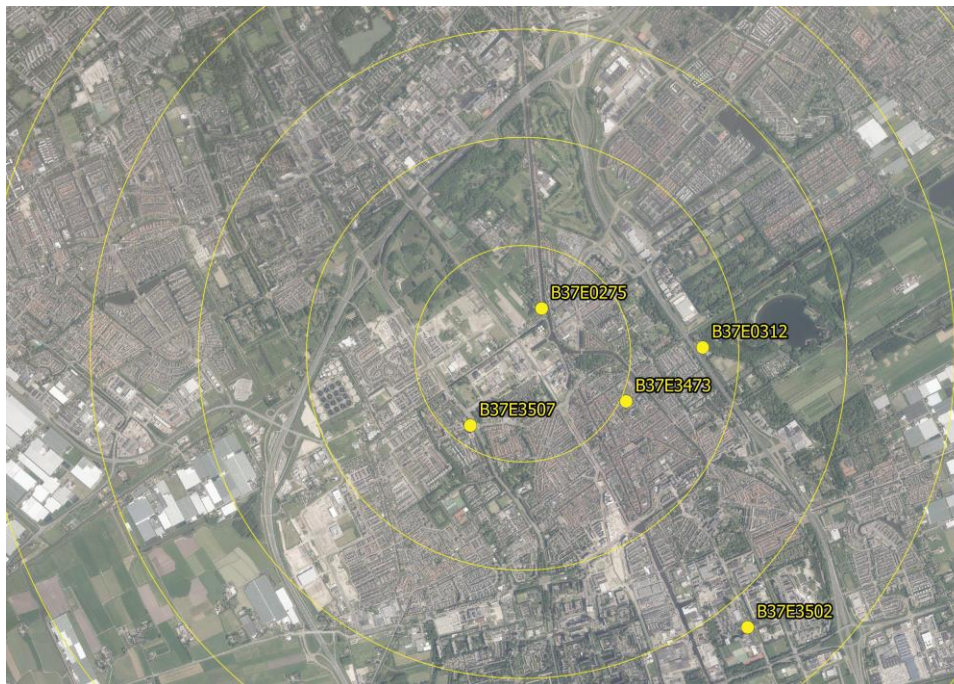
In Figuur 8 is te zien dat de onttrekkingskegel niet symmetrisch is. In het zuidoosten kruist de raai de Zuidpolder van Delfgauw met het maaiveld op -3 meter en polder Schieveen met het maaiveld op -5 meter. Door de reductiestappen in de zomers van 2017, 2018, 2019 en 2020 zijn de stijghoogtes omhooggekomen 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 3.0 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 t.b.v. 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 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 2020.

Peilbuis	Straat	Gemeten dec 2016 (mNAP)	Gemeten dec 2017 (mNAP)	Gemeten dec 2018 (mNAP)	Gemeten dec 2019 (mNAP)	Gemeten dec 2020 (mNAP)	Bovengrens afbouwstap (mNAP)
B37E3507	Foreestweg	-8.6	-7.7	-6.9	-6.5	-5.9	-5.1
B37E0275	't Jaagpad	-6.5*	-6.0	-5.7	-5.1	-4.6	-4.3
B37E3473	Doelenstraat	-6.1*	-5.4	-5.1	-4.6	-4.4	-3.8
B37E0312	B. Powellpad	-5.1	-4.6	-4.5	-4.0	-3.8	-3.4
B37E3502	B. vd Polweg	-4.6	-4.3	-4.2	-3.9	-3.8	-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 10 tot en met Figuur 14 zijn van deze 5 peilbuizen de metingen tussen januari 2014 tot en met december 2020 opgenomen. Daarnaast is geschat hoe de stijghoogte toeneemt tot 31 dec 2026 als de huidige afbouw wordt voortgezet.

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. Toen op 9 november de installatie weer aan stond, zakte de stijghoogte snel terug naar de hoogte van 6 november. De laatst gemeten stijghoogte van 2020 was -5.95 mNAP.



Figuur 10 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2021 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 -4.12 mNAP op 9 november 2020 om 14:00 uur. De laatst gemeten stijghoogte van 2020 was -4.65 mNAP.



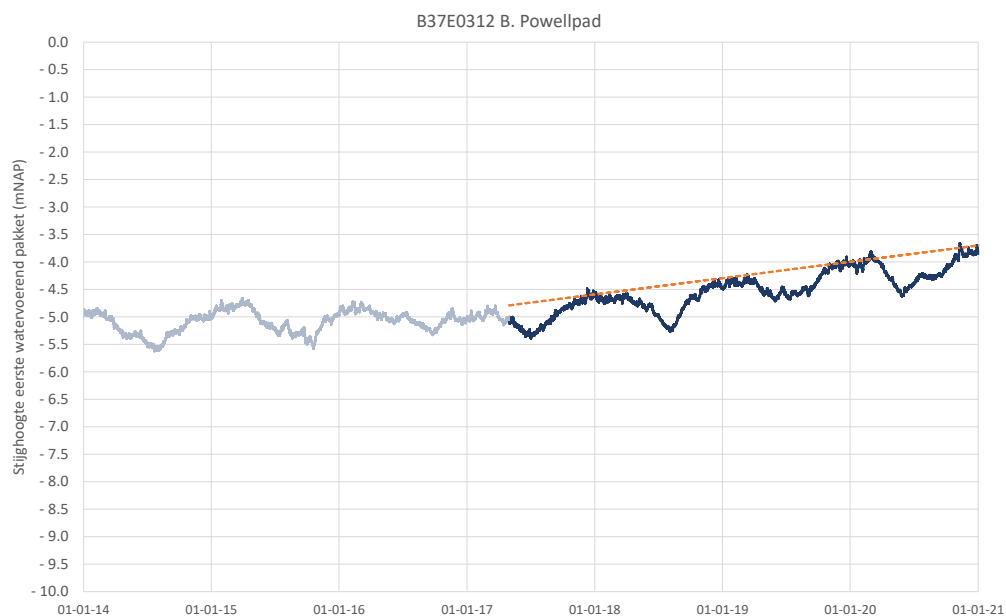
Figuur 11 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2021 aan 't Jaagpad.

In Figuur 12 staan de metingen van de Doelenlaan. Ook hier ontbreken een aantal periodes door falende drukopnemers. De hoogst gemeten stijghoogte is -4.02 mNAP op 9 november 2020 om 14:00 uur. De laatst gemeten stijghoogte van 2020 was -4.40 mNAP.



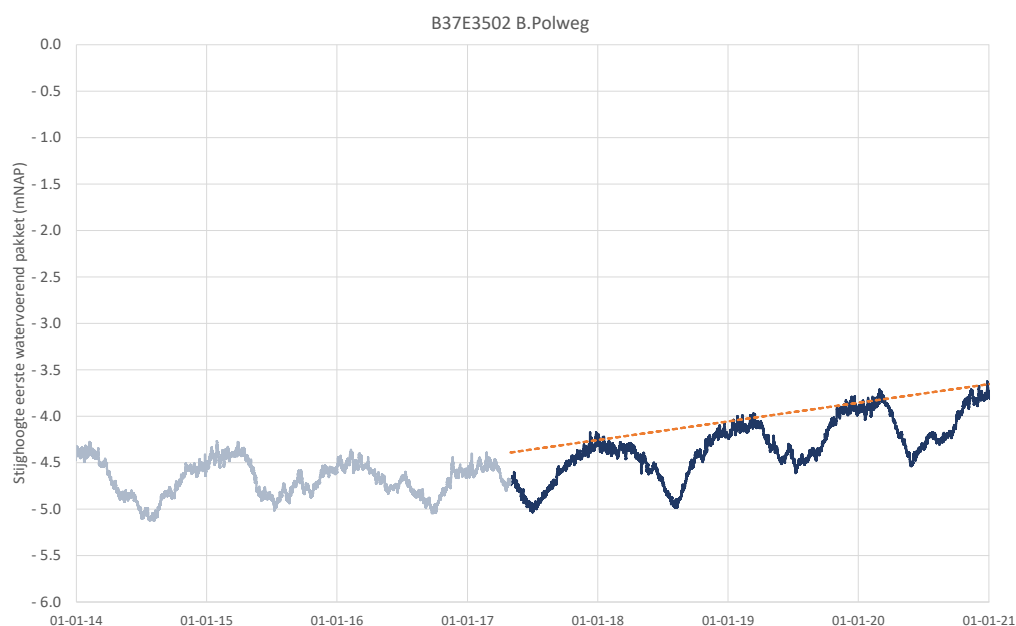
Figuur 12 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2021 in de Doelenstraat.

Figuur 13 staan de metingen van het Baden Powellpad. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.66 mNAP op 9 november 2020 om 14:00 uur. De laatst gemeten stijghoogte van 2020 was -3.80 mNAP.



Figuur 13 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2021 aan het Baden Powellpad.

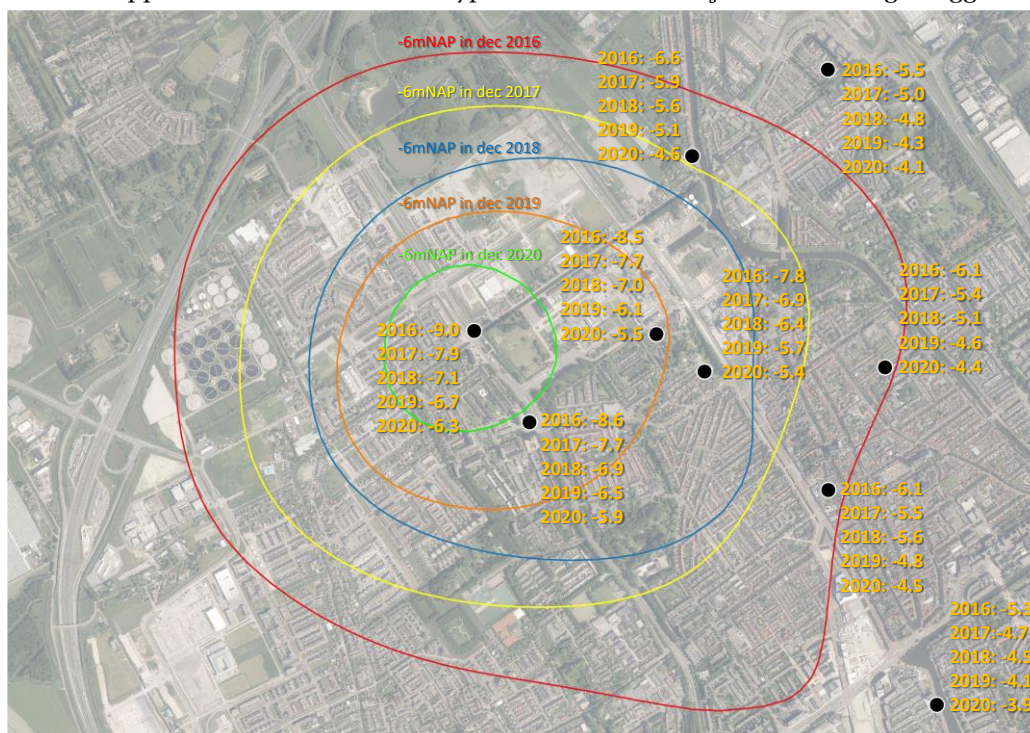
In Figuur 14 staan de metingen van de hoek Balthasar van der Polweg/Mekelpark. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.73 mNAP op 9 november 2020 om 16:00 uur. De laatst gemeten stijghoogte van 2020 was -3.76 mNAP.



Figuur 14 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2021 aan de Balthasar van der Polweg.

3.5 De -6 meter NAP isohypse in de afgelopen jaren

Met de gemiddelde metingen in december van de peilbuizen in het eerste watervoerend pakket is de -6m NAP isohypse geïnterpoleerd (Zie Figuur 15). Voor de peilbuizen waarvan de drukopnemer stuk was, zijn de handmetingen gebruikt. Door de afbouwstappen komt de -6 mNAP isohypse steeds dichterbij de onttrekking te liggen.

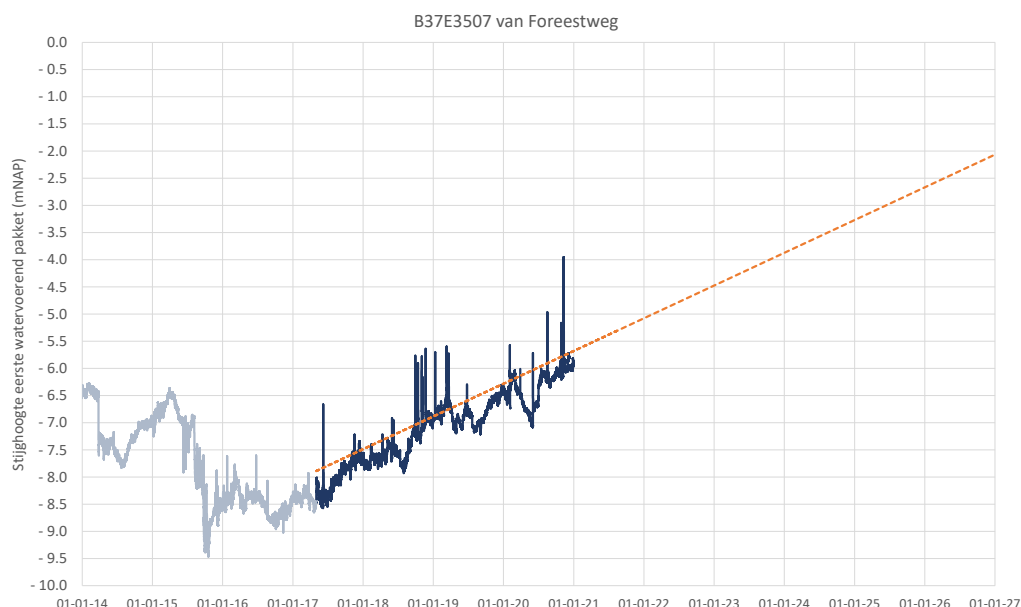


Figuur 15 De -6m NAP isohypse en stijghoogtes in december 2016, 2017, 2018, 2019 en 2020

3.6 De komende jaren

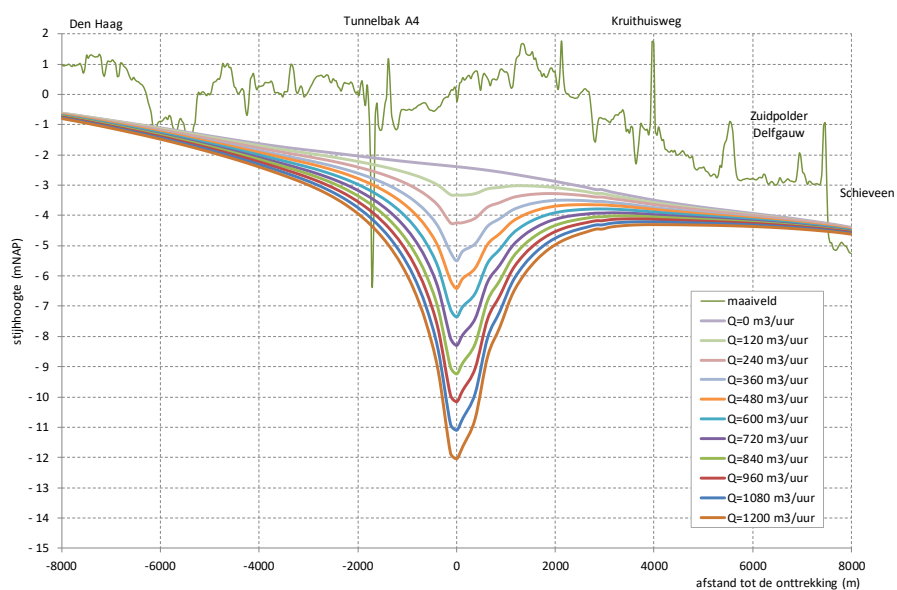
De metingen na de afbouwstappen van de afgelopen 4 jaar laten een vergelijkbare geleidelijke toename zien. Nabij de onttrekking kwam de stijghoogte in de afgelopen vier ieder jaar zo'n 0.6 á 0.7 meter omhoog. Dit valt binnen de op voorhand voorspelde toename van de stijghoogte.

Deze stapgroottes in de toename van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket laten zich goed extrapoleren naar de toekomst. Praktisch zijn er nog 6 afbouwstappen te gaan als de grondwateronttrekking tot 0 m³/uur wordt afgebouwd. Als ook bij de toekomstige 6 afbouwstappen bij elke stap de stijghoogte 0.6 á 0.7 meter zal stijgen, zal de uiteindelijke stijghoogte 4 meter hoger komen te liggen. De huidige stijghoogte nabij de onttrekking is circa -6.0 mNAP (zie ook Figuur 16). Bij elkaar opgeteld komt de stijghoogte dan op circa -2.0 mNAP. Uiteraard zal jaarlijks gecontroleerd worden of dat nog steeds zo is, alvorens er tot een volgende stap wordt besloten. Op basis van het extrapoleren van de eerste vier afbouwstappen zijn er voor een vijfde afbouwstap geen problemen te verwachten ten aanzien van het diepe grondwater.



Figuur 16 Stijghoogte in het 1e wvp aan de Foreestweg De prognose voor eind 2026 is een stijghoogte van ongeveer -2.0 mNAP. De stijghoogte zal hier dus nog zo'n 4.0 meter stijgen.

De onttrekkingskegel uit Figuur 8 rond Delft-Noord en Rijswijk zal uiteindelijk verdwijnen en terugkeren naar een natuurlijke situatie. De effecten van het reduceren van een onttrekking in een watervoerende laag onder een slecht doorlatende deklaag laten zich goed berekenen. Deze berekeningen voor de situatie van de grondwateronttrekking in Delft-Noord zijn uitgevoerd met het iMOD grondwatermodel van de onttrekking in Delft en weergegeven in Figuur 17. De bovenste groene lijn geeft de ligging van het maaiveld aan. De paarse lijn ($Q=0\text{m}^3/\text{uur}$) is de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket zonder de onttrekking. En de onderste oranje lijn ($Q=1200\text{m}^3/\text{uur}$). De overige lijnen laten de onttrekkingskegel zien bij de tussengelegen debieten.



Figuur 17 Berekende stijghoogte in het eerste watervoerend pakket van noordwest naar zuidoost bij een debiet van 1200 tot 0 m³/uur

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.

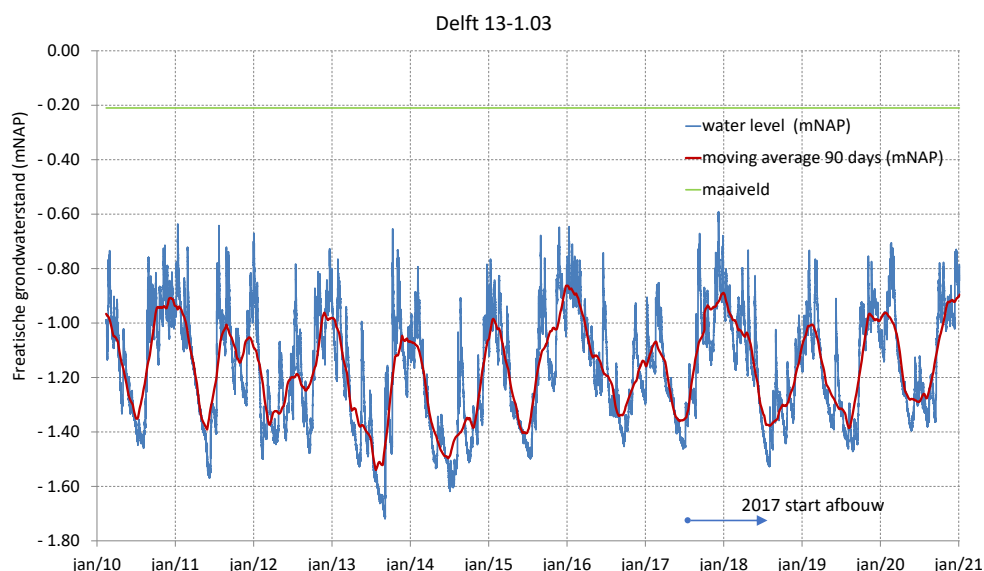
Om te monitoren of en hoe de grondwaterstanden veranderen, is door de gemeenten Rijswijk, Westland, Leidschendam-Voorburg, Midden-Delfland, Pijnacker-Nootdorp, Den Haag en Delft in de afgelopen jaren een grondwatermeetnet aangebracht. Daarnaast heeft het Hoogheemraadschap van Delfland een aantal peilbuizen 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.



Figuur 19 Freatische grondwaterstanden in peilbuis Delft 13-1.03 van 12 feb 2010 tot 1 jan 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 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. 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	-0.90 mNAP	0.69 m-mv

*voor 2020-2021 is de grondwaterstand bepaald met de gegevens tot 13 januari 2021.

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 2020 zijn er zo'n 748 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 2020

Gemeente	Aantal peilbuizen (2013)	Aantal peilbuizen (2020)
Delft	201	246*
Westland	156	163
Leidschendam-Voorburg	90	94
Pijnacker-Nootdorp	101	98
Rijswijk	59	57
Den Haag	29	28
Midden-Delfland	25	25
HH Delfland**	29	37
Totaal	690	748

* 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 748 peilbuizen in 2020 komt niet altijd data door. Bij 70% van deze peilbuizen zijn er meer dan 330 dagen met gegevens in 2020. Bij de rest (~30%) ontbreken meer dan 30 dagen door:

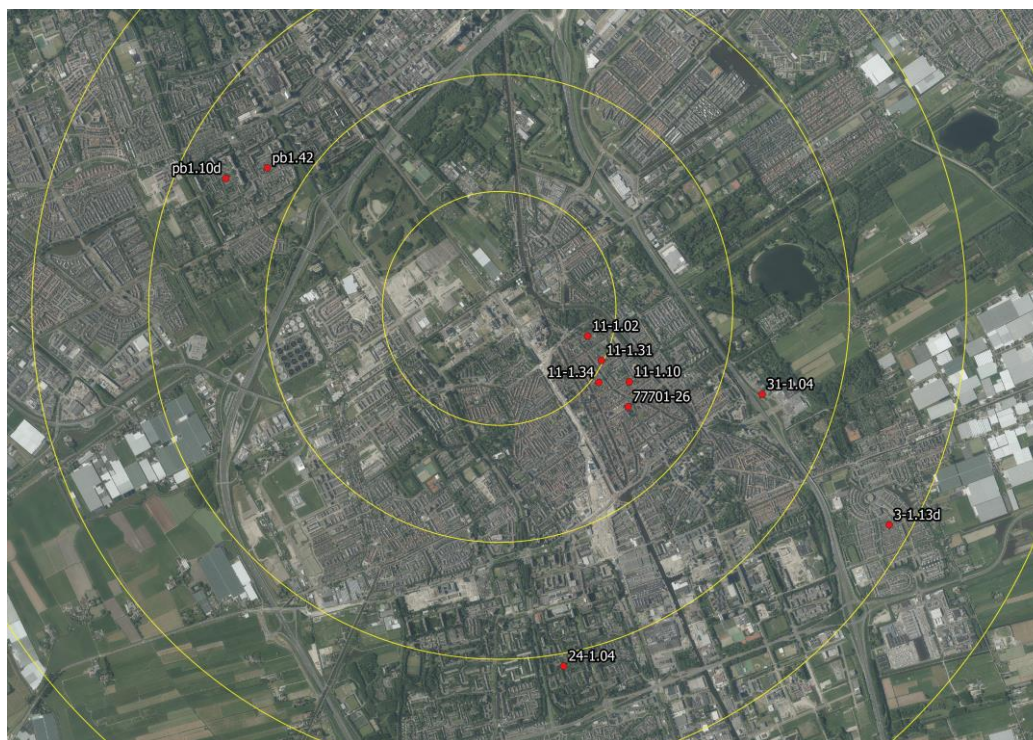
- Een defect aan de drukopnemer;
- Een (tijdelijk) niet toegankelijke peilbuis;
- De laatste uitleesronde was voor 1 december 2020;

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 2020 aangevuld.

Dezelfde analyse uit paragraaf 4.2 is uitgevoerd op alle peilbuizen met gegevens. De 10 peilbuizen met de geringste ontwateringsdiepte in het hydrologische jaar 2019/2020 zijn weergegeven in Figuur 20 en Tabel 5. Bij al deze 10 peilbuizen was de tot nu toe in 2020/2021 gemeten gemiddelde ontwateringsdiepte vergelijkbaar met eerdere jaren. Bij géén van deze peilbuizen is de ontwateringsdiepte de afgelopen 3 jaar systematisch toegenomen.

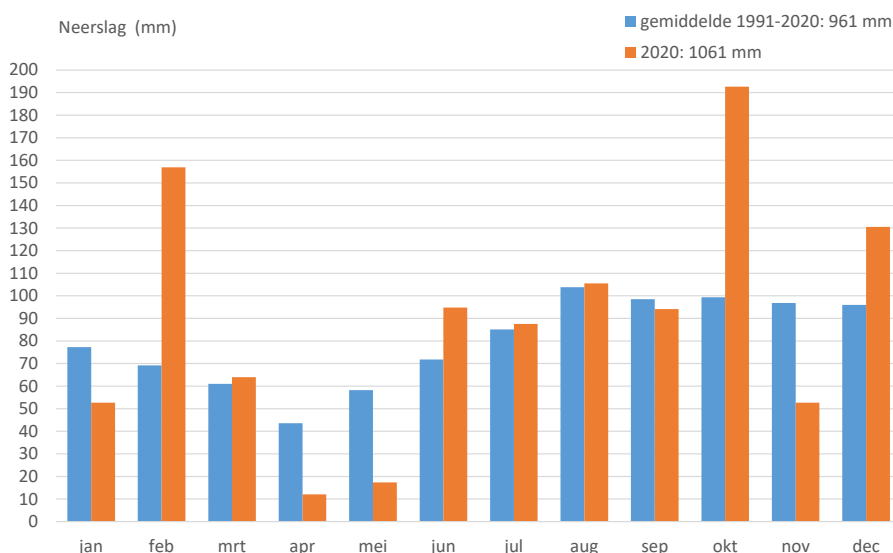
Tabel 5 de 10 peilbuizen met de geringste ontwateringsdiepte in 2019-2020

nummer	adres	2013/2014 (m-mv)	2014/2015 (m-mv)	2015/2016 (m-mv)	2016/2017 (m-mv)	2017/2018 (m-mv)	2018/2019 (m-mv)	2019/2020 (m-mv)	2020/2021 (m-mv)
77701-26	Oude Langendijk Delft	0.26	0.33	0.29	0.45	0.35	0.36	0.31	0.34
31-1.04	Olof Palmestraat Delft	0.41	0.39	0.40	0.43	0.39	0.41	0.35	0.29
24-1.04	Jan Campertlaan Delft	0.36	0.35	0.38	0.43	0.26	0.37	0.37	0.36
pb1.42	Bunchesstraat Rijswijk	0.35	0.32	0.30		0.33	0.39	0.38	0.37
11-1.10	Rietveld Delft	0.41	0.36	0.45	0.37	0.35	0.28	0.43	0.45
11-1.34	Minderbroerstr. Delft					0.39	0.48	0.34	0.36
3-1.13d	Sluiswachterstr. Delfgauw	0.43	0.40	0.43	0.53	0.42	0.46	0.43	0.47
pb1.10d	J.Brouwerstr. Rijswijk	0.22	0.21	0.17	0.47	0.36	0.51	0.31	0.30
11-1.31	vd Mastenstraat Delft					0.41	0.45	0.38	0.39
11-1.02	Vernieuwde Boogerd Delft	0.44	0.41	0.36	0.59	0.36	0.46	0.47	0.46



Figuur 20 De 10 peilbuizen met de kleinste ontwateringsdiepte rond de onttrekking

Op circa 85% van de locaties was het natter in 2020/2021 dan het gemiddelde van voorgaande jaren. Deze toename in freatische grondwaterstanden is onafhankelijk van de afstand tot de onttrekking en werd veroorzaakt doordat de maanden februari oktober erg nat waren. In februari viel 157 mm en in oktober 193 mm neerslag. Terwijl in de afgelopen 30 jaar in Delft gemiddeld in februari 69 mm en in oktober 99 mm is gevallen (Zie Figuur 21). Daarentegen waren april en mei weer heel droog met respectievelijk 12 mm en 17 mm neerslag.



Figuur 21 Gemiddelde neerslag per maand in Delft en de neerslag van 2020. Het afgelopen jaar was een natter dan gemiddeld jaar (bron: KNMI dagwaarnemingen station 449 Delft).

4.4 Peilbuizen in het centrum van Delft

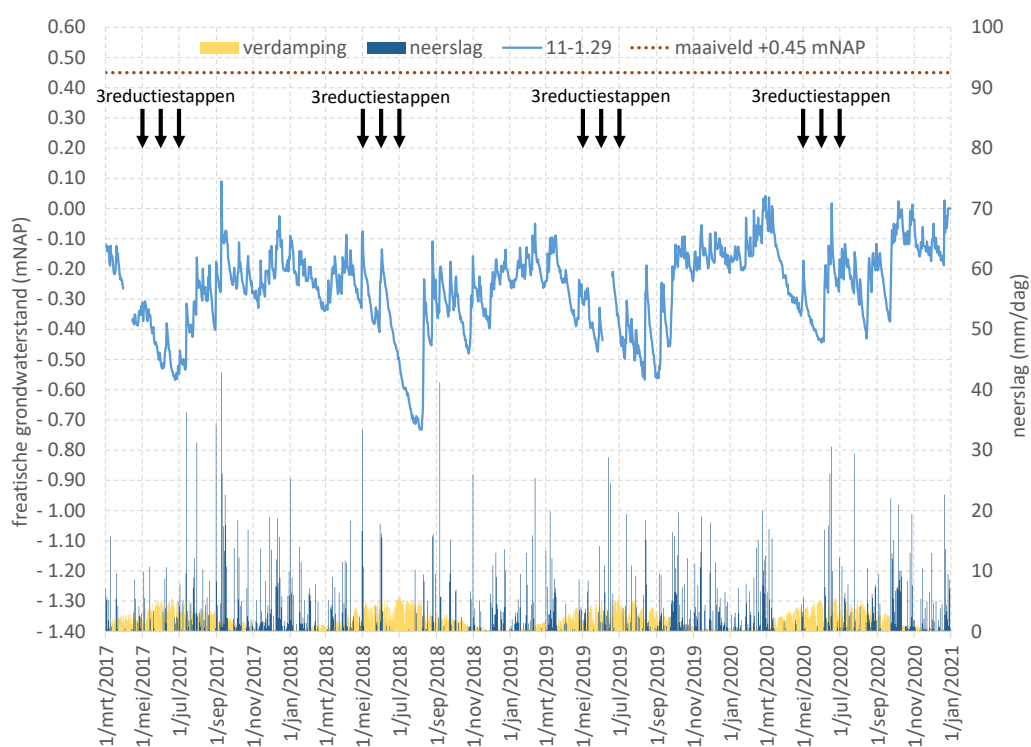
In overleg met de bewonersverenigingen in het centrum van Delft zijn in maart 2017 een zestal nieuwe peilbuizen geplaatst. Hiervoor zijn locaties uitgekozen waar verwacht wordt dat overlast door hoge grondwaterstanden in het centrum het eerst merkbaar wordt. De locaties van deze buizen zijn:

- 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).

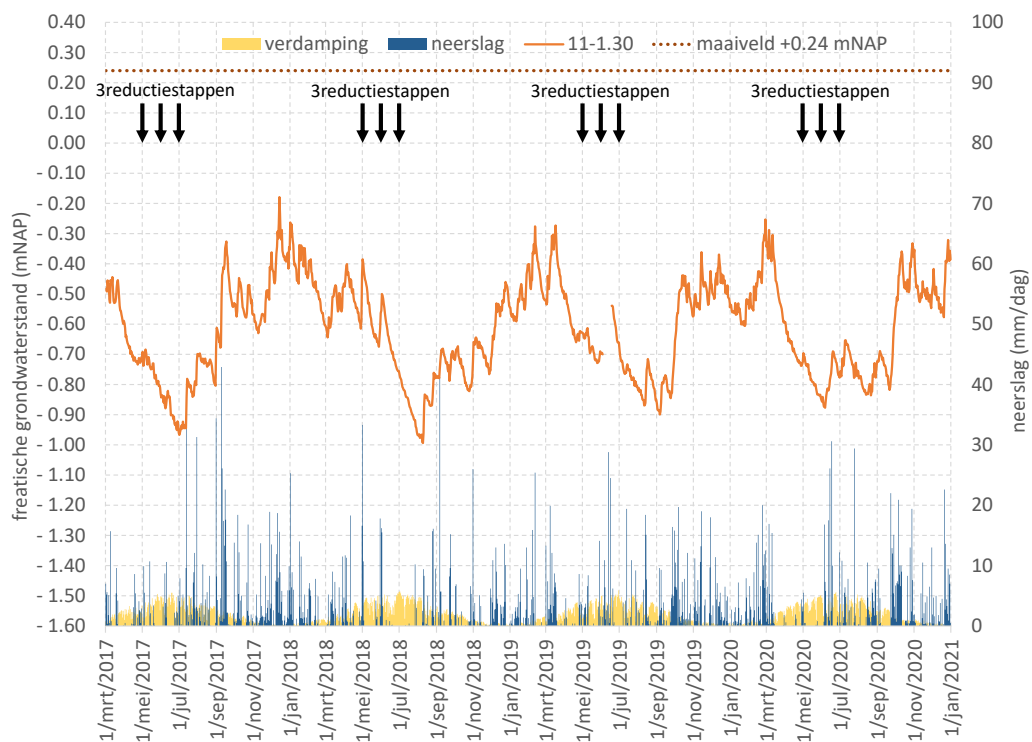
In Figuur 22 zijn deze locaties opgenomen en in Figuur 23 tot en met Figuur 28 zijn de metingen vanaf 1 maart 2017 tot 1 januari 2020 opgenomen. Door het droge jaar 2018 (met 829 mm) en natte jaren 2019 (met 1030 mm) en 2020 (met 1061 mm) is afhankelijk van de locatie, goed te zien dat vooral het uitzakken 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.



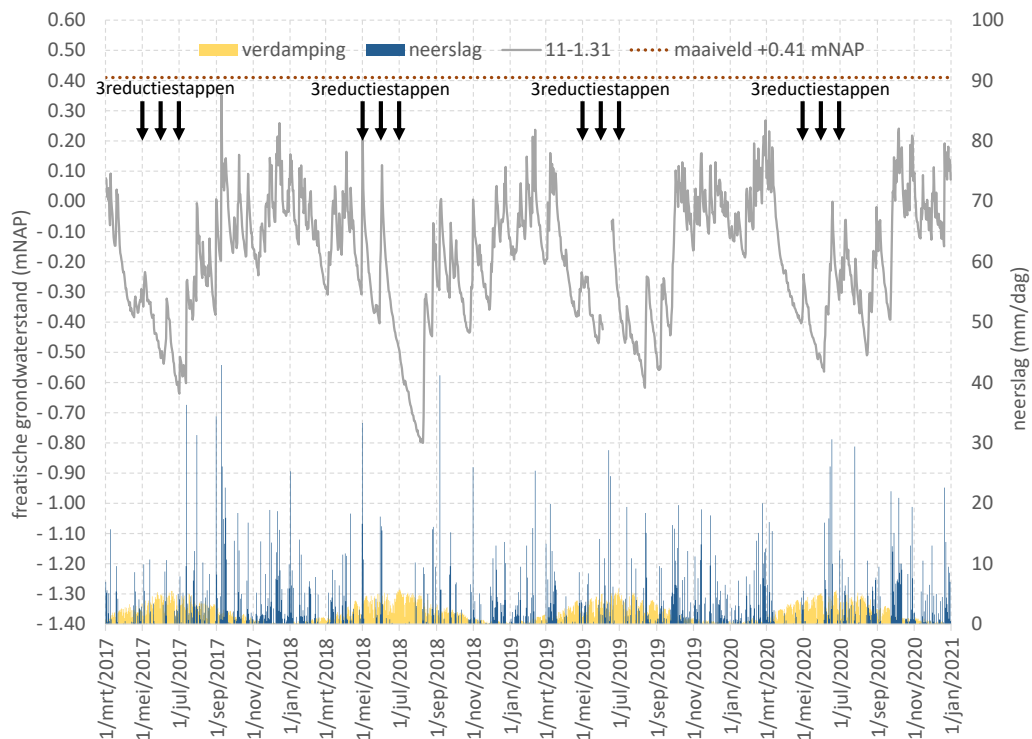
Figuur 22 In maart 2017 geplaatste peilbuizen in het centrum van Delft



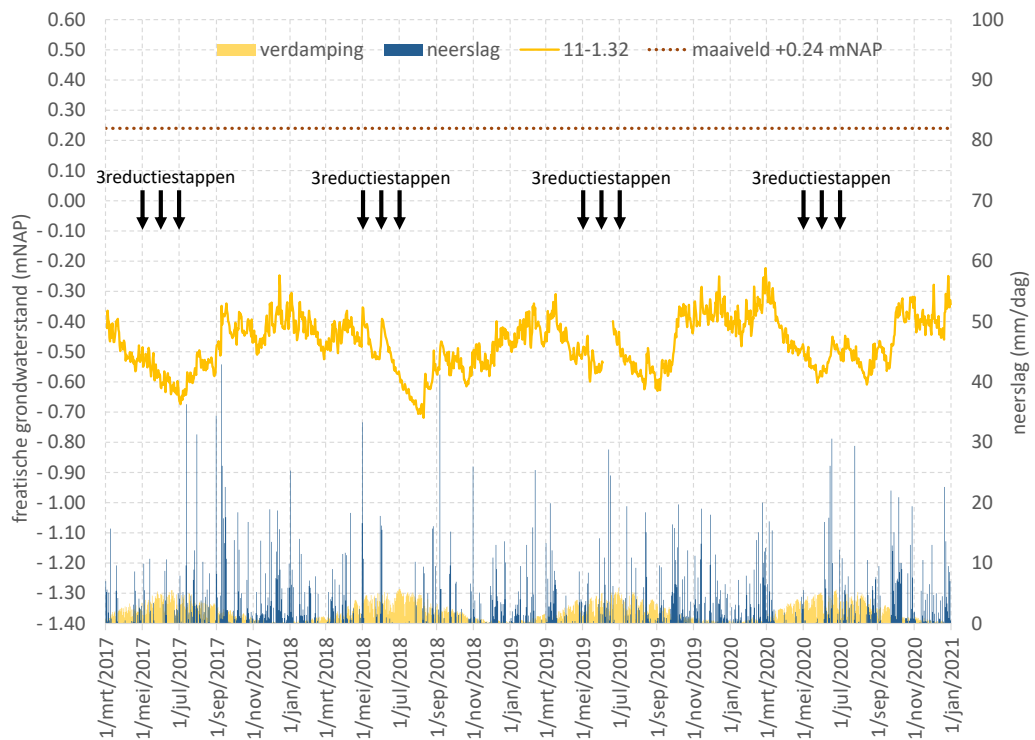
Figuur 23 Freatische grondwaterstanden in de Houthaak. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 74 cm onder maaiveld. In 2018 was dit 77 cm, in 2019 was dit 72 cm en in 2020 64 cm.



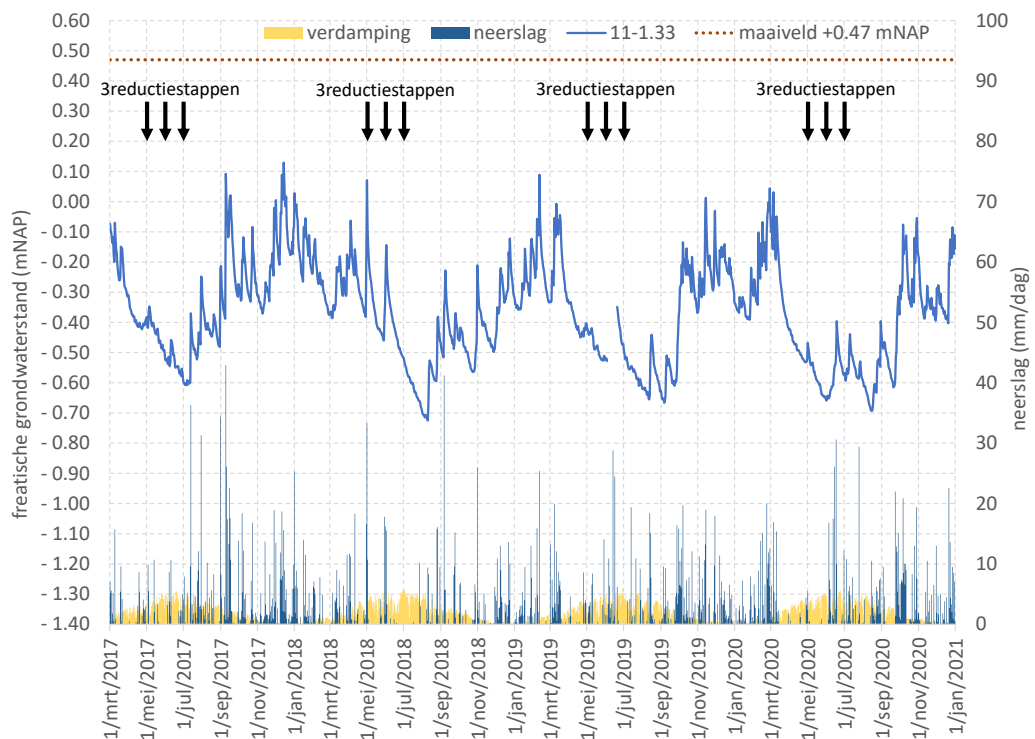
Figuur 24 Freatische grondwaterstanden in de Doelenstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 88 cm onder maaiveld. In 2018 was dit 87 cm onder maaiveld. In 2019 was dit 83 cm en in 2020 85 cm.



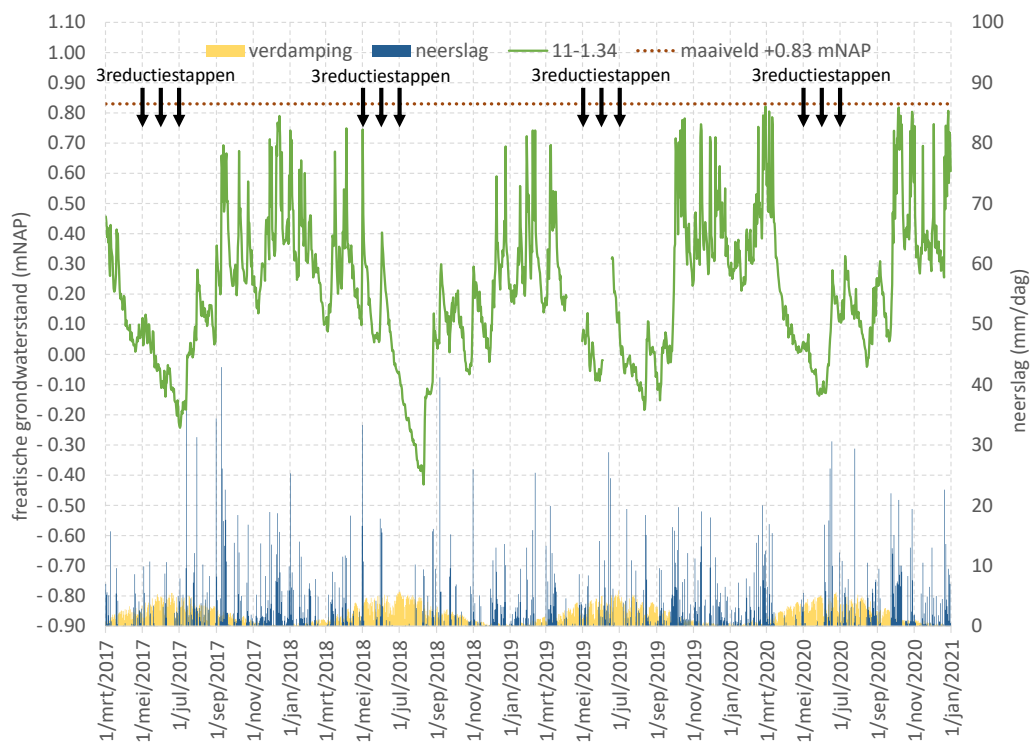
Figuur 25 Freatische grondwaterstanden in de van der Mastenstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 62 cm onder maaiveld. In 2018 op 65 cm onder maaiveld, in 2019 was dit 60 cm en in 2020 56 cm.



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 en in 2020 69 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 en in 2020 88 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 en in 2020 57 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 laag gelegen 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, maakt 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 dan 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 te maken.

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 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

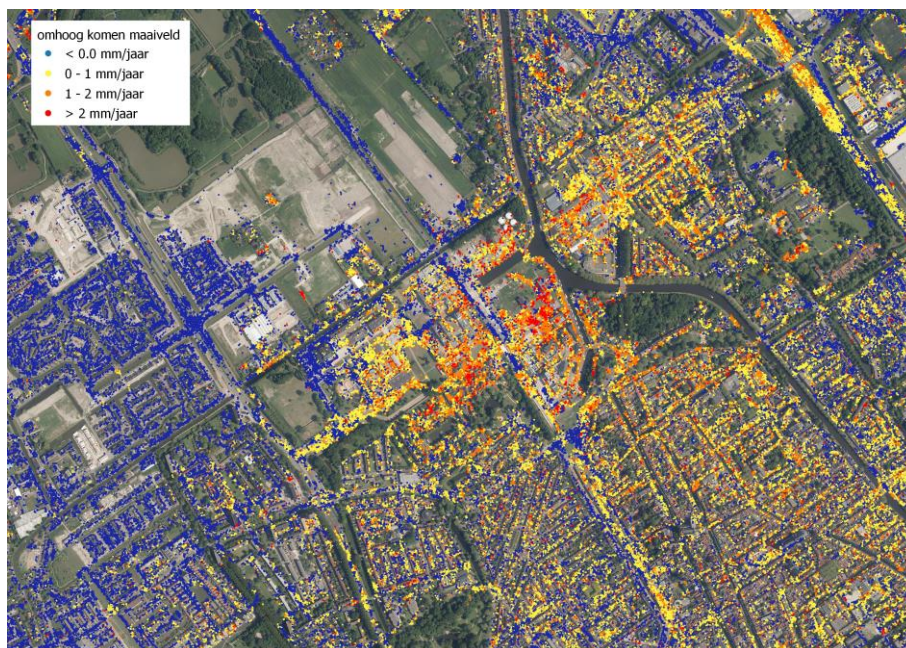
Verwacht wordt dat wanneer de grondwateronttrekking stapsgewijs wordt gereduceerd, de waterspanning in de ondergrond verandert, waardoor de samendrukbare bodemlagen iets zullen terugveren. Door Deltares is in 2008 geschat (Deltares, 2008) dat bij een volledige stopzetting het maaiveld binnen de grenzen 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 de verandering van 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 hoogtematen 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.

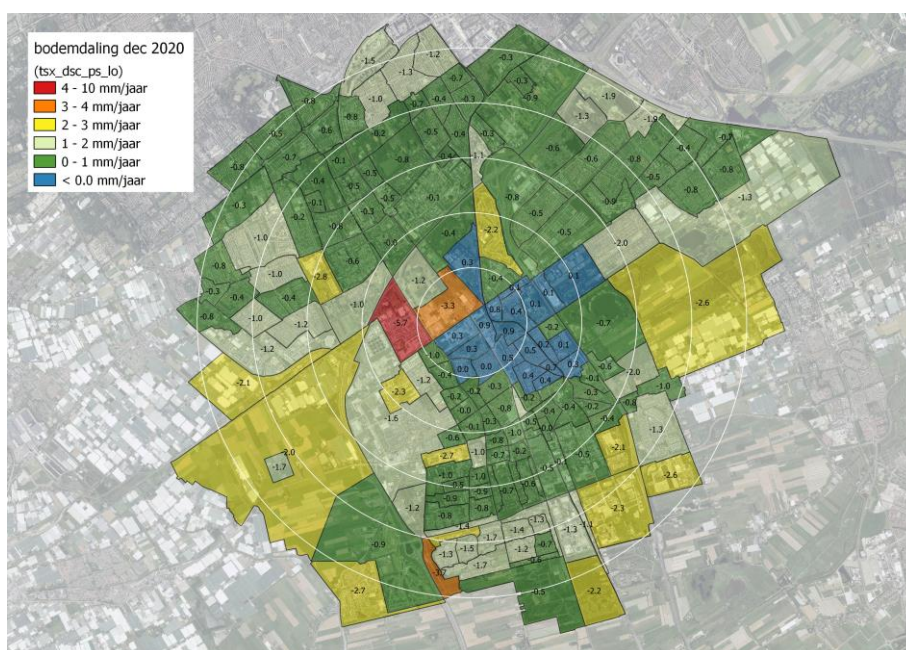
De deformatie rond de onttrekking over de periode januari 2019 tot en met december 2020 is in Figuur 29 weergegeven. Een periode van twee jaar wordt gebruikt omdat dan de trend in de bodemdaling over zo'n 60 meetpunten kan worden bepaald. Bij een (te) korte periode gaan bijvoorbeeld kleine verschillen tussen seizoenen de trend in deformatie beïnvloeden.



Figuur 29 Deformatie van maaiveld in en om Delft in de periode 2019–2020.

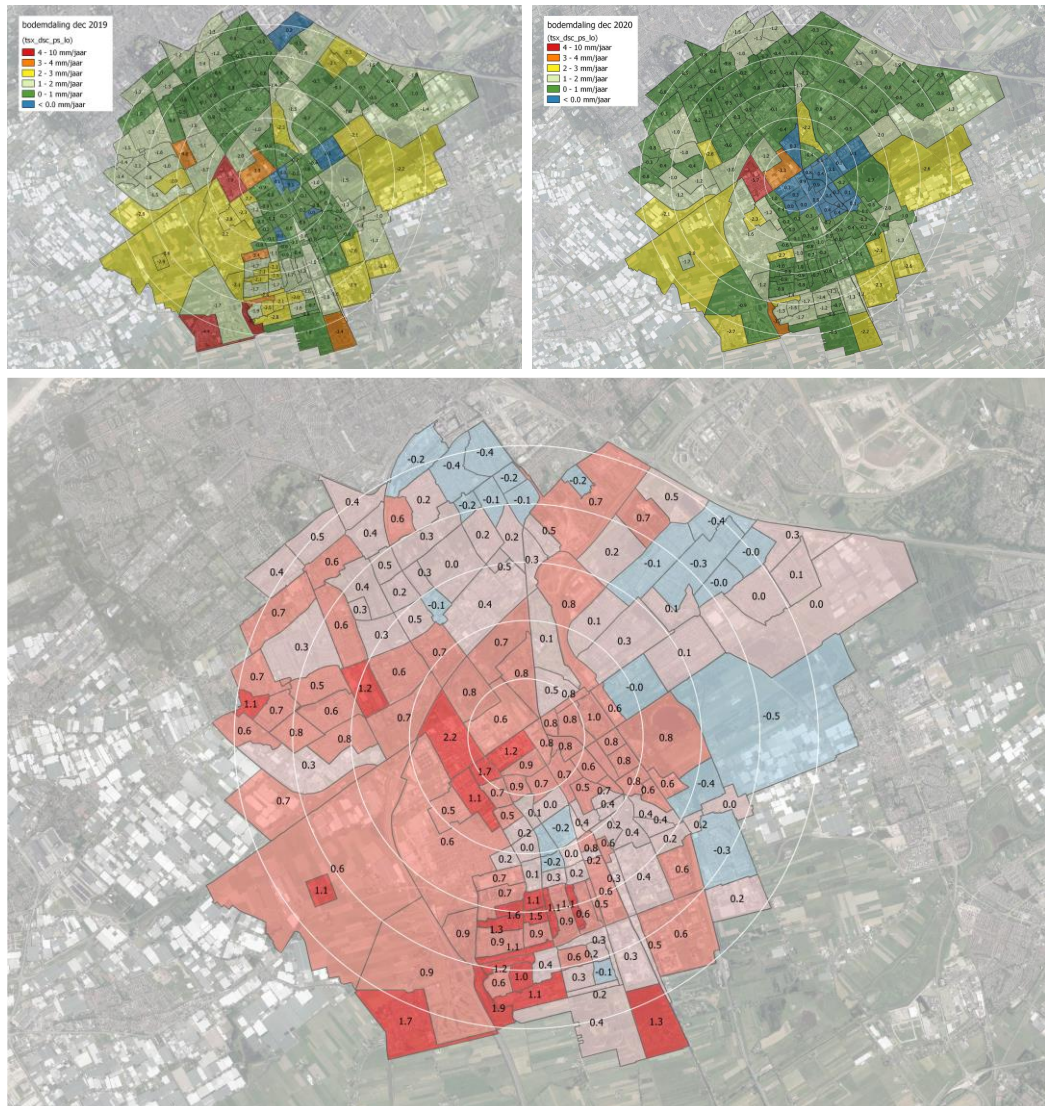
In Figuur 29 valt op dat het maaiveld op het DSM-terrein lokaal licht is gaan zwellen. Daar waar vóór de reductie van de grondwateronttrekking in het verleden de bodemdaling zo'n 1 á 2 mm/jaar bedroeg, komt nu de bodem 1 á 2 mm/jaar omhoog. Dit treedt vooral op aan de westkant van het DSM-terrein. Aan de oostkant van het DSM-terrein en ook langs de spoorzone daalt de bodem nog.

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 2019 tot en met december 2020. In alle blauwe buurten komt het maaiveld omhoog.

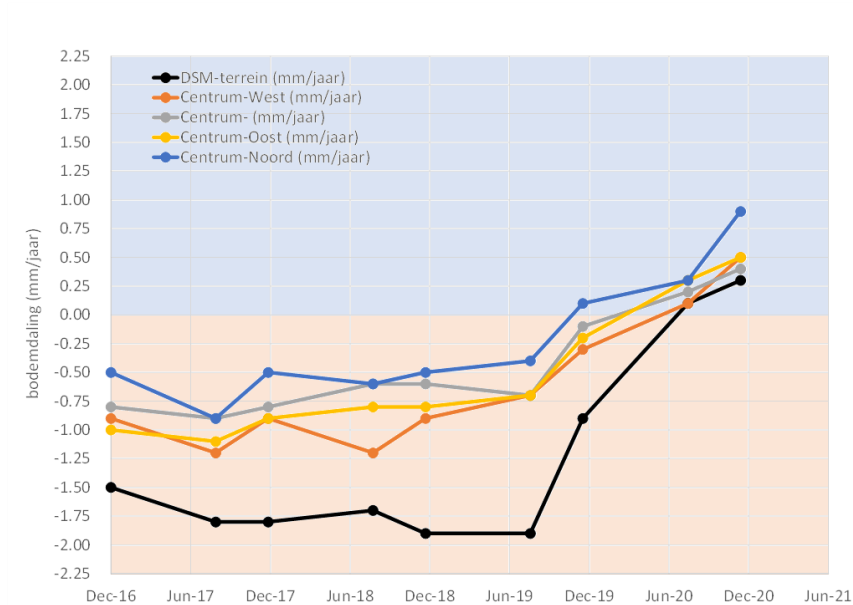


Figuur 30 Gemiddelde maaiveldddaling in mm per jaar en rond Delft in de periode 2019–2020.

Wanneer de grondwateronttrekking de oorzaak is van deze verandering in bodemdaling, zal deze verandering groter zijn in de buurt van de onttrekking. Dit omdat daar ook de verandering in stijghoogte het grootst is. Voor Figuur 31 is het verschil in bodemdaling tussen 2018-2019 en 2019-2020 bepaald. In alle oranje-roze gebieden is de bodemdaling afgenomen en in de lichtblauwe gebieden toegenomen. Te zien is dat niet enkel in de nabijheid, maar ook op grote afstand van de onttrekking de bodemdaling is afgenomen.



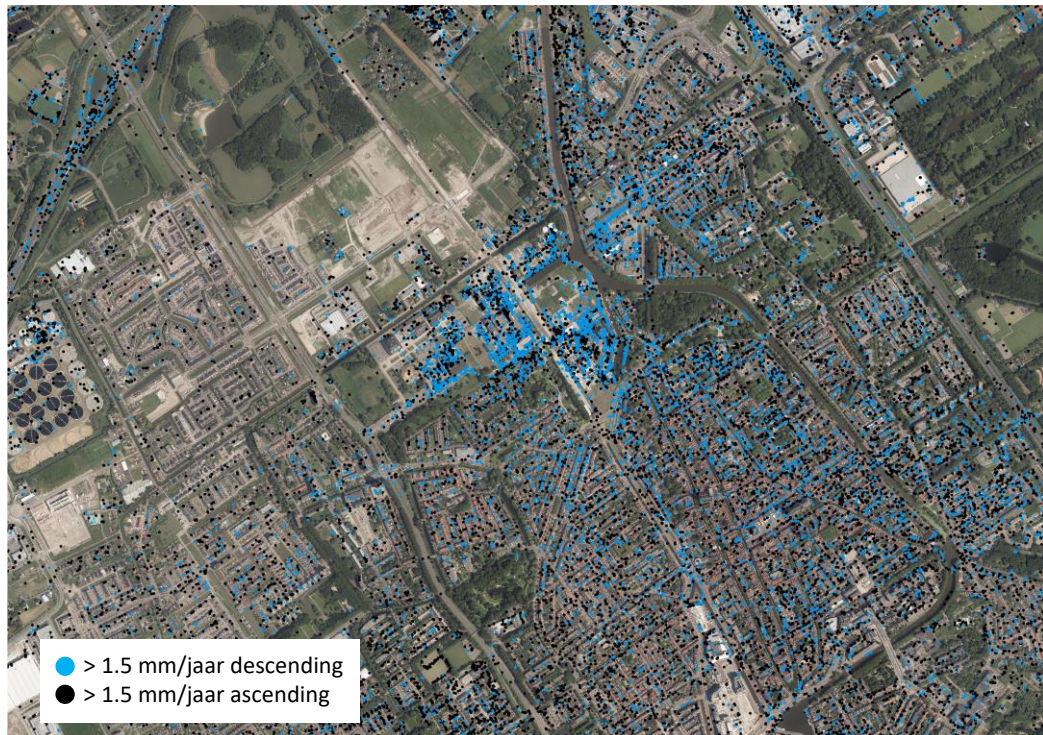
Figuur 31 Verschiede van deformatie van maaiveld tussen 2018-2019 en 2019-2020. In de oranje-roze gebieden is de bodemdaling afgenomen.



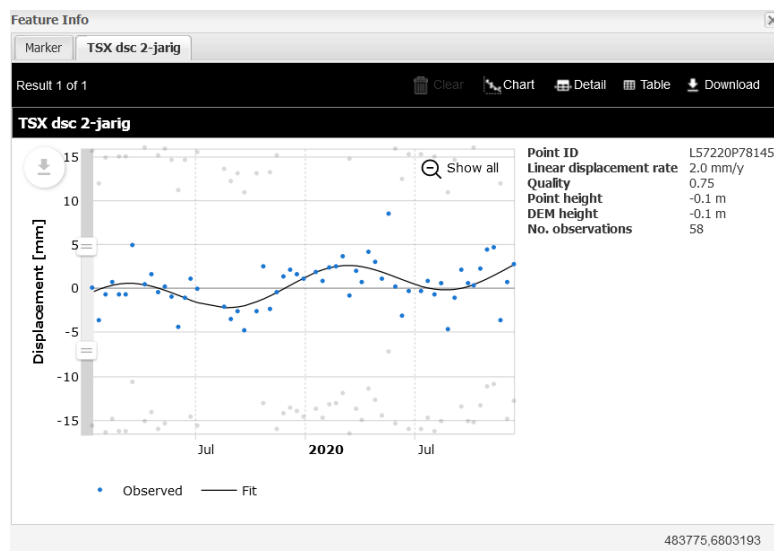
Figuur 32 Gemiddelde maaiveldddaling in mm per jaar en rond Delft in de periode 2019–2020.

De afgelopen jaren is elk jaar de gemiddelde maaiveldddaling per buurt bepaald (zoals in Figuur 29 is weergegeven). Voor Figuur 32 zijn deze gegevens het DSM-terrein en de buurten in het centrum van Delft achter elkaar gezet. Vanaf grofweg begin 2019 is de bodemdaling afgenomen en vanaf begin 2020 omgeslagen in zwel. Hoewel de zwel nu nog beperkt is - en kleiner dan de natuurlijke seizoensfluctuatie - is het niet wenselijk dat de zwel aanzienlijk groter wordt dan de bodemdaling in het verleden.

Alle punten die in de jaren 2019 en 2020 met 1.5 mm per jaar omhooggekommen zijn, zijn in Figuur 33 weergegeven. Opvallend zijn clusters op het DSM-terrein. Maar daarnaast zijn er ook veel meer losliggende punten die iets omhooggekommen zijn t.o.v. eerdere jaren. Een deel van deze veranderingen zijn het gevolg van bouwwerkzaamheden of onderdeel van een veel grotere van nature aanwezige seizoensfluctuatie (Figuur 34).



Figuur 33 Locaties in Delft e.o. 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



Figuur 34 Voorbeeld van de waarnemingen bij het Agnethapark. De trend is een stijging van 2.0 mm/jaar. De verschillen tussen de seizoenen zijn van dezelfde orde (+/- 2 mm).

5.3 De komende jaren

In de afgelopen periode is de bodemdaling afgeremd en op het DSM-terrein gaan stijgen. Dat op een zeker moment zwel zou gaan optreden is 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 huidige 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. In de afgelopen 2 jaar was dat +0.3 tot +0.9 mm per jaar. (zie Figuur 30, 31 en 32). De geconstateerde verandering van bodemdaling naar zwel heeft zich in een relatief korte tijd van 2 jaar voltrokken. Wanneer in 2021 een afbouwstap wordt doorgevoerd zal het maaiveld waarschijnlijk harder omhoog gaan komen dan de bodemdaling in het verleden. Dat is strijdig met de eerder geformuleerde beleidsuitgangspunten en om deze reden wordt aanbevolen in 2021 géén afbouwstap door te voeren.

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 35).



Figuur 35 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 2019-2020 in totaal 255 punten beschikbaar (Zie Figuur 36). Per gebouw is van deze meetpunten het gemiddelde van de deformatiesnelheid bepaald:

- Het stadhuis kwam met +0.3 mm/jaar omhoog (was over 2018-2019 -0.4 mm/jaar);
- De Waag kwam met +1.4 mm/jaar omhoog (was over 2018-2019 -0.2 mm/jaar);
- De Hippolytuskapel met +0.6 mm/jaar omhoog (was in 2018-2019 -0.1 mm/jaar);
- De Genestetkerk met +0.5 mm/jaar omhoog (was in over 2018-2019 -0.2 mm/jaar).

De deformatie van deze gebouwen is in lijn met de deformatie van het maaiveld. Volgens Figuur 30 kwam het maaiveld in 2019-2020 in het centrum gemiddeld ook met +0.4 mm per jaar omhoog.



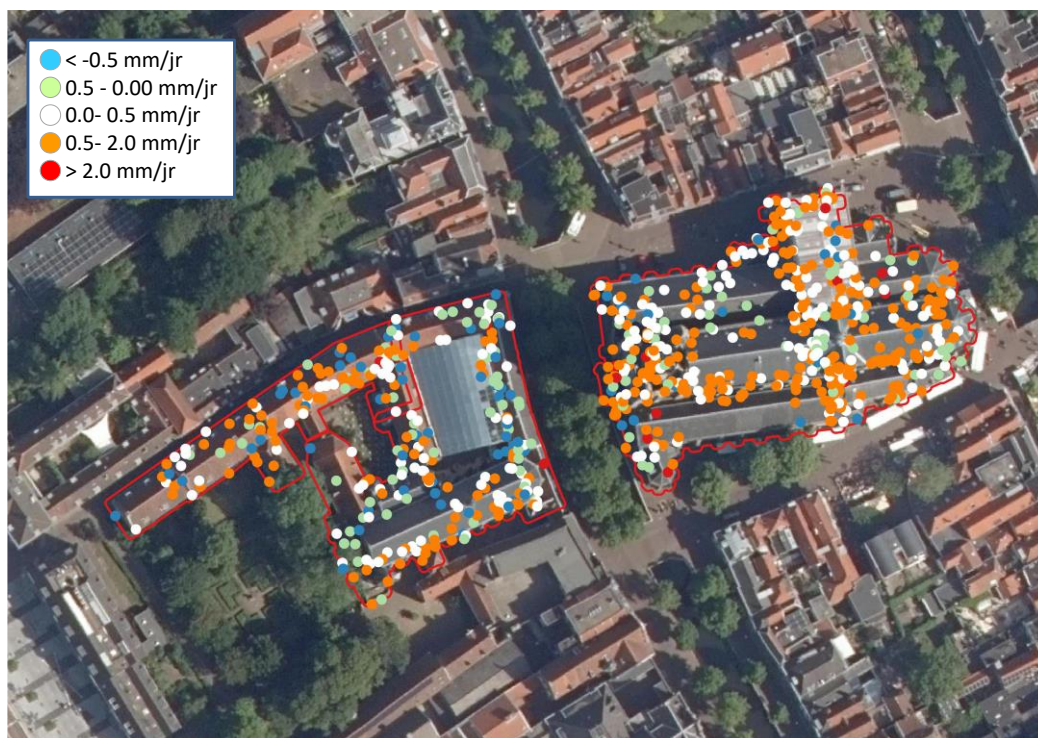
Figuur 36 Geselecteerde meetpunten Stadhuis, Waag, Hippolytuskapel en Genestetkerk

Prinsenhof/Waalse Kerk/Oude kerk

Binnen de omtrek van het Prinsenhof, Waalse Kerk en de Oude Kerk zijn er in de periode 2019-2020 in totaal 825 meetpunten (zie Figuur 37). Per gebouw is ook hier van de meetpunten het gemiddelde bepaald:

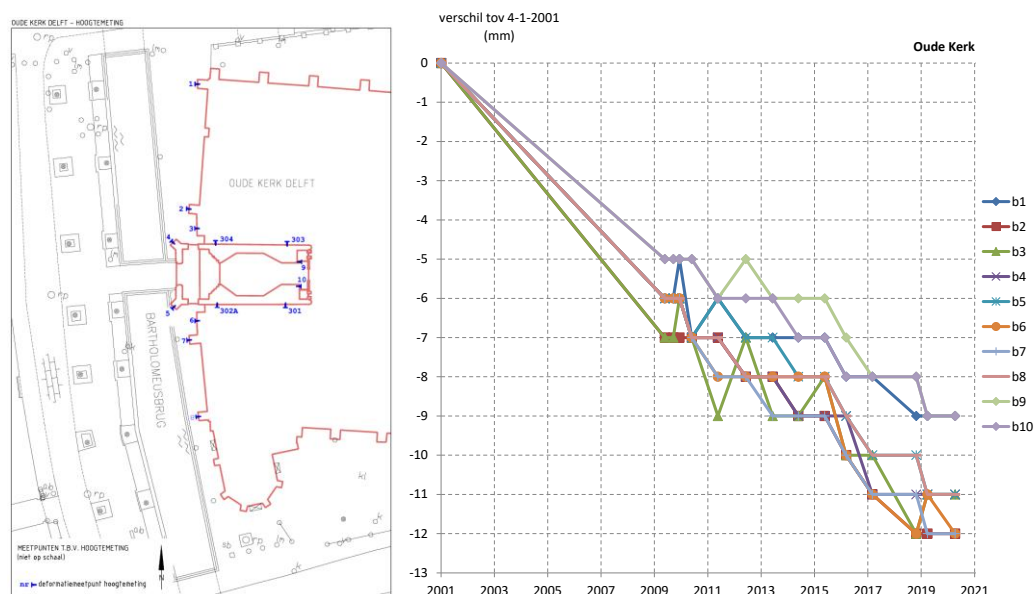
- Prinsenhof steeg met +0.3 mm per jaar (was over 2018-2019 +0.1 mm/jaar);
- Waalse Kerk steeg met +0.2 mm per jaar (was over 2018-2019 0.0 mm/jaar);
- De Oude Kerk steeg met +0.6 mm per jaar (was over 2018-2019 +0.3 mm/jaar).

De deformatie van deze gebouwen met uitzondering van de Oude Kerk is vergelijkbaar met de deformatie van het maaiveld (+0.5 mm/jaar) over dezelfde periode (Figuur 30).



Figuur 37 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 38. Alle hoogtebouten vertonen vanaf 2009 tot en met 2020 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 38 Metingen aan hoogtebouten aan de Oude Kerk

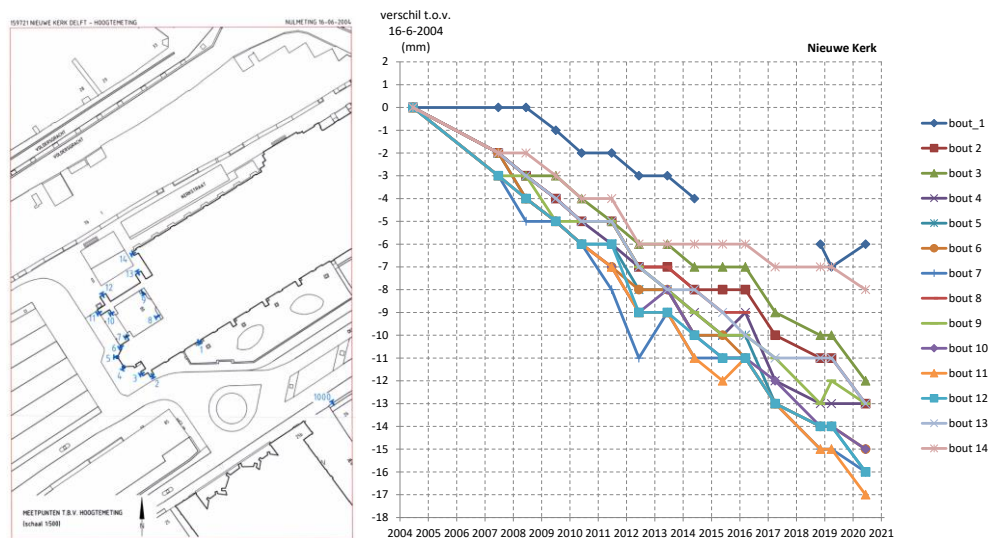
Nieuwe Kerk

Binnen de omtrek van de Nieuwe Kerk zijn er 456 meetpunten. De deformatie over de periode januari 2019 tot december 2020 is gemiddeld 0.6 mm per jaar, maar dit is niet gelijkmatig verdeeld. Rond de toren is de deformatie +0.3 mm per jaar (over 2018-2019 was dit -0.7 mm/ jaar). Terwijl de deformatie van het schip van de kerk +0.7 mm per jaar was (over 2018-2019 was dit 0.0 mm/jaar).



Figuur 39 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 40. 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.

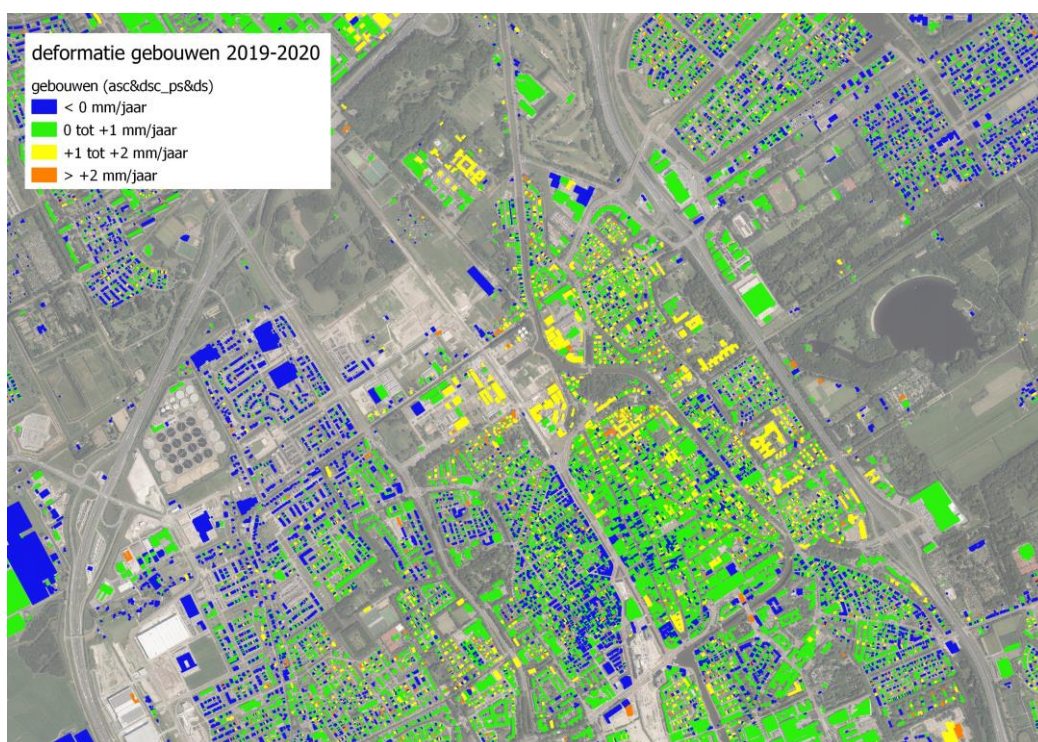


Figuur 40 Metingen aan hoogtebouten in de Nieuwe Kerk. Bout 8 is in 2017 verdwenen.

6.3 Deformatie bebouwing binnen een straal van 5 km

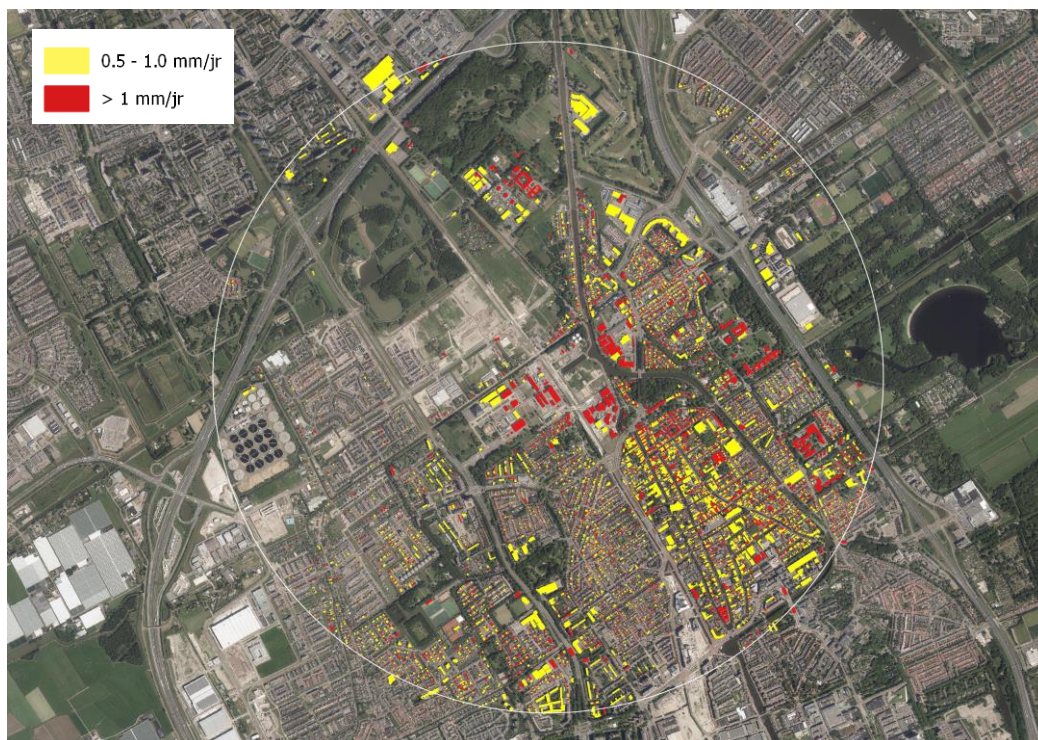
Voor de omgeving van Delft is uitgezocht welke gebouwen in de periode 2019-2020 het meest gezakt zijn. In totaal zijn 69 657 panden onderzocht die binnen 5 km van de onttrekking in Delft-Noord liggen. Het zakken of stijgen van gebouwen in de directe omgeving van de onttrekking is in Figuur 41 weergegeven. Alle zakkende panden zijn blauw gemarkeerd. De overige panden komen omhoog. Op en rond het DSM-terrein stijgend e bodem zo'n 1 tot 2 mm per jaar. In het centrum van Delft is dit 0 tot 1 mm per jaar. In de directe nabijheid van de grondwateronttrekking zijn er een aantal verspreid liggende panden die meer dan 2 mm per jaar omhoogkomen.

In de afgelopen jaren zakten - a.g.v. de bouwactiviteiten voor de Spoorsingelgarage - de panden langs de Spoorsingel. Het zakken van deze panden is dit jaar verder afgenomen en is nu minder dan 1 mm per jaar.



Figuur 41 Deformatie van panden in de omgeving van de onttrekking in de periode 2018-2019.

In Figuur 42 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 (2019-2020) 3400 panden en waren 1300 panden in 2018-2019. De rode panden zijn meer dan 1.0 mm per jaar omhooggekomen. Dit aantal is ook gestegen: van 300 panden in 2018-2019 naar 2800 panden in 2019-2020. 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. Deze toename in het aantal panden is op zichzelf dan ook geen reden om de afbouwstap van 2021 uit te stellen. De verwachting is wel dat bij een afbouwstap in 2021 panden sneller gaan stijgen dan 2 mm per jaar.



Figuur 42 Gebouwen in Delft en omgeving in de periode januari 2019 tot december 2020 omhoog gekomen zijn. Binnen 2 km rond de onttrekking (witte lijn) liggen 3432 (was 1303) panden die 0.5–1.0 mm omhoog gekomen zijn. Daarnaast zijn er 2763 (was 311) die meer dan 1.0 mm omhoog gekomen zijn.

6.4 De komende jaren

Tot afgelopen jaar was de bodem op en rond het DSM-terrein nog aan het zakken. Wel was de verwachting al wel dat door het reduceren van de grondwateronttrekking de samendrukbare bodemlagen iets zouden gaan terugveren.

De strategie was en is om het afbouwen zodanig stapsgewijs door te voeren dat de gebouwen niet harder omhoogkomen dan het maaiveld in het verleden is gezakt. Voor de binnenstad - met veel gebouwen op staal - betekent dit maximaal 1.0 mm per jaar omhoog. Of op het DSM-terrein maximaal 2.0 mm per jaar omhoog. In 2020 is zowel het maaiveld als de daarop staande gebouwen op staal licht gaan stijgen. Op het DSM-terrein gemiddeld zo'n 0.3 mm/jaar en in het Centrum-Noord gemiddeld 0.9 mm per jaar. Dit is om en nabij gelijk aan het maximum van 1.0 mm per jaar.

De verwachting is dat wanneer in 2021 de grondwateronttrekking net als de afgelopen jaren met nog een stap zou worden afgebouwd, de snelheid van het zwellen van het maaiveld verder zal toenemen in de richting van 5 mm per jaar. Om dit te voorkomen wordt aanbevolen om de grondwateronttrekking in 2021 niet af te bouwen en te monitoren of en hoe de nu in 2020 waargenomen zwel afneemt.

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 2020 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. Deze analyse is nog niet afgerond. Met het Hoogheemraadschap van Delfland is afgesproken dat deze analyse en ook de monitoringsgegevens van deze 68 peilbuizen voor de Gemeente Delft beschikbaar zijn.

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 2020 en een doorzicht te geven naar de op korte en lange termijn te verwachten veranderingen. Deze rapportage bouwt voort op de rapportages uit 2013 t/m 2019. Voor deze rapportage zijn een groot aantal gegevens verzameld c.q. tijdseries aangevuld, waaronder de onttrokken grondwaterdebieten in Delft-Noord, de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket op circa 50 locaties, de grondwaterstanden op circa 750 locaties en de deformatie van het maaiveld en 80 000 gebouwen in Delft.

In 2020 is de vierde afbouwstap doorgevoerd. Tot mei pompte de installatie circa 840 m³ per uur uit de grond. Dit is in drie stappen probleemloos teruggebracht naar circa 720 m³ per uur per 1 juli 2020. 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 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 deformatie van het maaiveld is de situatie dat door het reduceren het maaiveld in de buurt van de onttrekking is gaan zwellen. De praktijk is dat het DSM-terrein in 2019/2020 met 0.3 mm per jaar omhoogkomt. Terwijl in de afgelopen jaren het maaiveld met 1 tot 2 mm per jaar daalde. Het maaiveld is het hardst gestegen in Centrum-Noord met 0.9 mm per jaar.

Voor de deformatie van gebouwen geldt – afhankelijk van de fundering - hetzelfde. De praktijk is dat veel gebouwen met om en nabij de snelheid van het maaiveld licht omhoogkwamen. Voor het zonder schade afbouwen van de grondwateronttrekking is het van belang dat bebouwing niet te snel en/of ongelijkmatig omhoogkomt. Verwacht wordt dat wanneer in 2021 een reductiestap zou worden doorgevoerd, dat de snelheid waarmee het maaiveld en de gebouwen omhoogkomen verder zal toenemen. Dit is strijdig met de beleidsuitgangspunten. Om deze reden wordt aanbevolen om in 2021 géén reductiestap door te voeren en het huidige debiet te handhaven op 720 m³ per uur.

Referenties

- Acacia Water, 2019, Grondwateronttrekking Delft-Noord resultaten van de monitoring in 2018, kenmerk 180835.
- Acacia water, 2019, Quicksan vóór de afbouwstap in 2019, kenmerk 180835_oho
- Acacia water, 2019, Quicksan 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, Quicksan vóór de afbouwstap in 2018, kenmerk 180840_oho
- Acacia water, 2018, Quicksan 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, Quicksan vóór de afbouwstap in 2017.
- Nelen en Schuurmans, 2017, Quicksan 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

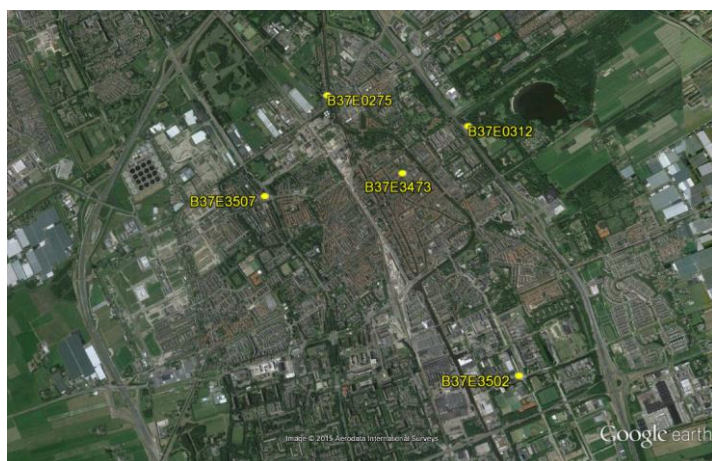
De huidige vergunning dateert van maart 2015. In deze vergunning zijn enkele paragrafen opgenomen met betrekking tot het monitoren van de grondwateronttrekking. Deze onderdelen zijn in deze bijlage samengevat. Voor de exacte formulering wordt verwezen naar de vergunning.

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, 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 II

Stijghoogtes in het 1^e wvp

In de tabel hieronder is per peilbuis in het 1^e 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. Door de wisseling van apparatuur/aannemer missen bij nagenoeg alle peilbuizen in 2020 circa 25 dagen. Bij de geel gemarkeerde peilbuizen wordt geen data ingewonnen. Dit omdat bijvoorbeeld de peilbuis is verdwenen bij werkzaamheden.

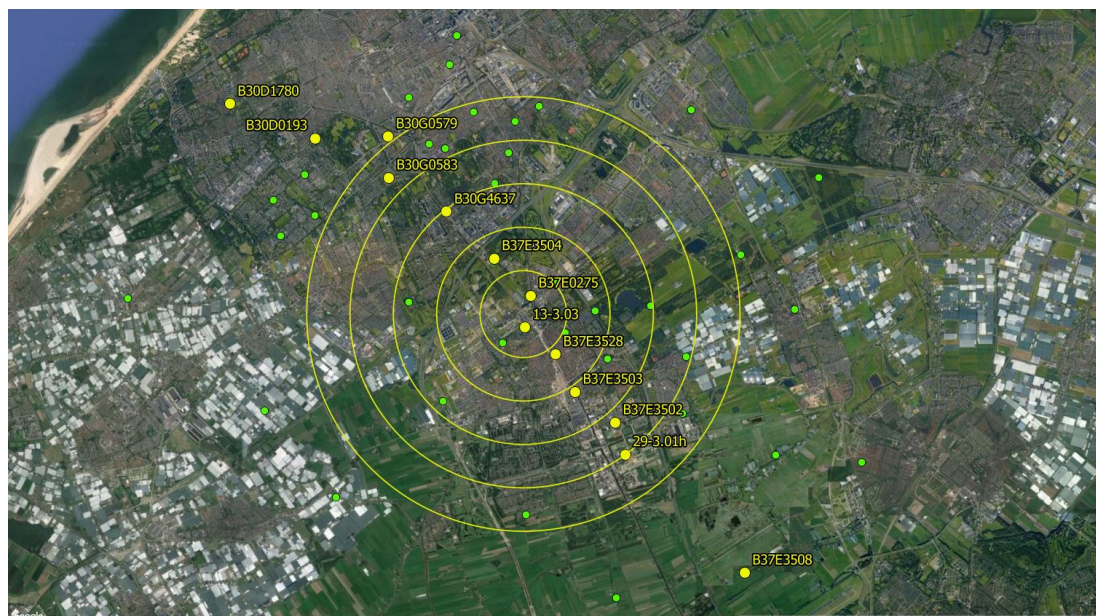
peilbuis	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		min	max	verschil
	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde			
11-4.08	338	-6.10	295	-6.12	114	-5.95	59	-5.94	271	-5.80	365	-5.48	336	-5.04	355	-4.74	-6.12	-4.74	1.37
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	-8.87	-5.92	2.95
2-3.08	308	-4.85	365	-4.81	286	-4.81	285	-4.82	365	-4.72	365	-4.70	63	-4.32	324	-4.49	-4.85	-4.32	0.53
29-3.01a	322	-4.44	336	-4.47			83	-4.44	365	-4.37	331	-4.26	351	-4.01	315	-3.90	-4.47	-3.90	0.57
B30D0179	365	-1.30	365	-1.28	365	-1.30	263	-1.25	365	-1.34	17	-0.98	134	-1.38			-1.38	-0.98	0.40
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	-1.46	-1.22	0.24
B30D0184	212	-1.58	365	-1.71	365	-1.73	366	-1.75	365	-1.77	341	-1.72	365	-1.61	26	-1.31	-1.77	-1.31	0.46
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	-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	169	-0.94	-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	342	-0.29	-0.51	-0.29	0.22
B30G0010	365	-2.31	365	-2.22	365	-2.23	366	-2.24	365	-2.28	342	-2.19	365	-2.06	344	-1.97	-2.31	-1.97	0.34
B30G0017	259	-2.56	365	-2.51	365	-2.51	366	-2.49	365	-2.55	225	-2.37	128	-2.33			-2.56	-2.33	0.23
B30G0021	259	-2.81	365	-2.75	273	-2.95	366	-2.72	365	-2.70	342	-2.55	365	-2.37	135	-2.28	-2.95	-2.28	0.67
B30G0119	259	-2.06	365	-2.02	280	-1.99	277	-2.11	365	-2.12	342	-2.03	365	-1.90	344	-1.82	-2.12	-1.82	0.30
B30G0276	258	-1.46	279	-1.35	85	-1.48	366	-1.43	365	-1.54	342	-1.49	365	-1.40	344	-1.42	-1.54	-1.35	0.18
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	-0.65	-0.49	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	-3.09	-2.48	0.60
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	-2.09	-1.73	0.37
B30G0579	259	-1.71	365	-1.88	162	-1.84	366	-1.64	365	-1.68	223	-1.73	365	-1.56	30	-1.31	-1.88	-1.31	0.57
B30G0583	365	-2.01	365	-2.02	280	-2.00	277	-2.06	365	-2.03	342	-1.93	365	-1.79	341	-1.73	-2.06	-1.73	0.34
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	-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	315	-1.29	-1.43	-1.15	0.27
B30G4580	259	-1.41	365	-1.39	77	-1.35			347	-1.50	342	-1.43	365	-1.31	344	-1.27	-1.50	-1.27	0.23
B30G4637	365	-2.98	365	-2.98	365	-2.95	366	-2.97	365	-2.98	342	-2.84	365	-2.61	30	-2.39	-2.98	-2.39	0.60
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	-4.50	-4.27	0.24
B37B0211	365	-0.98	247	-0.78	365	-0.95	188	-0.73	347	-0.89	344	-0.91	128	-0.63	313	-0.91	-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	-1.35	-2.21	-1.35	0.86
B37B3795	365	-2.88	365	-3.10	279	-3.29	283	-3.16	365	-3.04	344	-3.12	365	-2.76	342	-2.80	-3.29	-2.76	0.52
B37B3813	365	-1.85	365	-1.95	365	-2.04	291	-1.96	347	-1.91	344	-1.96	365	-1.68	28	-0.88	-2.04	-0.88	1.16
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	-7.18	-5.00	2.18
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	-5.20	-4.14	1.06
B37E0314	365	-4.90	365	-4.92	365	-4.86	366	-4.83	365	-4.83	342	-4.66	365	-4.39	359	-4.30	-4.92	-4.30	0.62
B37E0382	271	-4.60	365	-4.55	279	-4.53	204	-4.56	347	-4.45	205	-4.55	365	-4.30	52	-4.25	-4.60	-4.25	0.35
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	-3.86	-3.17	0.69
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	-5.02	-3.95	1.07
B37E3469	112	-2.49	365	-2.67	167	-2.16	278	-2.14	365	-2.29	341	-2.12	365	-2.10	65	-2.36	-2.67	-2.10	0.57
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	342	-2.67	-3.01	-2.67	0.34
B37E3473	300	-6.18	273	-6.21	278	-5.98			160	-5.99	365	-5.63	336	-5.04	355	-4.74	-6.21	-4.74	1.47
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	338	-4.11	-4.53	-4.11	0.42
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	-4.71	-4.05	0.66
B37E3503	365	-5.09	267	-4.79	289	-5.24	162	-5.59	239	-5.16	365	-4.82	365	-4.47	342	-4.25	-5.09	-4.25	1.85
B37E3504	365	-4.65	365	-4.60	365	-4.42	89	-4.23	338	-4.13			349	-4.03	29	-3.63	-4.65	-3.63	1.02
B37E3505	365	-5.77	247	-5.64	365	-5.56	366	-5.44	365	-5.39	342	-5.09	365	-4.68	338	-4.40	-5.77	-4.40	1.37
B37E3506	271	-3.61	365	-3.65	365	-3.61	366	-3.64	262	-3.65	344	-3.50	246	-3.14	28	-2.96	-3.65	-2.96	0.69
B37E3507	365	-6.75	365	-7.14	365	-7.52	366	-8.49	257	-8.30	365	-7.56	364	-6.81	357	-6.30	-8.49	-6.30	2.19
B37E3508	271	-3.98	267	-3.97	198	-3.96	366	-3.88	263	-3.8515	341	-3.83	365	-3.72	338	-3.70	-3.98	-3.70	0.27
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	169	-4.46	-6.82	-4.46	2.36
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	343	-5.73	-7.35	-5.73	1.62
B37E4325									228	-8.45	342	-7.73	365	-7.04	231	-6.85	-8.45	-6.85	1.60

Bijlage III

Raai noordwest zuidoost

In de tabel hieronder staan de gebruikte peilbuizen voor Figuur 8.

2	29-3.01h		4080
4	B37E3503		2240
7	13-3.03		380
9	B37E3504		-1364
11	B30G0583		-4330
13	B30D0193		-6210





van Hogendorpplein 4
2805 BM Gouda

Telefoon: 0182 - 686 424
Internet: www.acaciawater.com
Email: info@acaciawater.com