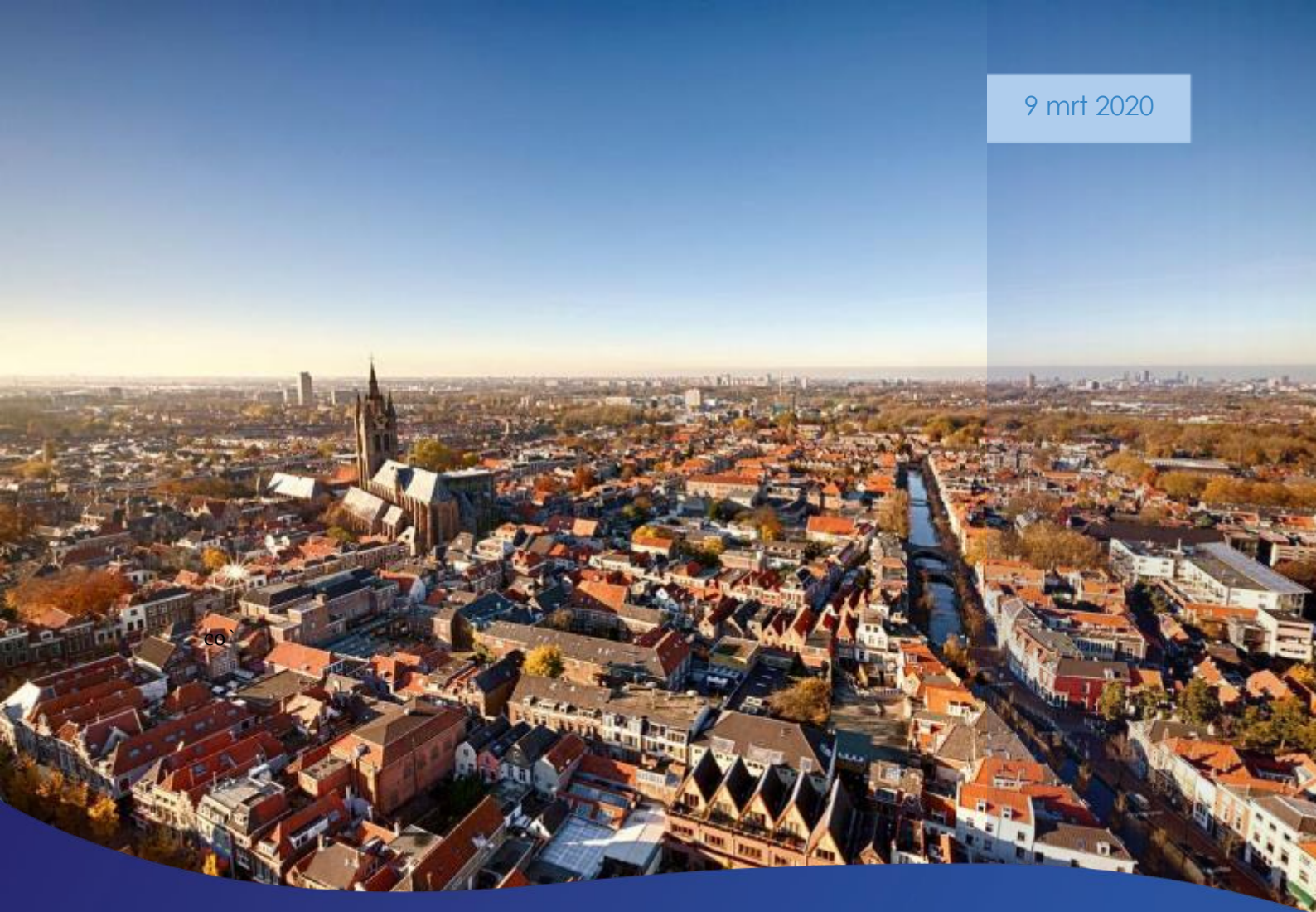


9 mrt 2020



Grondwateronttrekking Delft-Noord

Resultaten van de monitoring in 2019

Definitief



Colofon

Documenttitel	. Grondwateronttrekking Delft-Noord
Opdrachtgever	. Gemeente Delft
Verantwoordelijke bij opdrachtgever	. Gerard Bloemhof
Status	. Definitief
Datum	. 9 maart 2020
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 levert nauwelijks iets op, maar brengt wel 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 mitigerende 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 conform de monitoringstrategie uitgebreid meetgegevens verzameld. Met voorliggende rapportage geeft de gemeente het bevoegd gezag en belanghebbenden inzicht in het resultaat van de monitoring tot en met december 2019. Voorliggende rapportage bouwt voort op de eerder verschenen jaarlijkse rapportages van 2013 tot en met 2018.

Afbouw

In de zomer van 2019 is het debiet van circa 960 m³ per uur in drie stapjes afgebouwd naar circa 840 m³ per uur. Hiertoe heeft de gemeente Delft het debiet van de bronnen op het DSM-terrein teruggeschoefd van 450 m³ per uur naar 240 m³ per uur en aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan opgeschoefd van 510 m³ per uur naar 600 m³ per uur.

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. Daarvoor is de huidige 3^e afbouwstap te vroeg in het afbouwproces. 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 merkbaar wordt.

Bodembeweging

Met satellietwaarnemingen worden de veranderingen in de hoogte van het maaiveld en gebouwen gemeten. De afgelopen jaren was de bodemdaling zo'n 2 mm per jaar op het DSM-terrein en circa 1 mm per jaar het centrum van Delft. Het afgelopen jaar is deze bodemdaling afgeremd. Zo was er nog nauwelijks bodemdaling in het centrum. Dit remmen is gedeeltelijk het gevolg van een droog 2018 en nat 2019 en mogelijk deels ook door de reductie van de grondwateronttrekking. Dit is - met deze snelheden in bodembeweging - geen probleem. Pas zodra de bodem in de buurt van de onttrekking gaat zwellen met vergelijkbare snelheden van 1 á 2 mm per jaar is er een aanleiding om de volgende reductiestap uit te stellen.

Conclusie

De in 2019 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.

Reductie in 2020

De gemeente is voornemens om in 2020 de onttrekking af te bouwen van 840 naar 720 m³ per uur. Dit door op het DSM-terrein het debiet op 240 m³ per uur te laten draaien en aan de Prinses Beatrixlaan/Meeslaan het debiet terug te brengen van 600 naar 480 m³ per uur. Het streven is om vanaf eind 2021 enkel nog van de bronnen langs de prinses Beatrixlaan/Meeslaan gebruik te maken

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel	4
1.3	Aanpak op hoofdlijnen	4
2	De onttrokken debieten	5
2.1	Algemeen	5
2.2	De afgelopen jaren	6
2.3	De komende jaren	8
3	Stijghoogtes in het 1^e watervoerend pakket	10
3.1	Algemeen	10
3.2	Continuïteit van het meetnet in 2018	11
3.3	Raai noordwest-zuidoost	12
3.4	5 peilbuizen uit de vergunning	13
3.5	De -6 meter NAP isohypse in de afgelopen jaren	16
3.6	De komende jaren	17
4	Freatische grondwaterstanden	19
4.1	Algemeen	19
4.2	Freatische grondwaterstanden van peilbuis Delft 13-1.03	20
4.3	De ontwateringsdiepte bij alle peilbuizen	21
4.4	Peilbuizen in het centrum van Delft	23
4.5	De komende jaren	27
5	Deformatie van maaiveld	29
5.1	Algemeen	29
5.2	De afgelopen jaren	29
5.3	De komende jaren	34
6	Deformatie van gebouwen	35
6.1	Algemeen	35
6.2	Monumenten in Delft	35
6.3	Deformatie bebouwing binnen een straal van 5 km	39
6.4	De komende jaren	40
7	Overige thema's	41
7.1	Algemeen	41
7.2	Oppervlaktewaterkwaliteit	41
7.3	Stabiliteit van boezemkaden	41
7.4	Parkeergarages, kelders en tunnels	42
8	Conclusie en aanbeveling	43

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 circa 1200 m³ per uur opgepompt. In het voorjaar van 2017 is de onttrekking teruggebracht naar 1080 m³ per uur. Daarna in 2018 naar 960 m³ per uur en in 2019 naar 840 m³ per 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 mitigerende maatregelen te nemen. En geeft het de gemeente de mogelijkheid om zorgvuldig te monitoren wat de effecten zijn en blijft het mogelijk om waar nodig tijdig in te grijpen om de overlast voor de omgeving te beperken.

Voor dit monitoren van de effecten werden en worden al enkele jaren een groot aantal metingen verricht, verzameld en geanalyseerd. Met de meetgegevens van vóór de afbouw van de reductie is de nul-situatie vastgelegd. En met de meetgegevens van het afgelopen jaar 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 2019. 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 en 2019. Dit inzicht is nodig om te kunnen beoordelen of het verantwoord is om in de zomer van 2020 een volgende afbouwstap door te voeren, of dat het nodig is om aanvullende maatregelen te nemen, dan wel het verder afbouwen tijdelijk uit te stellen.

1.3 Aanpak op hoofdlijnen

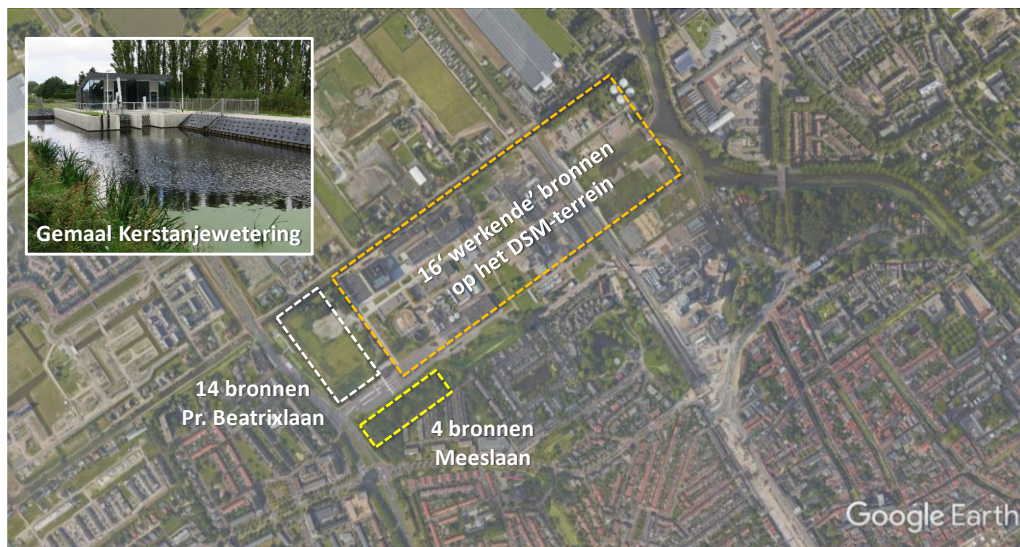
Voorliggend rapport is als volgt opgebouwd: in hoofdstuk 2 tot en met 8 worden achtereenvolgens de onttrokken debieten (H2), de stijghoogtes in het eerste watervoerend pakket (H3), de freatische grondwaterstanden (H4), de verandering in maaiveldhoogte (H5), deformatie van gebouwen (H6) besproken. In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

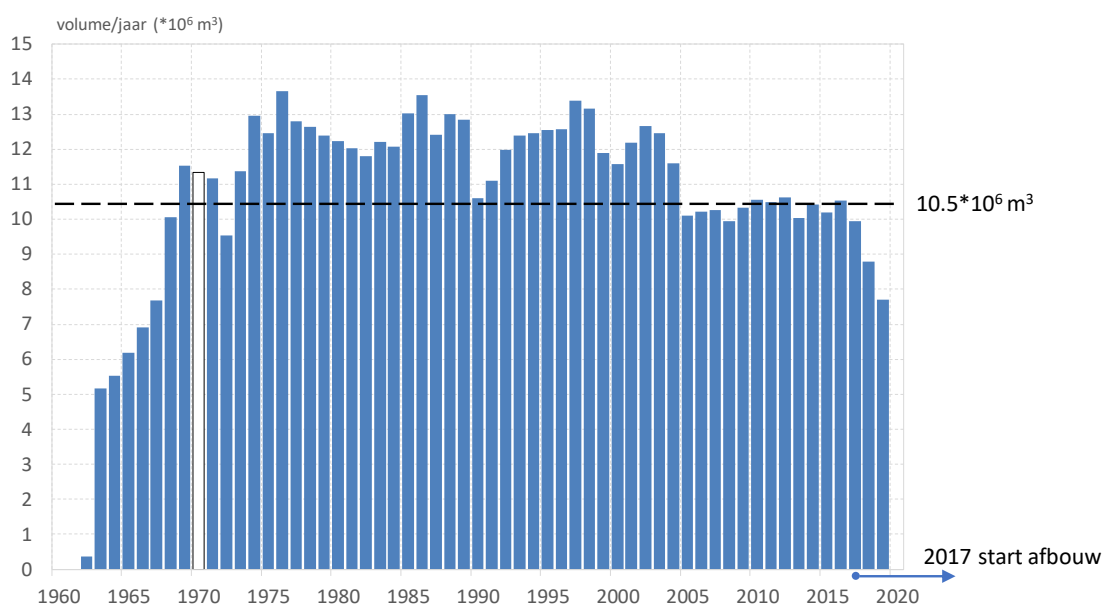
De grondwateronttrekking op het terrein van DSM bestond ooit uit 43 pompputten met ieder een maximale opbrengst van 60 m³ per uur. Doordat de installatie inmiddels verouderd is, werkten de afgelopen jaren nog maar een beperkt aantal van deze pompputten. Om storingsvrij grondwater te kunnen blijven onttrekken 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 (Zie Figuur 1).



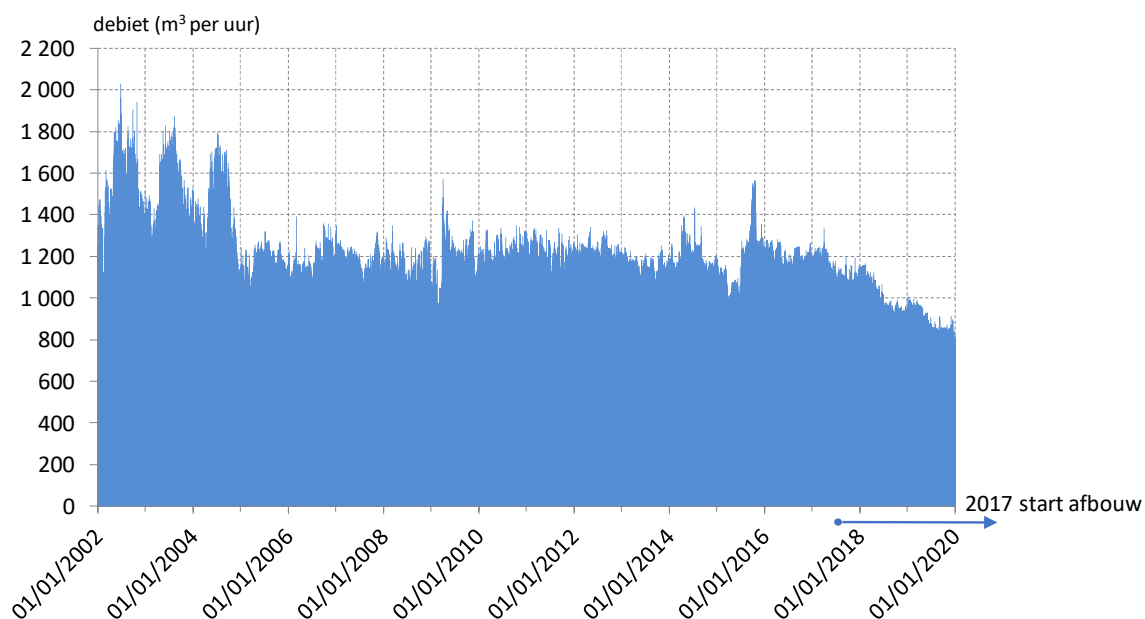
Figuur 1 Locatie van de verschillende puttenvelden van de grondwateronttrekking Delft-Noord

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 dan ook 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 stapjes 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. En in 2019 is het debiet in drie stapjes teruggebracht naar 840 m³/uur, met een totaal jaarvolume van 7.7 miljoen m³.



Figuur 2 Onttrokken volumes per jaar van 1962 tot en met 2019



Figuur 3 Onttrokken debieten in m³ per uur van 1 januari 2002 tot 1 januari 2020

In Figuur 3 staan de gemiddeld per uur onttrokken debieten van 2002 tot en met 2019. Tot en met 2004 gebruikte DSM het onttrokken water als proceswater en koelwater. Hierdoor was er dan ook 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 in de zomer van 2015 wel. Het streefdebiet dat eind 2019 zo goed mogelijk wordt geprobeerd te handhaven, is 840 m³ per uur. 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 2017

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

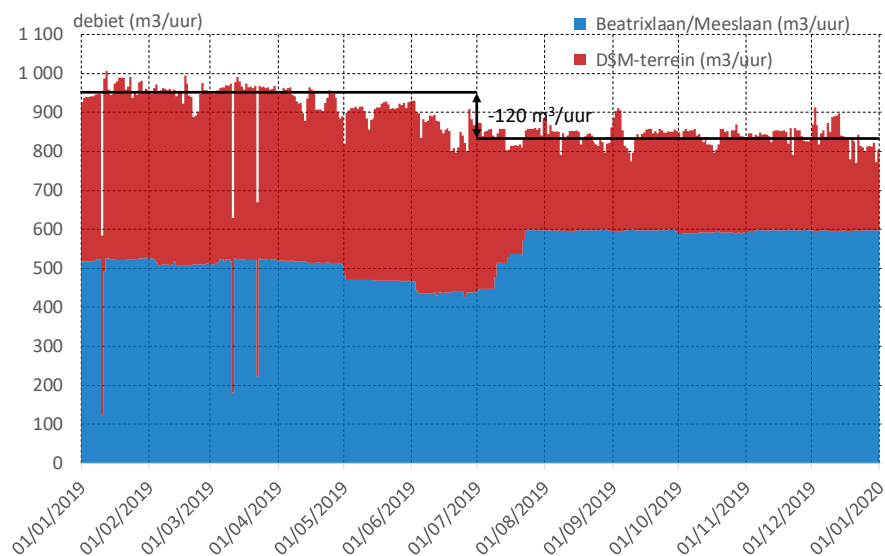
* GR is de Gemeenschappelijke Regeling Beheer Grondwateronttrekking Delft-Noord

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

In Figuur 4 is verder op de data van 2019 ingezoomd. Met de bronnen van de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan is tot 1 mei 510 m³/uur onttrokken. Daarna is dit debiet in twee stappen op 1 mei en 1 juni teruggebracht naar 430 m³/uur. Met de bronnen op het DSM-terrein is tot 1 juli 450 m³/uur onttrokken. Vervolgens is in juli geleidelijk het debiet op het DSM-terrein in drie weken teruggebracht naar 240 m³/uur en simultaan het debiet van de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan weer opgeschroefd van 430 m³/uur naar 600 m³/uur. Uiteindelijk is de reductie dus uitgevoerd op de oude installatie. Dit omdat de nieuwe installatie bedrijfszekerder en ook makkelijker te bedienen is.

In Figuur 4 zijn ook enkele dagen te zien waarop een gedeelte van de installatie uit bedrijf was. Op 10 januari, 11 maart en 22 maart 2019 heeft onderhoud plaatsgevonden op het puttenveld aan de Prinses Beatrixlaan. Dit is terug te zien in een tijdelijke toename van de stijghoogte in de peilbuis B37E3507 aan de Foreestweg (Zie Figuur 10).

In 2019 is gemiddeld tussen 1 januari en 1 mei 942 m³ per uur onttrokken. Het streefdebiet in die periode was 960 m³ per uur. Tussen 1 juli en 31 december is gemiddeld 841 m³ per uur onttrokken. Het streefdebiet was 840 m³ per uur.

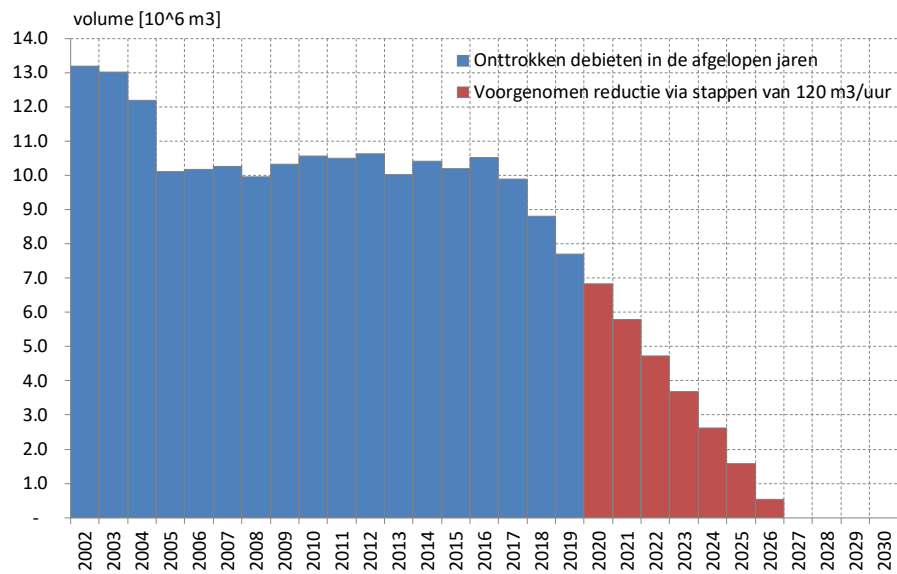


Figuur 4 Onttrokken debieten van 1 januari 2019 tot 31 december 2019. De 'blauwe' volumes zijn onttrokken met de aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan (dus buiten het DSM-terrein) geïnstalleerde bronnen. De 'rode' volumes zijn door de gemeente met de bronnen op het DSM-terrein onttrokken.

2.3 De komende jaren

De gemeente Delft is voornemens om in 2020 de onttrekking weer in drie kleine stappen van 840 m³ per uur naar 720 m³ per uur af te bouwen. Verder wil de gemeente vanaf eind 2021 enkel nog van de bronnen langs de prinses Beatrixlaan / Meeslaan gebruik maken.

Figuur 5 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 26 miljoen m³ grondwater onttrokken. De kosten hiervoor bedragen circa € 6.1 miljoen.



Figuur 5 Per jaar onttrokken volume van 2002 tot en met 2019 en het voorgenomen afbouwschema waarbij de onttrekking met stappen van 120 m³/uur wordt afgebouwd.

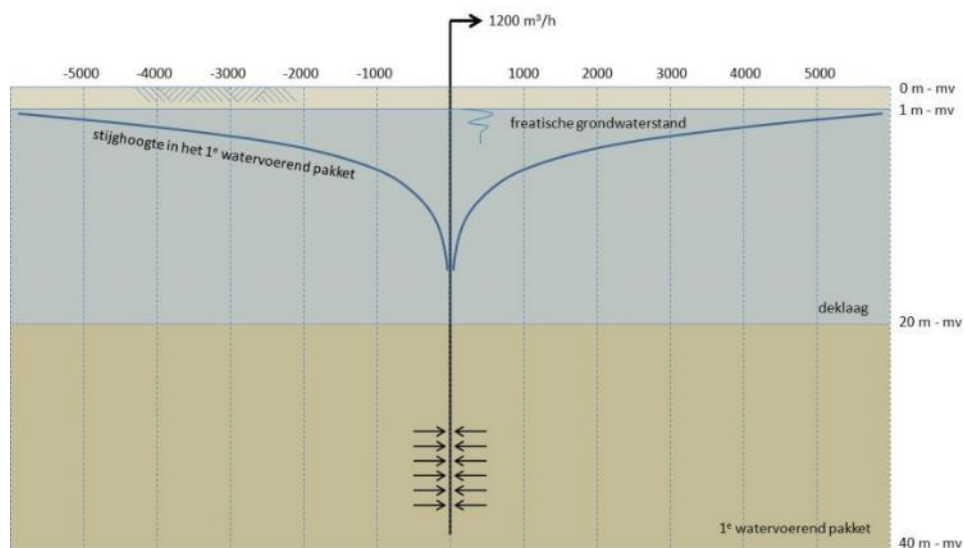
3

Stijghoogtes in het 1^e watervoerend pakket

3.1 Algemeen

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

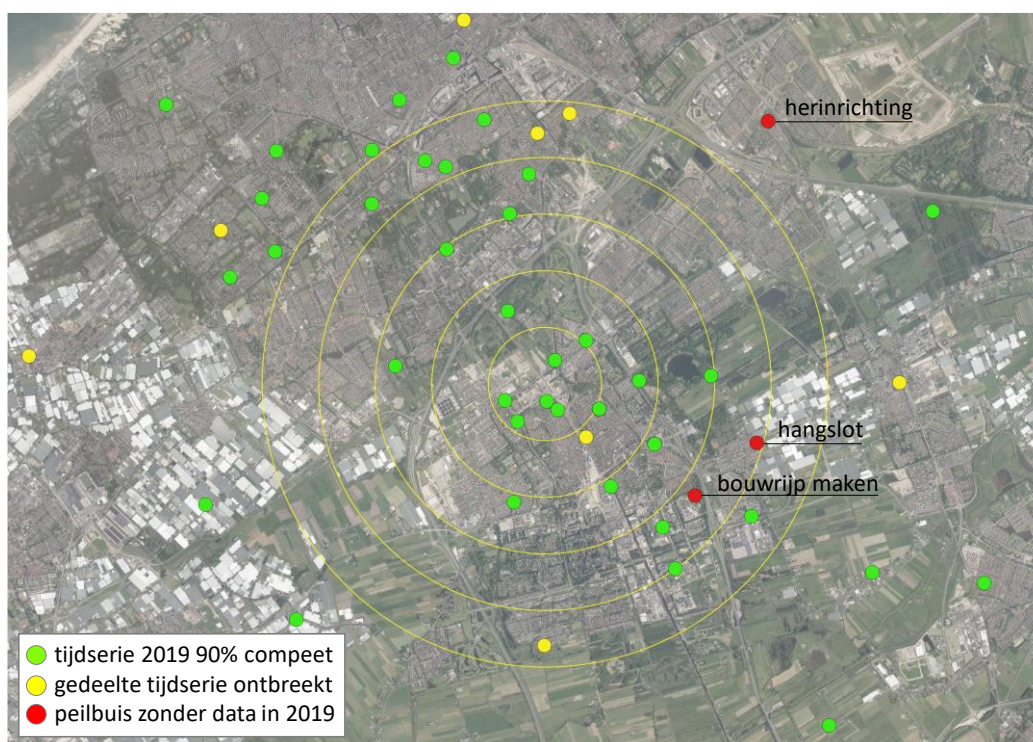
¹ Transmissiviteit = het gemak waarmee water door een granulaire laag kan stromen, gelijk aan het product van de waterdoorlatendheid en de laagdikte.

3.2 Continuïteit van het meetnet in 2018

In elke peilbuis van dit meetnet hangt een drukopnemer die ieder uur een waarneming opslaat. Deze gegevens worden vervolgens 4 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 vóór 2019 al 6 verdwenen en 2 teruggeplaatst. Daarnaast heeft de gemeente Delft 3 en Pijnacker-Nootdorp 1 peilbuis in het eerste watervoerend pakket. Dit maakt een totaal van 54 actieve buizen. In 2019 zijn er 51 peilbuizen met data en 3 buizen zonder data:

- Peilbuis B30G4638 is bij de herinrichting van de Veenweg in Leidschenveen verdwenen;
- Op het voormalige TNO-terrein nabij de Oudelaan is de peilbuis B37E3405 bij het bouwrijp maken van het terrein verdwenen;
- In Delfgauw is de berm waarin zich peilbuis B37E3471 bevond, opgehoogd. Op de plek van de peilbuis staat nu een koker voorzien van een hangslot van het Hoogheemraadschap van Delfland en is daardoor niet toegankelijk.

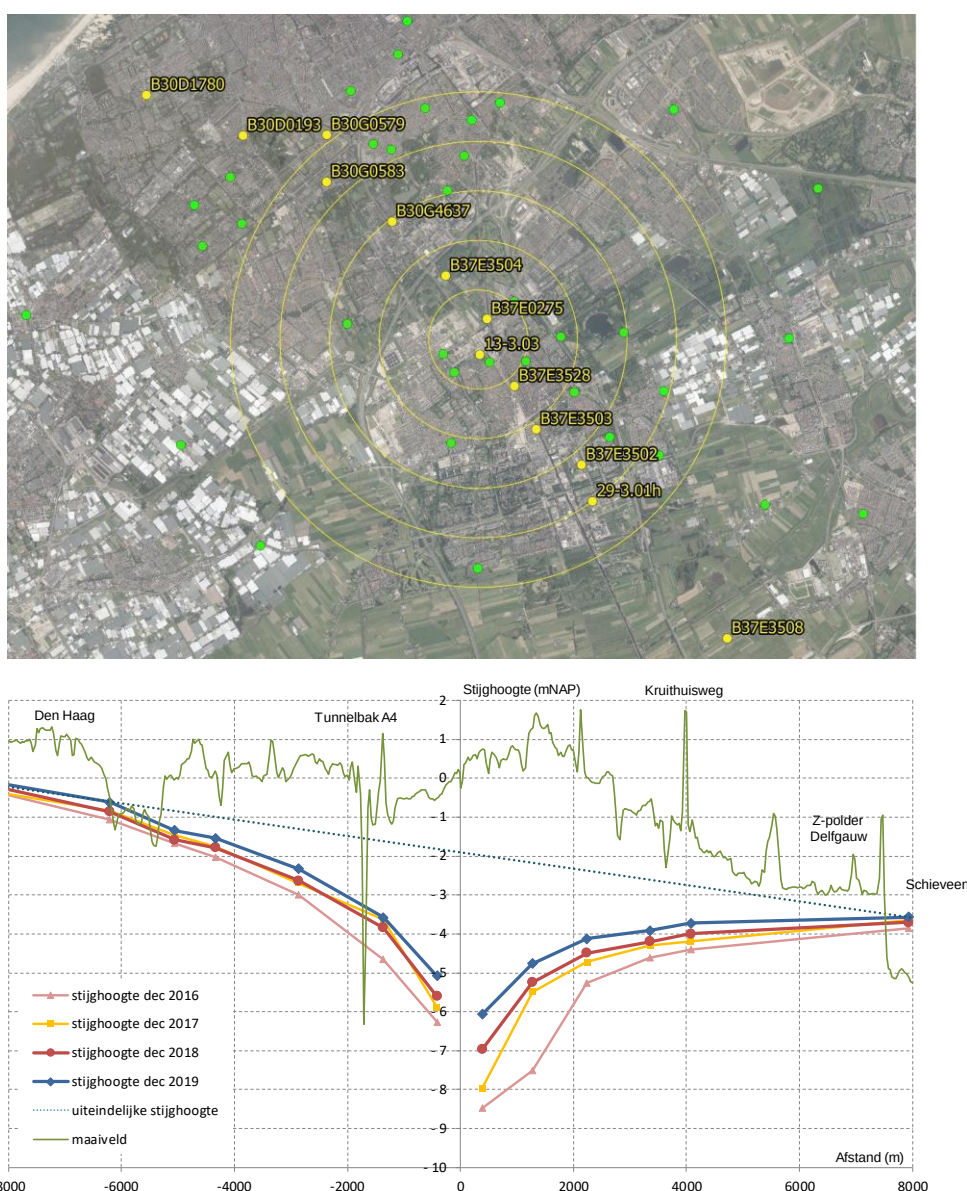


Figuur 7 Het netwerk van 54 peilbuizen in het eerste watervoerend pakket. De cirkels bevinden zich op 1 tot 5 km van de onttrekking. Van 3 buizen is geen data in 2019.

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 2019. 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, omdat in het zuidoosten de raai de Zuidpolder van Delfgauw kruist met het maaiveld op -3 meter en polder Schievenen kruist met het maaiveld op -5 meter. Door de reductiestappen in de zomers van 2017, 2018 en 2019 zijn de stijghoogtes omhooggekomen ten opzichte van de stijghoogtes in december 2016. Op 8 km van de onttrekking is de stijghoogte in 3 jaar circa 0.3 meter gestegen en dichtbij de onttrekking circa 2.5 meter gestegen.



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, B37E3473, B37E3507 en B37E3502 (zie Figuur 9). In deze peilbuizen moet de gemeente 1 x in de veertien dagen de stijghoogte meten. De praktijk is dat elk uur de stijghoogte wordt gemeten en automatisch naar een centrale database wordt 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 van de maanden december van de afgelopen jaren opgenomen. In de tabel is te zien dat in 2019 de toename van de stijghoogte aan de Foreestweg (nabij de onttrekking) minder is dan in 2017 en 2018. Terwijl aan het Jaagpad de toename juist groter is dan in 2017 en 2018. Dit door de verschuiving in bronnen waarmee het debiet wordt onttrokken van DSM-terrein naar de Prinses Beatrixlaan/Meeslaan. In de laatst kolom staat de bovengrens waar de stijghoogte onder moet blijven tot dat begonnen wordt met de afbouwstap in 2020. Op geen van de locaties is deze bovengrens bereikt.

Tabel 2 Gemeten gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket in dec 2016 t/m 2019.

Peilbuis	Straat	Gemeten december 2016 (mNAP)	Gemeten december 2017 (mNAP)	Gemeten december 2018 (mNAP)	Gemeten december 2019 (mNAP)	Bovengrens afbouwstap (mNAP)
B37E3507	Foreestweg	-8.6	-7.7	-6.9	-6.5	-5.4
B37E0275	't Jaagpad	-6.5*	-6.0	-5.7	-5.1	-4.8
B37E3473	Doelenstraat	-6.1*	-5.4	-5.1	-4.6	-4.3
B37E0312	B. Powellpad	-5.1	-4.6	-4.5	-4.0	-3.8
B37E3502	B. vd Polweg	-4.6	-4.3	-4.2	-3.9	-3.7

* 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 2012 tot en met december 2019 opgenomen. In Figuur 10 van de Foreestweg is de hoogst gemeten stijghoogte -5.60 mNAP op maandag 11 maart 2019. Op die dag heeft de installatie aan de Meeslaan / Prinses Beatrixlaan enkele uren niet gedraaid i.v.m. onderhoud aan de installatie. Terwijl de laatst gemeten stijghoogte van 31 december 2019 -6.42 mNAP was.



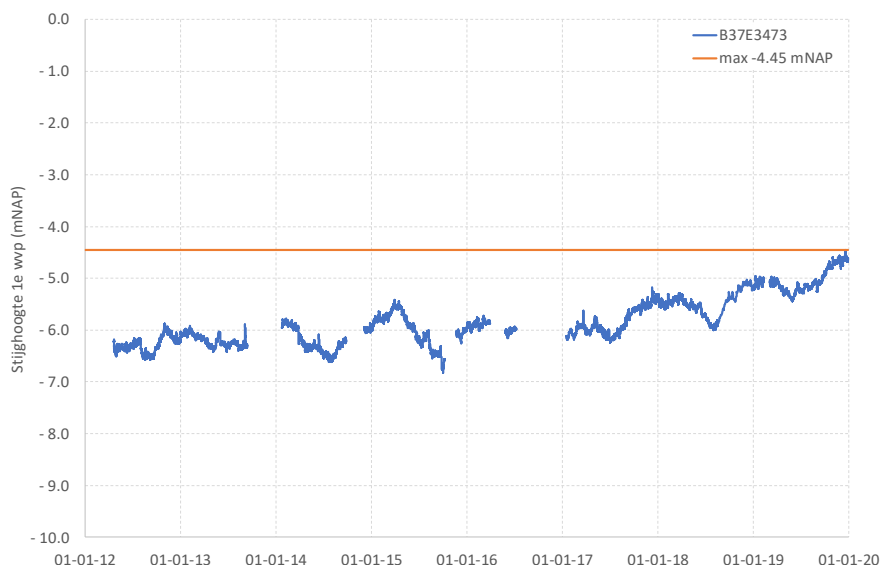
Figuur 10 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2012 en 1-1-2020 aan de Foreestweg. De rode lijn is de hoogte van de maximale stijghoogte die in de afgelopen jaren is waargenomen.

In Figuur 11 staan de metingen van 't Jaagpad-Rijswijk. Vóór 2017 heeft in deze peilbuis twee keer een drukopnemer gehangen die vervolgens kapot is gegaan. Hierdoor ontbreken twee periodes. De hoogst gemeten stijghoogte is -4.80 mNAP op 21 december 2019. De stijghoogte op 31 december 2019 was -5.00 mNAP.



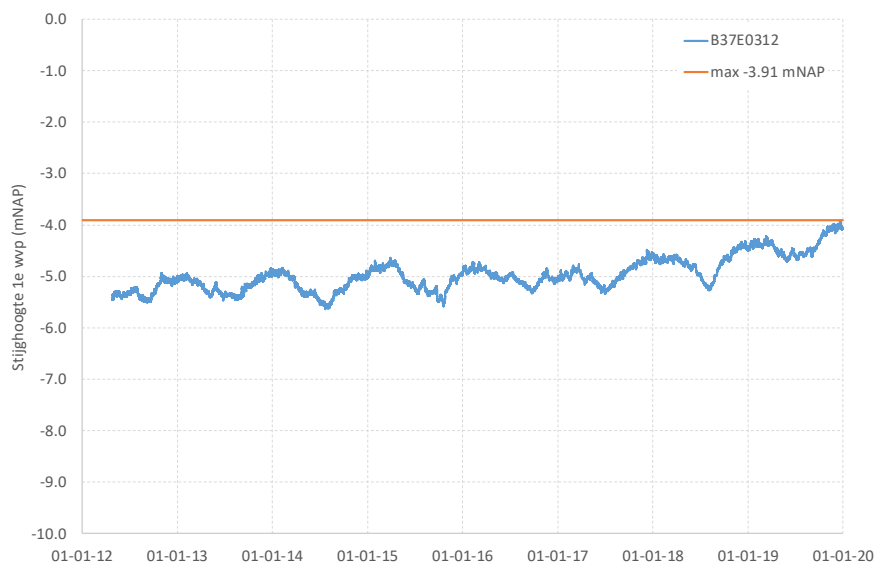
Figuur 11 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2012 en 1-1-2020 aan 't Jaagpad. De rode lijn is de hoogte van de maximale stijghoogte die in de afgelopen jaren is waargenomen.

In Figuur 12 staan de metingen van de Doelenlaan. Ook hier ontbreken een aantal periodes door falende drukopnemers. Op 31 december 2019 was de stijghoogte -4.62 mNAP. De hoogst gemeten stijghoogte is van 22 december 2019. De stijghoogte heeft toen kort op -4.45 mNAP gestaan.



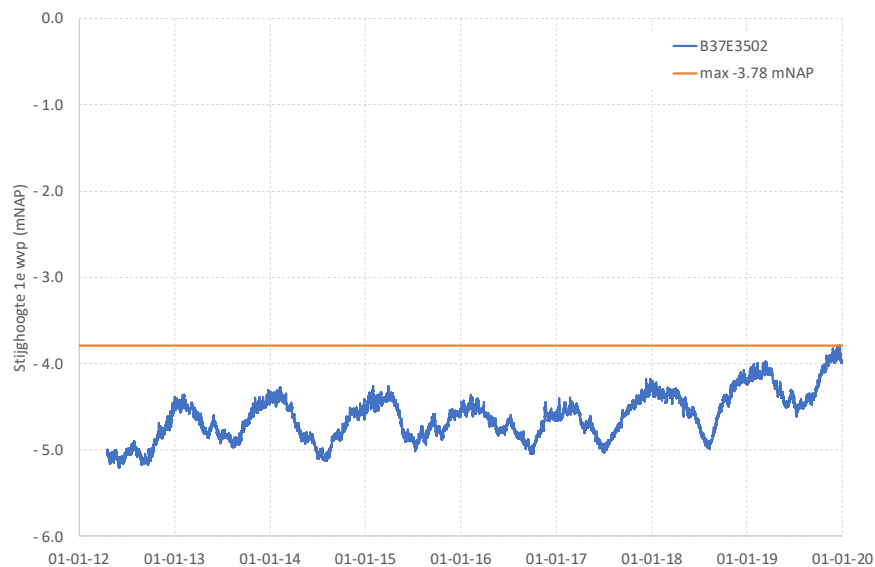
Figuur 12 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2012 en 1-1-2020 in de Doelenstraat. De rode lijn is de hoogte van de maximale stijghoogte die in de afgelopen jaren is waargenomen.

Figuur 13 staan de metingen van het Baden Powellpad. De laatst gemeten stijghoogte op 31 december 2018 is -4.05 mNAP. De hoogste gemeten stijghoogte is van 21 december 2019: -3.91 mNAP.



Figuur 13 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2012 en 1-1-2020 aan het Baden Powellpad. De rode lijn is de hoogte van de maximale stijghoogte die in de afgelopen jaren is waargenomen.

In Figuur 14 staan de metingen van de hoek Balthasar van der Polweg/Mekelpark. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.78 mNAP en was van 22 december. De laatste stijghoogte van 2019 was -3.96 mNAP.



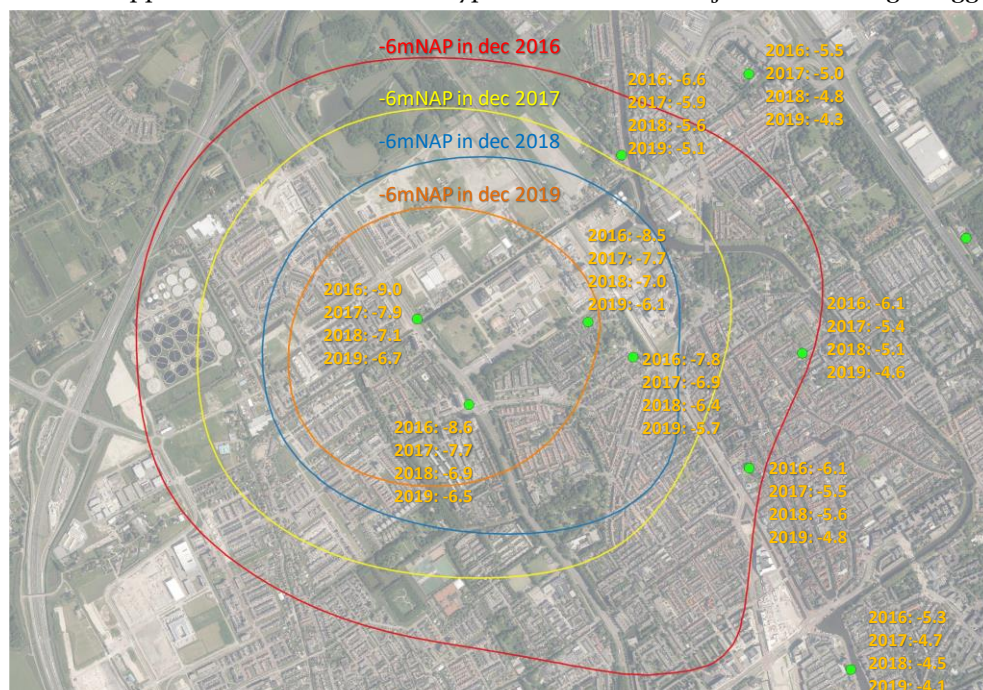
Figuur 14 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2012 en 1-1-2020 aan de Balthasar van der Polweg. De rode lijn is de hoogte van de maximale stijghoogte die in de afgelopen jaren is waargenomen.

Conclusie

De metingen na de 3 afbouwstappen van de afgelopen 3 jaar laten een vergelijkbare geleidelijke toename zien. Dit binnen de op voorhand voorspelde toename van de stijghoogte.

3.5 De -6 meter NAP isohypse in de afgelopen jaren

Met 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. Voor december is gekozen omdat december een stabiele maand is waarin géén veranderingen aan de installatie worden doorgevoerd. Door de afbouwstappen komt de -6 mNAP isohypse steeds dichterbij de onttrekking te liggen.

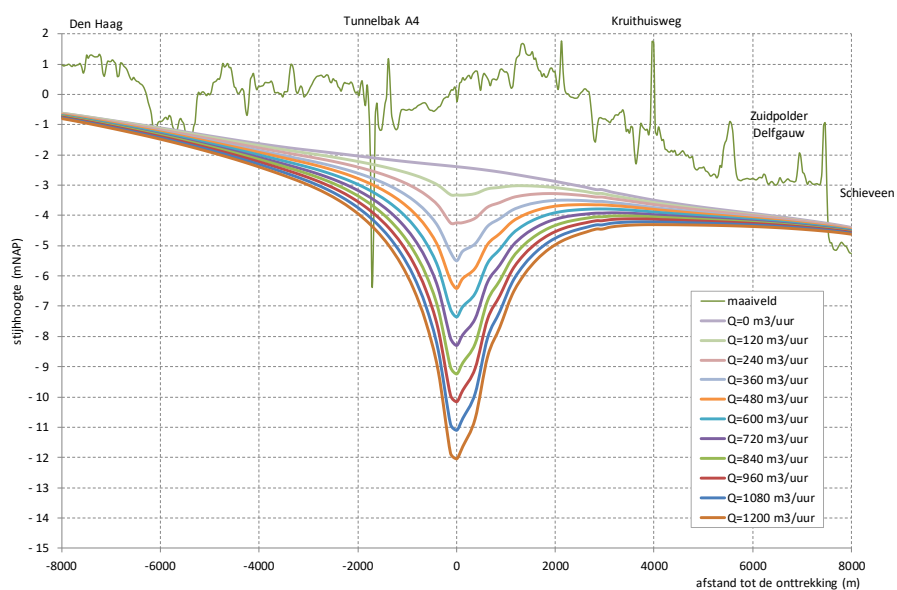


Figuur 15 De -6m NAP isohypse en stijghoogte in december 2016, 2017, 2018 en 2019

3.6 De komende jaren

De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is nabij de onttrekking in de afgelopen drie jaar ieder jaar zo'n 0.7 tot 0.9 meter omhooggekomen. Deze stapgroottes in de toename van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket laten zich goed extrapoleren naar de toekomst. Praktisch zijn er nog 7 afbouwstappen te gaan als de grondwateronttrekking tot 0 m³/uur wordt afgebouwd. Als ook bij de toekomstige 7 afbouwstappen bij elke stap de stijghoogte 0.7 m tot 0.9 meter zal stijgen, zal de uiteindelijke stijghoogte 5 tot 6 meter hoger komen te liggen. De huidige stijghoogte is circa -7.0 mNAP. Bij elkaar opgeteld komt de stijghoogte dan tussen circa -2.0 tot -1.0 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 drie afbouwstappen zijn er voor een vierde afbouwstap geen problemen te verwachten ten aanzien van het diepe grondwater.

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 16. 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 16 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.

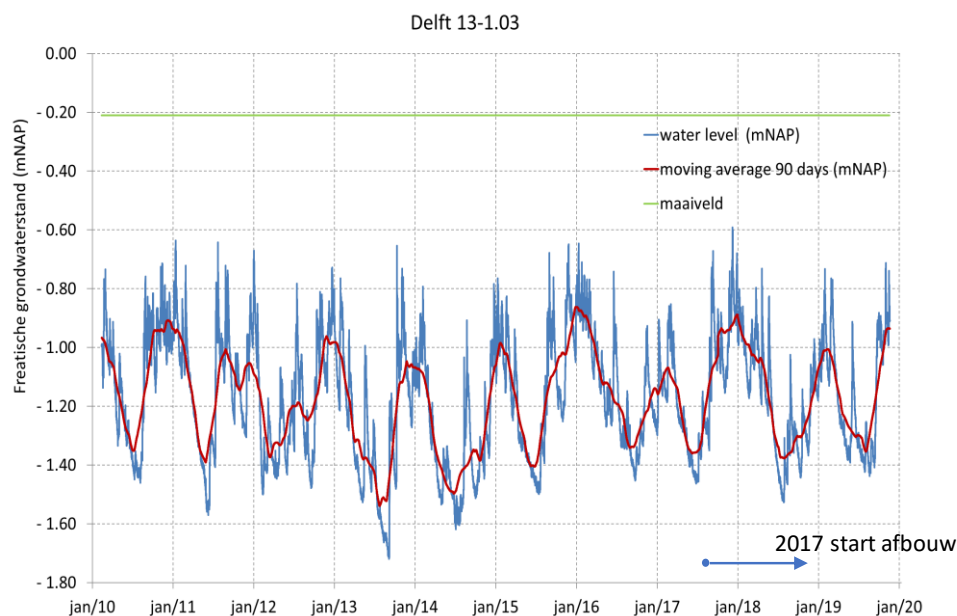
Om te monitoren of en hoe de grondwaterstanden veranderen, is door de gemeenten Rijswijk, Westland, Leidschendam-Voorburg, Midden-Delfland, Pijnacker-Nootdorp, Den Haag en Delft in de afgelopen jaren een grondwatermeetnet aangebracht. Daarnaast heeft het Hoogheemraadschap van Delfland een aantal peilbuizen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



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

4.2 Freatische grondwaterstanden van peilbuis Delft 13-1.03

Een peilbuis die dicht op de onttrekking staat, is peilbuis 13-1.03 van de gemeente Delft aan de Pasteurstraat net ten zuiden van het DSM-terrein. De afgelopen jaren waargenomen waterstanden staan in Figuur 18. Het maaiveld rond de peilbuis ligt op -0.21 mNAP. Afhankelijk van het seizoen varieerde de grondwaterstand (blauwe lijn) grofweg tussen -0.8 mNAP en -1.5 mNAP.



Figuur 18 Freatische grondwaterstanden in peilbuis Rijswijk 1.13 van 1 jan 2010 tot 2 dec 2019

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

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*	-0.93 mNAP	0.72 m-mv

*voor 2019-2020 is de grondwaterstand bepaald met de gegevens tot 2 december 2019.

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 2019 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 2018

Gemeente	Aantal peilbuizen (2013)	Aantal peilbuizen (2018)
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 2019 komt niet altijd data door. Bij 70% van deze peilbuizen zijn er meer dan 330 dagen met gegevens in 2019. Bij de rest (~30%) ontbreken meer dan 30 dagen door:

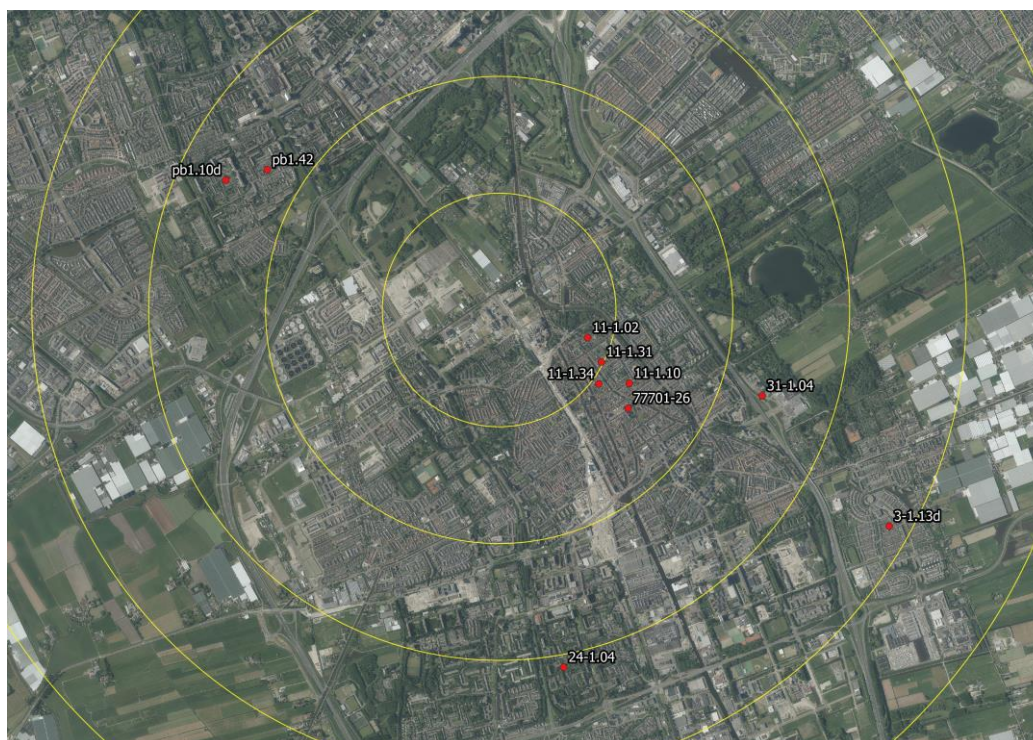
- Een defect aan de drukopnemer;
- Een (tijdelijk) niet toegankelijke peilbuis; of
- De laatste uitleesronde was voor 1 december 2019.

Wanneer sprake is van een defecte drukopnemer of peilbuis niet meer toegankelijk is, zijn de data voor die periode verloren. Indien 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 2019/2020 gemeten gemiddelde ontwateringsdiepte vergelijkbaar met 2018/2019. Bij géén van deze peilbuizen is de ontwateringsdiepte de afgelopen 3 jaar systematisch toegenomen.

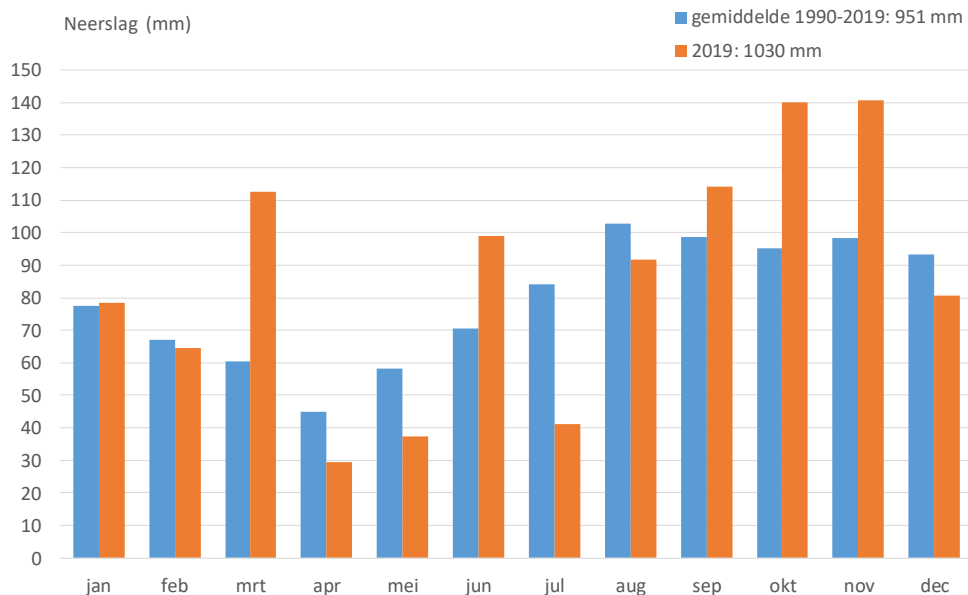
Tabel 5 de 10 peilbuizen met de geringste ontwateringsdiepte in 2018-2019
(90 daagse moving average)

nummer	adres	gemeente	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)
77701-26	Oude Langendijk	Delft	0.26	0.33	0.29	0.45	0.35	0.36	0.33
31-1.04	Olof Palmestraat	Delft	0.41	0.39	0.40	0.43	0.39	0.41	0.43
24-1.04	Jan Campertlaan	Delft	0.36	0.35	0.38	0.43	0.26	0.37	0.44
pb1.42	Bunchesstraat	Rijswijk	0.35	0.32	0.30		0.33	0.39	0.44
11-1.10	Rietveld	Delft	0.41	0.36	0.45	0.37	0.35		0.45
11-1.34	Minderbroerstr.	Delft					0.39	0.48	0.49
3-1.13d	Sluiswachterstr.	Delfgauw	0.43	0.40	0.43	0.53	0.42	0.46	0.49
pb1.10d	J.Brouwerstr.	Rijswijk	0.22	0.21	0.17	0.47	0.36	0.51	0.50
11-1.31	Van der Mastenstraat	Delft					0.41	0.45	0.52
11-1.02	Vernieuwde Boogerd	Delft	0.44	0.41	0.36	0.59	0.36	0.46	0.52



Figuur 19 De 10 peilbuizen met de kleinste ontwateringsdiepte rond de onttrekking

Op circa 85% van de locaties was het gemiddeld in 2019/2020 natter dan het gemiddelde in voorgaande jaren. Deze toename in freatische grondwaterstanden is onafhankelijk van de afstand tot de onttrekking en werd veroorzaakt doordat de maanden oktober en november erg nat waren. In beide maanden viel zo'n 140 mm. Terwijl in de afgelopen 30 jaar in Delft gemiddeld in oktober 95 mm en in november 98 mm is gevallen (Zie Figuur 20).



Figuur 20 Gemiddelde neerslag per maand in Delft en de neerslag van 2019. 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).

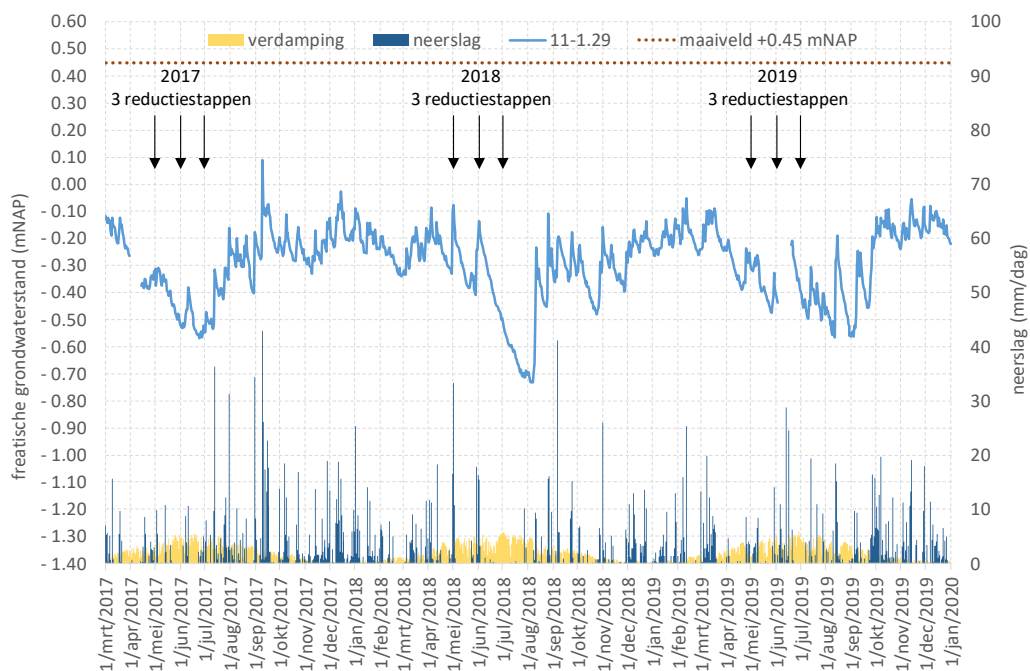
In Figuur 21 zijn deze locaties opgenomen en in Figuur 22 tot en met Figuur 27 zijn de metingen vanaf 1 maart 2017 tot 1 januari 2020 opgenomen. Door het droge jaar 2018 (met 829 mm) en natte jaar 2019 (met 1030 mm) is afhankelijk van de locatie, goed te zien dat vooral het uitzakken van de zomergrondwaterstand 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.

Conclusie

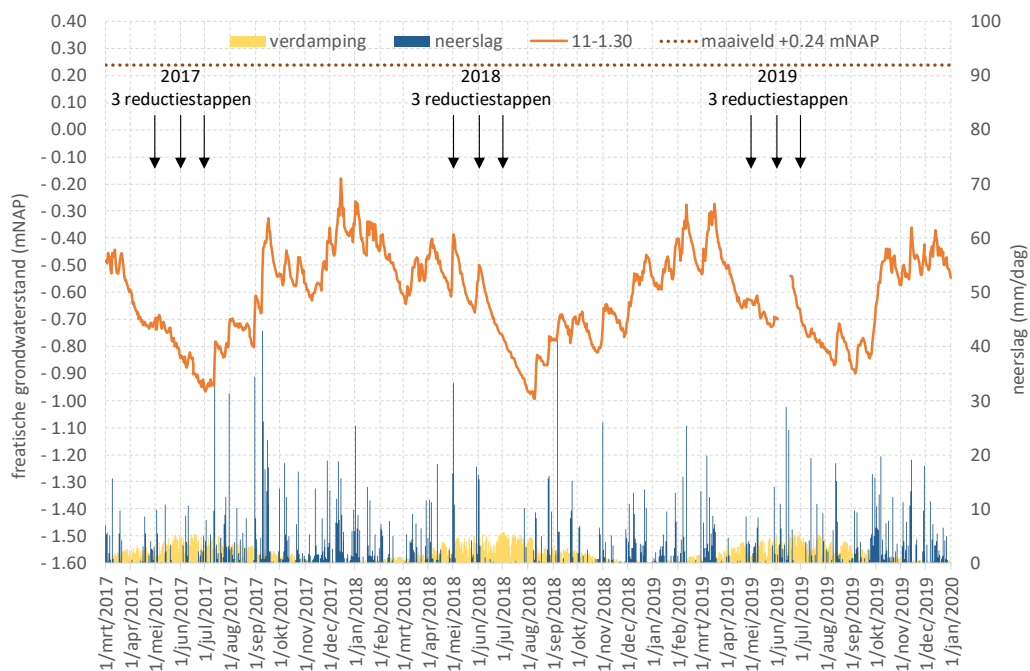
Van een grondwaterstandstijging ten gevolge van de reductie van de grondwateronttrekking is nog niets merkbaar.



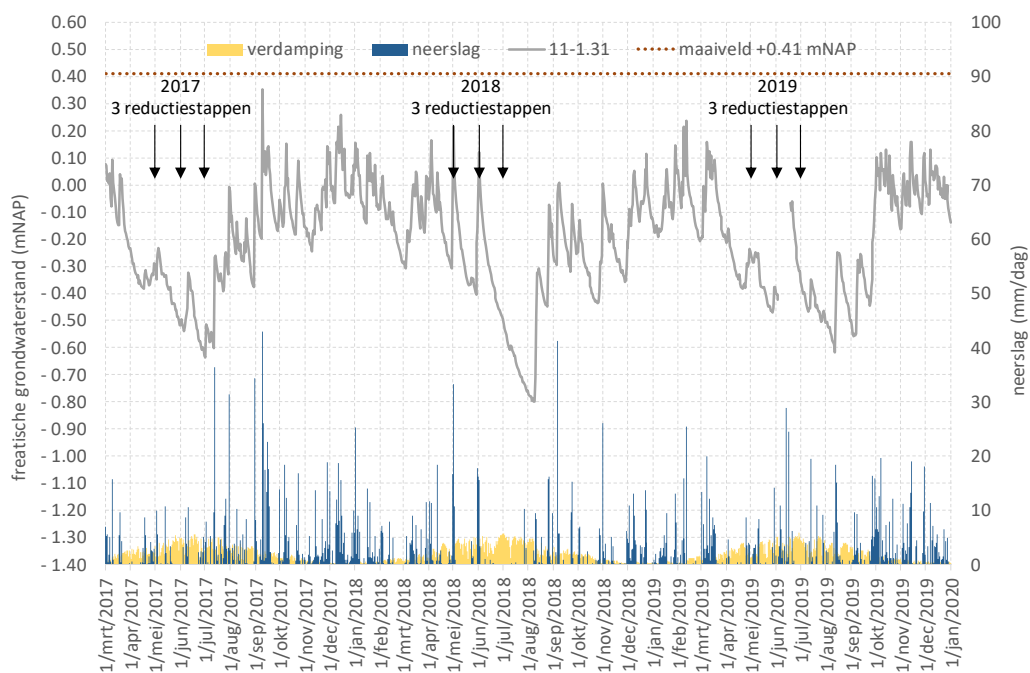
Figuur 21 In maart 2017 geplaatste peilbuizen in het centrum van Delft



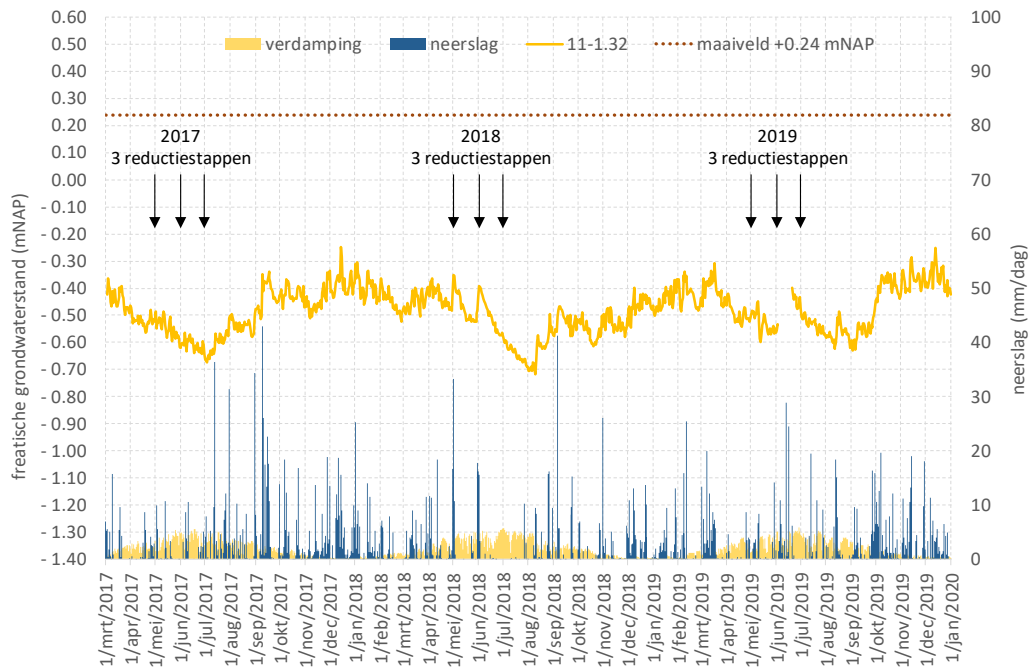
Figuur 22 Freatische grondwaterstanden in de Houfhaak. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 74 cm onder maaiveld. In 2018 was dit 77 cm en in 2019 was dit 72 cm.



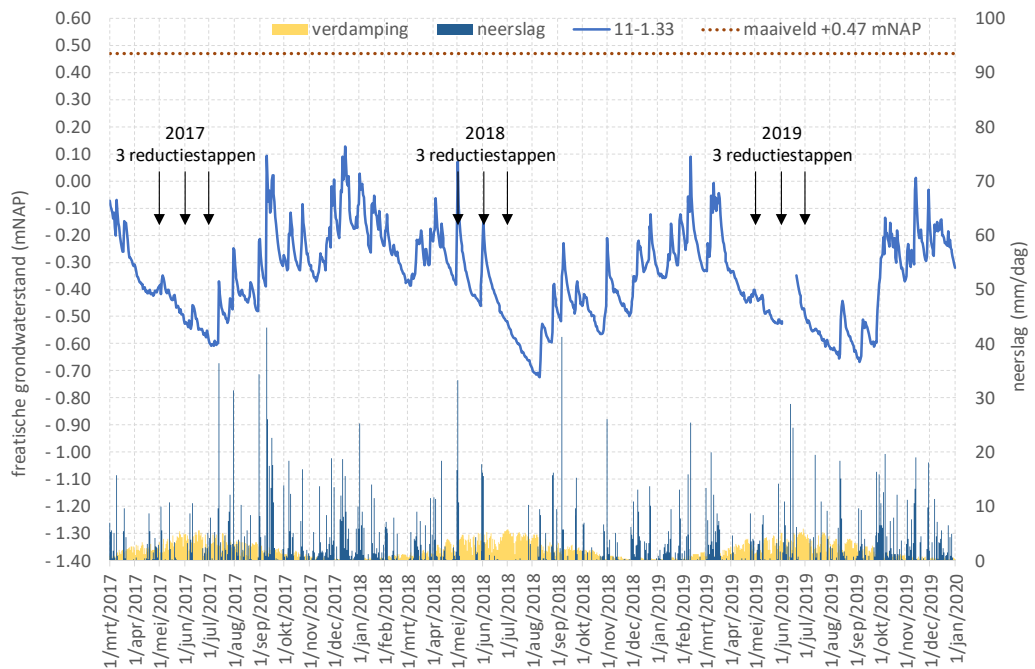
Figuur 23 Freatische grondwaterstanden in de Doelenstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 88 cm onder maaiveld. In 2018 was dit 87 cm onder maaiveld. In 2019 was dit 83 cm.



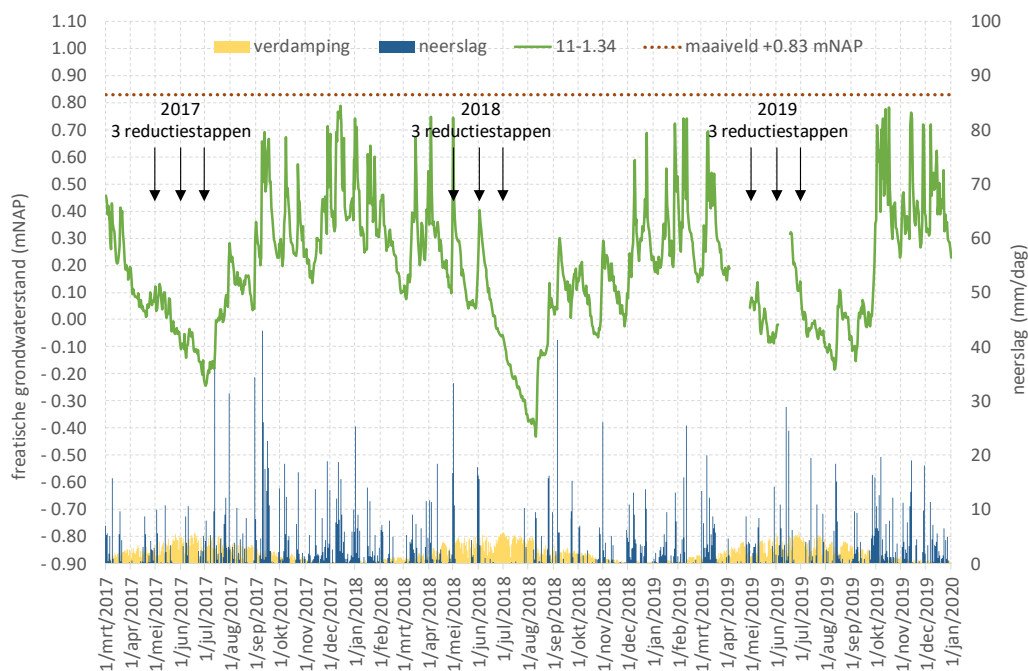
Figuur 24 Freatische grondwaterstanden in de van der Mastenstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 62 cm onder maaiveld. In 2018 op 65 cm onder maaiveld en in 2019 was dit 60 cm.



Figuur 25 Freatische grondwaterstanden nabij het Hofje van Pauw. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 73 cm onder maaiveld. In 2018 op 74 cm en in 2019 was dit 70 cm.



Figuur 26 Freatische grondwaterstanden in de Visstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 80 cm onder maaiveld. In 2018 was dit op 85 cm en in 2019 was dit 84 cm.



Figuur 27 Freatische grondwaterstanden speelterrein Max Havelaarschool. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 64 cm onder maaiveld. In 2018 op 69 cm en in 2019 was dit 61 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 dichtbij de onttrekking, levert dit dan een beeld op van hoe de gemiddelde grondwaterstand fluctueert.

Als in Delft-Noord in de komende jaren door de reductie van de onttrekking de freatische grondwaterstanden systematisch hoger worden, zullen deze gemiddelde wintergrondwaterstanden vanzelf ook hoger worden. De aanpak die nu wordt uitgewerkt, is om voor een vaste selectie van peilbuizen dichtbij de onttrekking en waar nu al hoge grondwaterstanden optreden 'spiegel-peilbuizen' te zoeken die minimaal 5 km van de onttrekking liggen en vergelijkbaar gedrag vertonen. Door dan de peilbuizen die buiten de invloedssfeer van de onttrekking liggen de komende jaren te blijven vergelijken met die binnen de invloedssfeer, zijn de gevolgen inzichtelijk te maken.

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 per etmaal op de locatie van de onttrekking. Dit is zo weinig, 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. Bij een totale afbouw zijn de geschatte veranderingen rond de onttrekking zelf in de orde grootte van 0.2 tot 0.4 mm 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 per dag. Het effect van deze verandering in wegzijging valt in het niet in vergelijking tot neerslag en verdamping en bestaande ontwateringsmiddelen (riolering, drainage, grachten, etc.) kunnen deze verandering in wegzijging eenvoudig opvangen. Het afbouwen van de grondwateronttrekking speelt een beperkte rol. 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 te onttrekking frequent te monitoren. Het gebruik van INSAR-metingen in plaats van bijvoorbeeld het monitoren van hoogtematen middels 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 bodemdaling rond de onttrekkingen over de periode januari 2018 tot en met december 2019 is in Figuur 28 weergegeven. Een periode van twee jaar wordt gebruikt omdat dan de trend in de bodemdaling over zo'n 60 meetpunten kan worden bepaald. Bij een (te) korte periode gaan bijvoorbeeld kleine verschillen tussen seizoenen de trend in bodemdaling beïnvloeden.

In de omgeving van de onttrekking valt vooral de bodemdaling in de nieuwbouwwijk Sion in Rijswijk op. De bodem daalt hier in sommige straten tot zo'n 25 mm per jaar. Dit is normaal bij de bouw van een nieuwbouwwijk en zal de komende jaren afnemen. Bij het bouwrijp maken is rekening gehouden met een bodemdaling van zo'n 10 cm. Het maaiveld op de bouwlocaties in de spoorzone in Delft daalt met ongeveer 3-4 mm per jaar als gevolg van bouwwerkzaamheden. De bodemdaling is in dit gebied nu kleiner dan tijdens de periode 2017-2018, toen de bodem nog met 6 mm per jaar daalde.

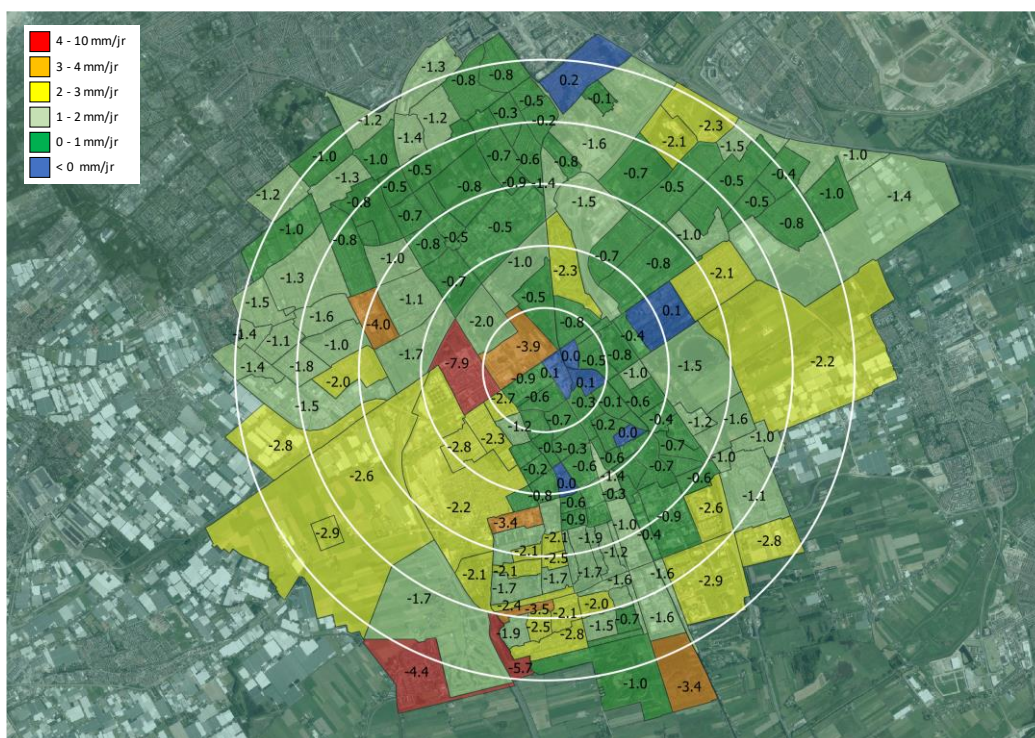


Figuur 28 Deformatie van maaiveld in en om Delft in de periode 2018-2019.

Om een goed beeld te krijgen van de hele omgeving is het nodig om uit te zoomen. In Figuur 29 is voor iedere buurt in de omgeving van Delft de gemiddelde deformatie van het maaiveld berekend uit alle beschikbare punten over de periode januari 2018 tot en met december 2019. De bodem daalde het meest in de buurten:

- Sion (-7.9 mm/jaar);
- Tanthofkade (-5.7 mm/jaar); en
- Schipluiden (-4.4 mm/jaar).

In de Sion en Tanthofkade is de nu waargenomen daling minder dan in 2017-2018. Bij de Tanthofkade is de bodemdaling het gevolg van het zakken van de verharding rond een enkele jaren geleden gebouwd verdeelstation voor elektriciteit langs de A4 en het zakken van de afrit van de A4 uit de richting Rotterdam naar de Kruithuisweg.



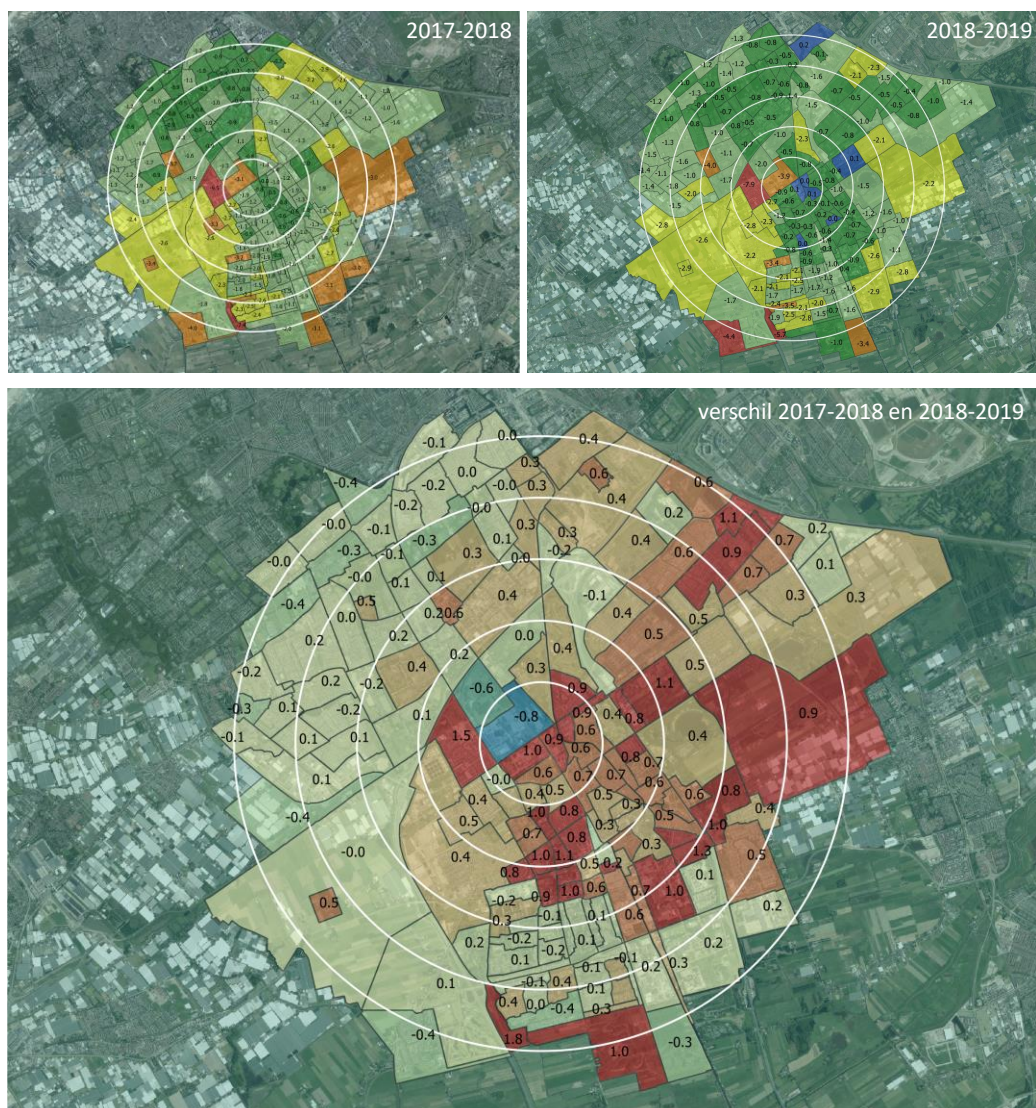
Figuur 29 Gemiddelde maaiveld daling in mm per jaar en rond Delft in de periode 2018-2019.

Ook in de andere buurten is de bodem de afgelopen periode minder gaan zakken. Zo was de bodemdaling in het centrum van Delft in 2017-2018 nog -0.9 tot -0.5 mm per jaar. Nu in 2018-2019 is dit tussen -0.3 tot +0.1 mm per jaar.

In de blauw gekleurde buurten van Figuur 29 is de bodem in de afgelopen 2 jaar zelfs niet gezakt, maar een heel klein beetje omhooggekomen (0.0 en 0.2 mm per jaar). Ook op het DSM-terrein – hoewel de bodem nog steeds zakt – is de bodemdaling minder geworden:

- DSM-terrein 2018/2019 -0.9 mm/jaar;
- DSM-terrein 2017/2018 -1.9 mm/jaar;
- DSM-terrein 2016/2017 -1.8 mm/jaar.

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 30 is het verschil in bodemdaling tussen 2017-2018 en 2018-2019 bepaald. In alle oranje en rode gebieden is de bodemdaling afgenomen. Te zien is dat niet enkel in de nabijheid, maar ook op grote afstand van de onttrekking de bodemdaling is afgenomen. Dit wordt (deels) veroorzaakt door het droge jaar 2018 vóór het nattere jaar 2019. In droge periodes krimpt de bodem. Terwijl in natte periodes de bodem terug zwelt. Daarnaast werd ook verwacht dat door het reduceren van de grondwateronttrekking de bodemdaling afneemt door het terugveren van de samendrukbare lagen in de grond.

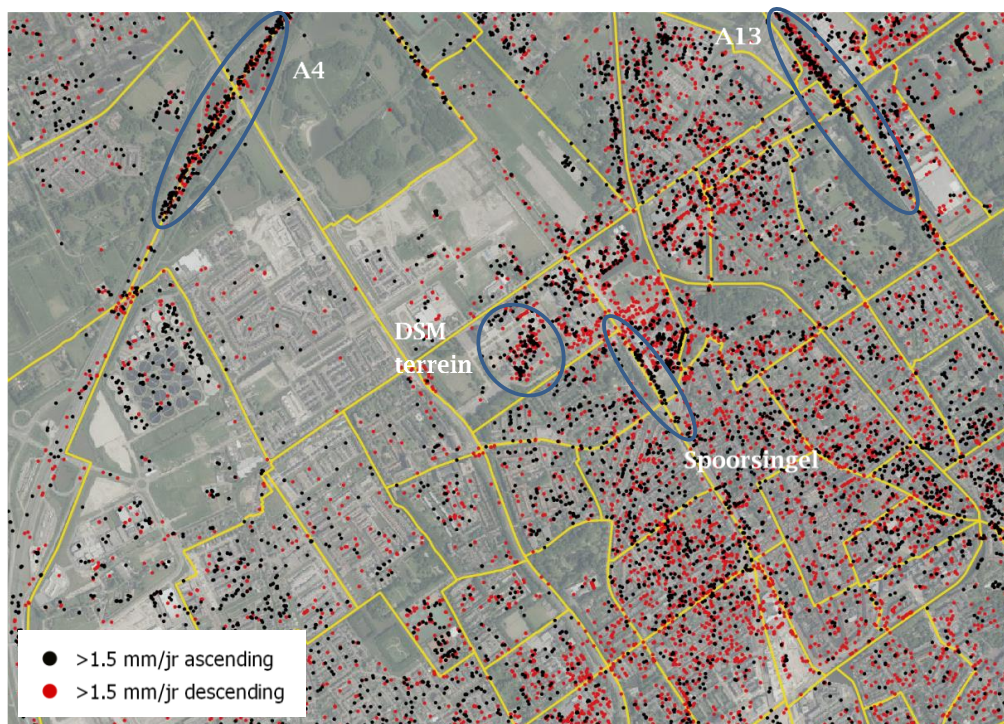


Figuur 30 Verschil in deformatie van maaiveld tussen 2017-2018 en 2018-2019. In de oranje en rode gebieden is de bodemdaling afgenomen.

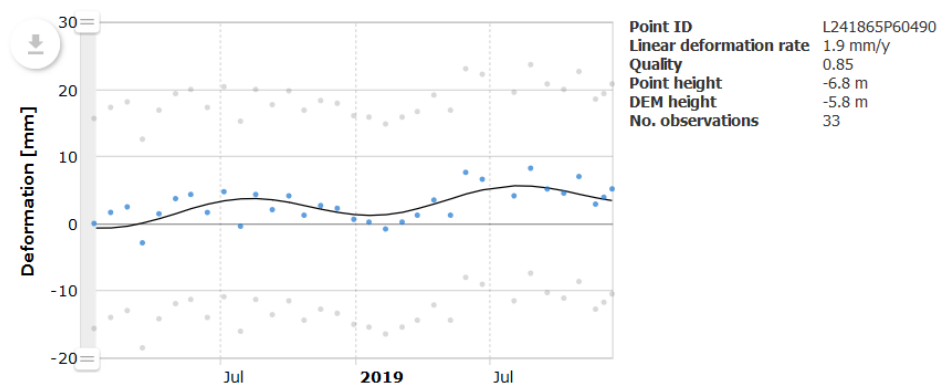
Alle punten die in de jaren 2018 en 2019 met 1.5 mm per jaar omhooggekomen zijn, zijn in Figuur 31 weergegeven. Opvallend zijn clusters bij de A4 en A13, op het DSM-terrein en langs de Spoorringel. Maar daarnaast zijn er ook veel meer losliggende punten die iets omhooggekomen zijn t.o.v. eerdere jaren. Een deel van deze veranderingen zijn het gevolg van bouwwerkzaamheden of onderdeel van een veel grotere van nature aanwezige seizoensfluctuatie (Figuur 32).

Conclusie

De afgelopen 2 jaar is de bodem op verschillende locaties in Delft, maar ook ver daar buiten iets omhooggekomen. De oorzaak is de opvolging van een droog 2018 en natter 2019. Daarnaast ook mogelijk gedeeltelijk door de afbouw van de grondwateronttrekking.



Figuur 31 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 rode van de neergaande baan



Figuur 32 waarnemingen op het asfalt van de A4 nabij Rijswijk. De trend is een stijging van 1.9 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 sommige locaties licht gaan stijgen. Dat op een zeker moment zwel optreedt 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 DSM-terrein tot zo'n -2 mm per jaar. In de afgelopen 2 jaar was dat -1 mm per jaar. (zie Figuur 29). Bij welke reductiestappen het zwellen van de bodem beperkt wordt tot maximaal +2.0 mm per jaar zal proefondervindelijk moeten worden vastgesteld. Hoewel er dus wel een verandering in bodembeweging is waargenomen, is deze nog klein en geen aanleiding om de volgende afbouwstap in 2020 uit te stellen.

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 33).



Figuur 33 Panden in de omgeving van de Oude Kerk 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 2018-2019 in totaal 370 punten beschikbaar (Zie Figuur 34). Per gebouw is van deze meetpunten het gemiddelde van de deformatiesnelheid bepaald:

- Het stadhuis zakte met 0.4 mm per jaar (was over 2017-2018 0.9 mm/jaar);
- De Waag zakte met 0.2 mm per jaar (was over 2017-2018 0.1 mm/jaar);
- De Hippolytuskapel zakte met 0.1 mm per jaar (was over 2017-2018 0.8 mm/jaar);
- De Genestetkerk zakte met 0.2 mm per jaar (was in over 2017-2018 0.7 mm/jaar).

Conclusie

De deformatie van deze gebouwen komt overeen met de deformatie van het maaiveld. Volgens Figuur 29 daalde het maaiveld in het centrum ook met +0.1 tot -0.3 mm per jaar.



Figuur 34 Geselecteerde meetpunten Stadhuis, Waag, Hippolytuskapel en Genestetkerk

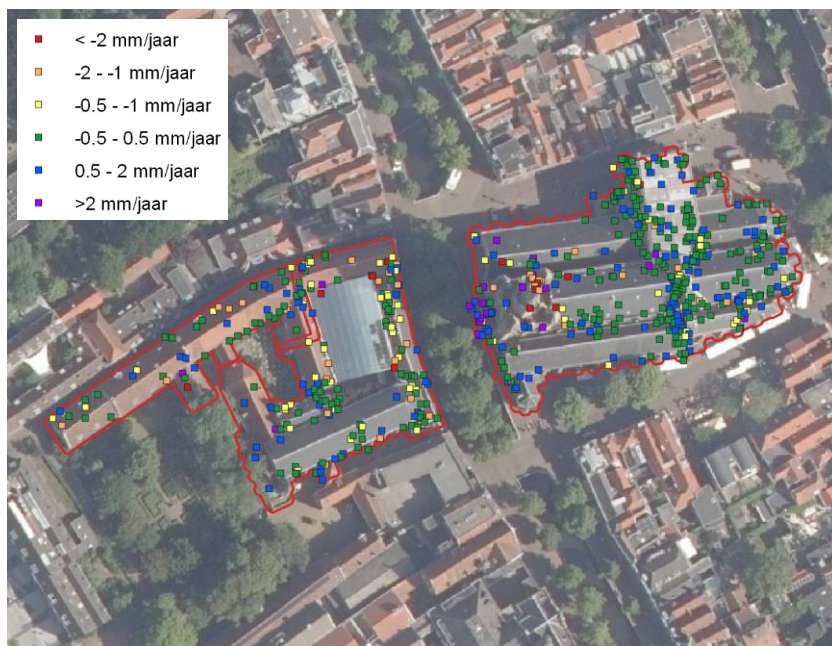
Prinsenhof/Waalse Kerk/Oude kerk

Binnen de omtrek van het Prinsenhof / Waalse Kerk en de Oude Kerk zijn er in de periode 2018-2019 in totaal 622 meetpunten (zie Figuur 35). Per gebouw is ook hier van de meetpunten het gemiddelde bepaald:

- Prinsenhof steeg met 0.1 mm per jaar (was over 2017-2018 -0.8 mm/jaar);
- Waalse Kerk bleef stabiel, met een verandering kleiner dan 0.1 mm per jaar (was over 2017-2018 -0.5 mm/jaar);
- De Oude Kerk steeg met 0.3 mm per jaar (was over 2017-2018 -0.6 mm/jaar).

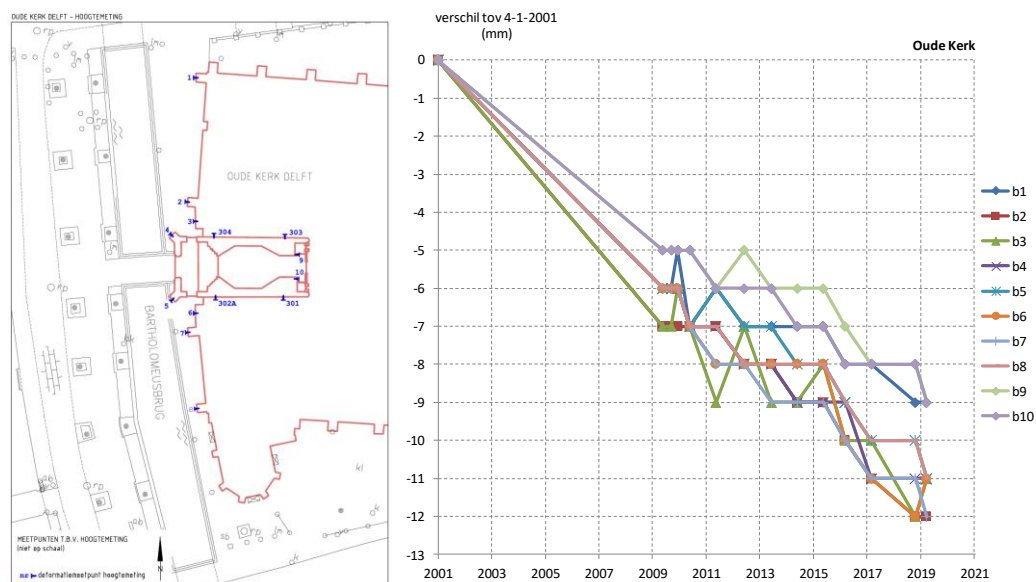
Conclusie

De deformatie van deze gebouwen met uitzondering van de Oude Kerk is vergelijkbaar met de deformatie van het maaiveld over dezelfde periode (Figuur 29).



Figuur 35 Geselecteerde meetpunten Prinsenhof, Waalse Kerk en Oude Kerk

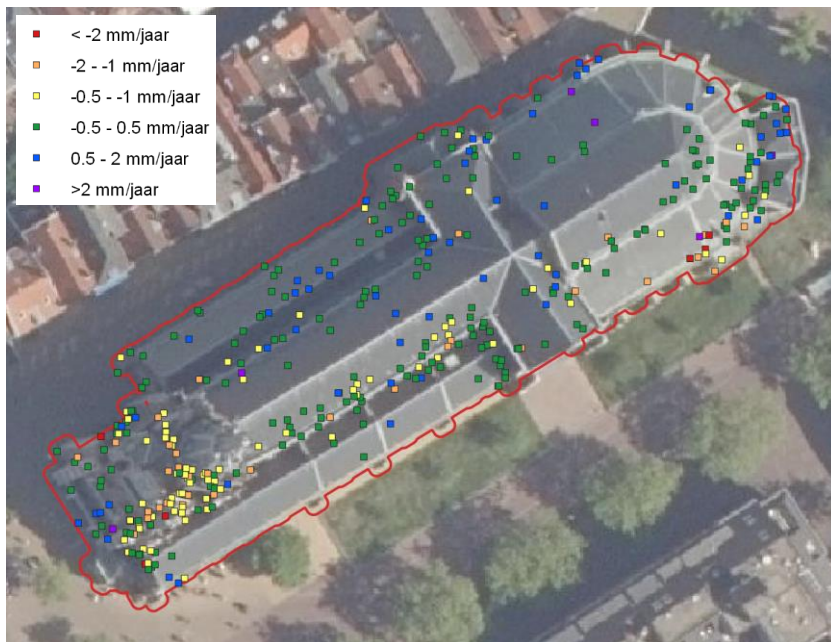
Door de gemeente Delft worden ook waterpassingen verricht aan 10 aan de toren van de Oude Kerk aangebrachte hoogtematen. Het resultaat van de metingen van de afgelopen jaren is weergegeven in Figuur 36. Alle hoogtematen vertonen vanaf 2009 tot en met 2019 om en nabij hetzelfde gedrag als de TerraSAR-X metingen: een zakking van 0.4 tot 0.6 mm per jaar.



Figuur 36 Metingen aan hoogtematen aan de Oude Kerk

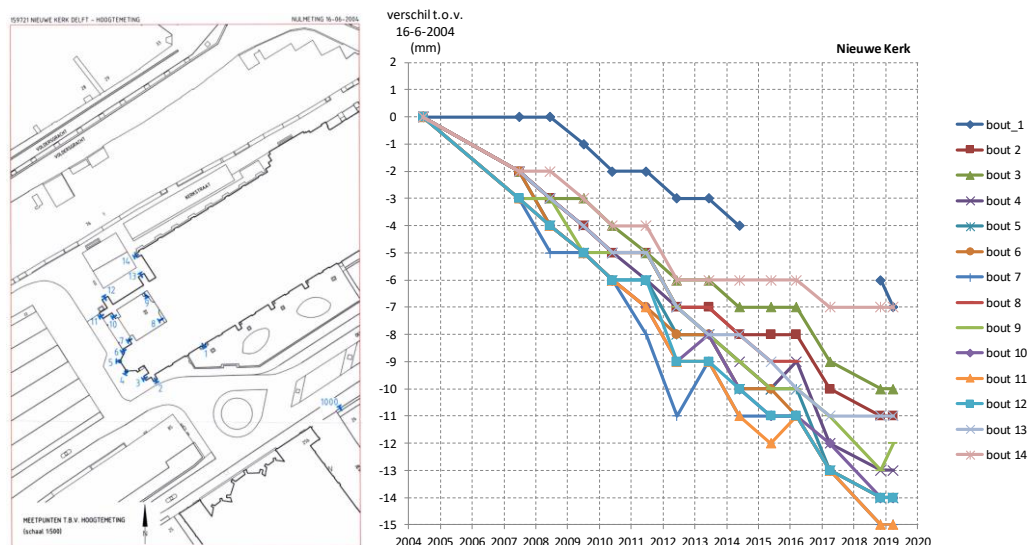
Nieuwe Kerk

Binnen de omtrek van de Nieuwe Kerk zijn er 402 meetpunten. De deformatie over de periode januari 2018 tot december 2019 is gemiddeld 0.0 mm per jaar, maar dit is niet gelijkmatig verdeeld. Rond de toren is de deformatie -0.7 mm per jaar (over 2017-2018 was dit -1.4 mm/ jaar). Terwijl het schip van de kerk stabiel bleef met een deformatie kleiner dan 0.1 mm per jaar (over 2017-2018 was dit -0.5 mm/jaar).



Figuur 37 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 38. De aan het schip gemonteerde bouten zakken 0.2 tot 0.6 mm per jaar in de afgelopen 5 jaar. De aan de toren gemonteerde bouten zakken 0.6 tot 0.8 mm per jaar in de afgelopen 5 jaar. Dit is nagenoeg gelijk aan de hiervoor beschreven TerraSAR-X metingen.

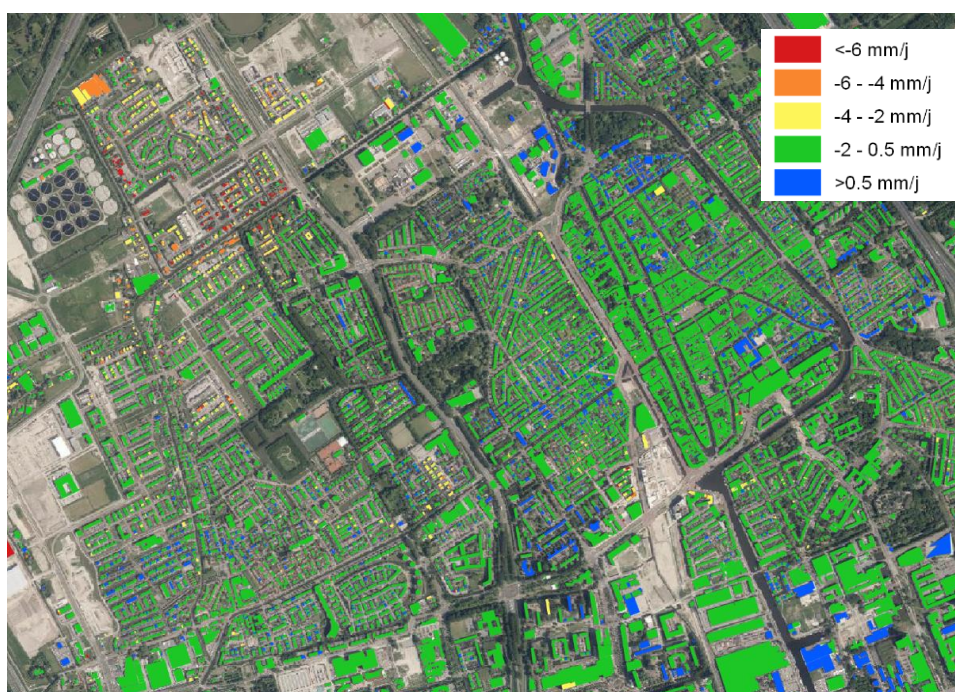


Figuur 38 Metingen aan hoogtebouten in de Nieuwe Kerk. Bout 8 is in 2017 verdwenen.

6.3 Deformatie bebouwing binnen een straal van 5 km

Voor de omgeving van Delft is uitgezocht welke gebouwen in de periode 2018-2019 het meest gezakt zijn. In totaal zijn 84663 panden onderzocht die binnen 5 km van de onttrekking in Delft-Noord liggen. De verzakking van gebouwen in de directe omgeving van de onttrekking is in Figuur 39 weergegeven. De panden die harder dan 6 mm per jaar zakken zijn rood gemarkeerd.

De wijk Sion en het noorden van de wijken Hoornse Hof en Kuypervijk-Noord vallen op. De verzakking in dit gebied heeft te maken met recente nieuwbouw. De gele gebouwen in het zuidoosten van Den Hoorn en in de buurt van de Beatrixlaan tussen de Henry Dunantlaan en de Salomon Van Der Heulstraat betreft ook nieuwbouw. Het zakken van de panden aan de Spoorsingel, langs de Spoorsingelgarage is t.o.v. eerdere jaren afgenomen en is – de bouwactiviteiten zijn voltooid – nu afgenomen naar minder dan 2 mm per jaar.



Figuur 39 Deformatie van panden in de omgeving van de onttrekking in de periode 2018-2019.

In de periode 2018-2019 zijn er ook panden omhooggekomen. In Figuur 40 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 (2018-2019) 1300 panden en waren 400 panden in 2017-2018. De rode panden zijn meer dan 1.0 mm per jaar omhooggekomen. Dit aantal is wel gelijk gebleven: circa 300. Net als bij de deformatie van maaiveld vond deze toename aan gebouwen niet enkel plaats in de nabijheid van de onttrekking, maar ook op grote afstand buiten de invloedssfeer van de onttrekking. Ook hier lijkt de openvolging van een droog 2018 en een nat 2019 de oorzaak. En is de verwachting dat dit aantal eind 2020 weer zal afnemen. Deze toename is geen reden om de afbouwstap van 2020 uit te stellen.



Figuur 40 Gebouwen in Delft en omgeving in de periode januari 2018 tot december 2019 omhoog gekomen zijn. Binnen 2 km rond de onttrekking (witte lijn) liggen 1303 (was 419) panden die 0.5–1.0 mm omhoog gekomen zijn. Daarnaast zijn er 311 (was 304) die meer dan 1.0 mm omhoog gekomen zijn.

6.4 De komende jaren

De verwachting is dat door het reduceren van de grondwateronttrekking de samendrukbare bodemlagen iets zullen terugveren. Voor het maaiveld en de daarop staande gebouwen op staal betekent dit dat bij kleine stapjes de huidige snelheid waarmee zij zakken iets zal afnemen.

De huidige strategie 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.

Bij deze geringe snelheid van veranderingen in maaiveldhoogte wordt de van nature aanwezige snelheid niet overschreden en krijgt de fundering van een gebouw, maar ook nutsaansluitingen, kunstwerken, straatmeubilair en bomen de gelegenheid om zich met de seizoenen geleidelijk aan te passen aan de nieuwe situatie. Net zoals zij zich nu elk jaar aanpassen aan een verandering van 1.0 mm per jaar omlaag.

Bij welke reductiestappen het zwellen van de bodem beperkt wordt van 1.0 tot 2.0 mm per jaar in de binnenstad, is lastig te voorspellen en zal uit de praktijk moeten worden vastgesteld.

De huidige bodemdaling is nog tussen de -0.3 tot +0.1 mm per jaar. En dus nog beneden de +1.0 mm per jaar waardoor er nu een aanleiding is om de volgende afbouwstap uit te stellen. Wel zal na de volgende afbouwstap eind 2020 zorgvuldig moeten worden beoordeeld of afname van de bodemdaling zich doorzet of het gevolg was van een droog 2018 gevolgd door een nat 2019.

7

Overige thema's

7.1 Algemeen

In deze rapportage is een samenvattend hoofdstuk opgenomen 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 2019 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 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 wordt waargenomen, vastgelegd en beoordeeld.

Het doel van deze rapportage is inzicht te geven in de huidige situatie tot en met december 2019 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 2018. 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 2019 is de derde afbouwstap doorgevoerd. Tot mei pompte de installatie circa 960 m³ per uur uit de grond. Dit is probleemloos teruggebracht naar circa 840 m³ per uur per 1 juli 2019. 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 deformatie van het maaiveld is de situatie dat bij het reduceren wordt verwacht dat met name het maaiveld in de buurt van de onttrekking kan gaan zwellen. De praktijk is dat het maaiveld nog bijna overal daalt, maar het afgelopen jaar wel minder hard is gaan dalen. Zo daalde het DSM-terrein in 2017/2018 nog met 1.9 mm/jaar en het centrum van Delft met 0.9 mm/jaar. In 2018/2019 was dit op het DSM-terrein 0.9 mm/jaar en in het centrum van Delft met 0.0 mm/jaar.

Voor de deformatie van gebouwen geldt 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 de afgelopen jaren zakte het merendeel van de gebouwen. Wel is de mate waarin zij zakten afgenomen en is ook het aantal gebouwen dat licht omhoog kwam gestegen.

De doorgevoerde reductie van de onttrekking en waargenomen toename van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket, de niet toegenomen hoogte van freatische grondwaterstanden en bodembeweging van maaiveld en gebouwen geven nu géén aanleiding om - naast de al voorgenomen maatregelen - extra mitigerende maatregelen te nemen. Voorgesteld wordt om komend voorjaar in 2020 een vierde reductiestap door te voeren van 840 m³ per uur naar 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

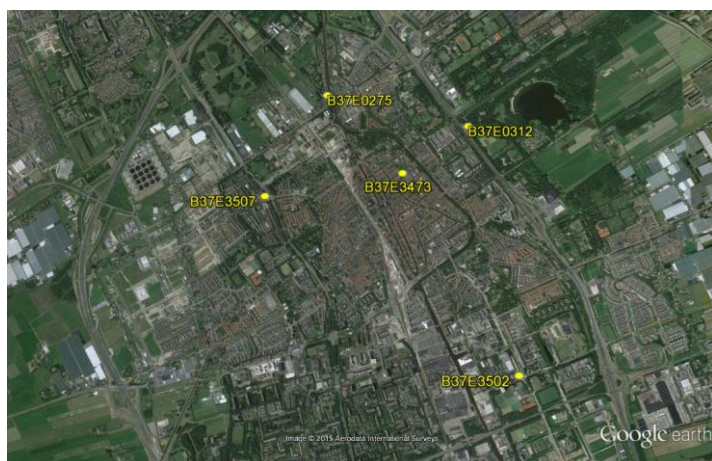
De huidige vergunning dateert van maart 2015. In deze vergunning zijn enkele paragrafen opgenomen met betrekking tot het monitoren van de grondwateronttrekking. Deze onderdelen zijn in deze bijlage samengevat. Voor de exacte formulering wordt verwezen naar de vergunning.

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 per peilbuis in het 1^e watervoerend pakket het aantal dagen waarnemingen per jaar en de gemiddelde stijghoogte in dat jaar. Enkel van de groen gemarkeerde data is het jaar compleet.

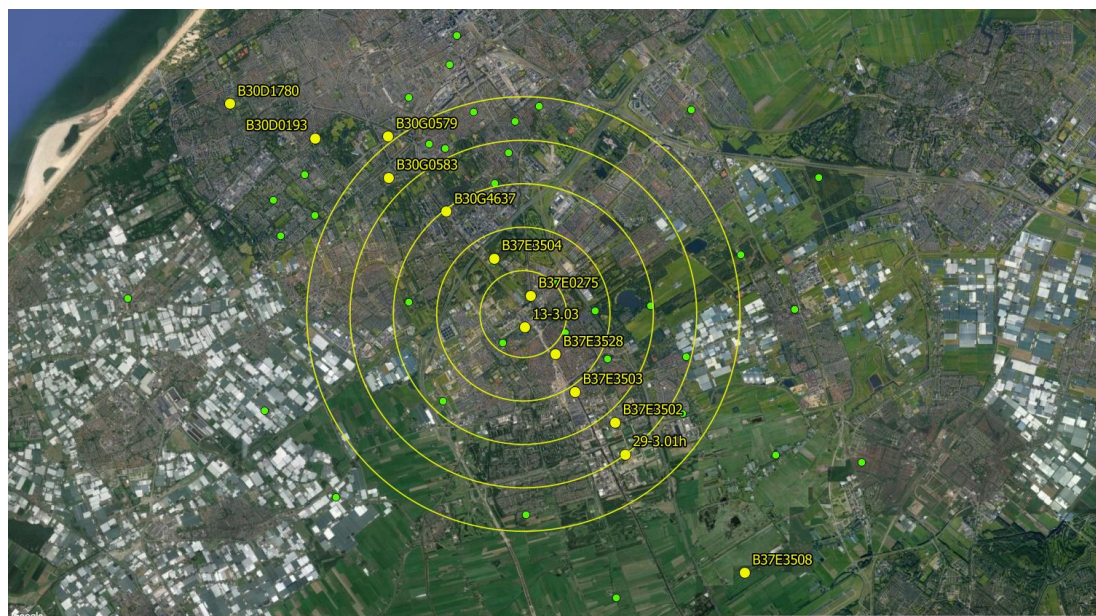
peilbuis	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		min	max	verschil
	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde	dagen	gemiddelde			
11-4.08	338	-6.10	295	-6.12	114	-5.95	59	-5.94	271	-5.80	365	-5.48	336	-5.04	-6.12	-5.04	1.08
13-3.03	321	-8.79	365	-8.87	365	-8.37	152	-8.16	365	-7.91	365	-7.34	335	-6.67	-8.87	-6.67	2.20
2-3.08	308	-4.85	365	-4.81	286	-4.81	285	-4.82	365	-4.72	365	-4.70	63	-4.32	-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	-4.47	-4.01	0.46
B3000179	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
B3000180	365	-1.40	247	-1.28	365	-1.36	366	-1.35	260	-1.46	342	-1.44	365	-1.22	-1.46	-1.22	0.24
B3000184	212	-1.58	365	-1.71	365	-1.73	366	-1.75	365	-1.77	341	-1.72	365	-1.61	-1.77	-1.58	0.20
B3000187	254	-1.64	342	-1.69	365	-1.65	366	-1.63	260	-1.69	341	-1.79	349	-1.46	-1.79	-1.46	0.33
B3000193	365	-1.11	365	-1.11	365	-1.12	189	-1.04	348	-1.03	342	-0.98	365	-0.86	-1.12	-0.86	0.26
B3001780	259	-0.46	268	-0.47	203	-0.51	277	-0.40	365	-0.39	254	-0.40	349	-0.33	-0.51	-0.33	0.19
B3060010	365	-2.31	365	-2.22	365	-2.23	366	-2.24	365	-2.28	342	-2.19	365	-2.06	-2.31	-2.06	0.25
B3060017	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
B3060021	259	-2.81	365	-2.75	273	-2.95	366	-2.72	365	-2.70	342	-2.55	365	-2.37	-2.95	-2.37	0.58
B3060119	259	-2.06	365	-2.02	280	-1.99	277	-2.11	365	-2.12	342	-2.03	365	-1.90	-2.12	-1.90	0.23
B3060276	258	-1.46	279	-1.35	85	-1.48	366	-1.43	365	-1.54	342	-1.49	365	-1.40	-1.54	-1.35	0.18
B3060279	259	-0.59	365	-0.50	365	-0.59	366	-0.52	365	-0.65	342	-0.57	365	-0.49	-0.65	-0.49	0.17
B3060377	259	-3.09	365	-3.04	365	-3.01	261	-2.97	365	-2.94	342	-2.88	365	-2.66	-3.09	-2.66	0.42
B3060578	259	-2.09	365	-2.04	365	-2.05	366	-2.03	365	-2.09	342	-1.99	365	-1.85	-2.09	-1.85	0.24
B3060579	259	-1.71	365	-1.88	162	-1.84	366	-1.64	365	-1.68	223	-1.73	365	-1.56	-1.88	-1.56	0.31
B3060583	365	-2.01	365	-2.02	280	-2.00	277	-2.06	365	-2.03	342	-1.93	365	-1.79	-2.06	-1.79	0.27
B3060586	110	-1.36	365	-1.43	365	-1.42	366	-1.40	365	-1.44	255	-1.39	348	-1.27	-1.44	-1.27	0.17
B3060834	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
B3064579	259	-1.22	365	-1.15	365	-1.30	366	-1.19	365	-1.43	342	-1.34	128	-1.16	-1.43	-1.15	0.27
B3064580	259	-1.41	365	-1.39	77	-1.35			347	-1.50	342	-1.43	365	-1.31	-1.50	-1.31	0.19
B3064637	365	-2.98	365	-2.98	365	-2.95	366	-2.97	365	-2.98	342	-2.84	365	-2.61	-2.98	-2.61	0.37
B3064638	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	-4.50	-4.27	0.24
B3780211	365	-0.98	247	-0.78	365	-0.95	188	-0.73	347	-0.89	344	-0.91	128	-0.63	-0.98	-0.63	0.35
B3780233	365	-2.12	365	-2.12	365	-2.17	366	-2.10	262	-2.21	344	-2.14	365	-1.96	-2.21	-1.96	0.25
B3783795	365	-2.88	365	-3.10	279	-3.29	283	-3.16	365	-3.04	344	-3.12	365	-2.76	-3.29	-2.76	0.52
B3783813	365	-1.85	365	-1.95	365	-2.04	291	-1.96	347	-1.91	344	-1.96	365	-1.68	-2.04	-1.68	0.36
B37E0275	365	-7.18	240	-6.91	365	-6.65	293	-6.31	349	-6.31	365	-5.96	365	-5.44	-7.18	-5.44	1.74
B37E0312	365	-5.19	365	-5.20	365	-5.07	366	-5.01	248	-5.06	365	-4.80	365	-4.39	-5.20	-4.39	0.81
B37E0314	365	-4.90	365	-4.92	365	-4.86	366	-4.83	365	-4.83	342	-4.66	365	-4.39	-4.92	-4.39	0.53
B37E0382	271	-4.60	365	-4.55	279	-4.53	204	-4.56	347	-4.45	205	-4.55	365	-4.30	-4.60	-4.30	0.30
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	-3.86	-3.35	0.51
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	-5.02	-4.34	0.68
B37E3469	112	-2.49	365	-2.67	167	-2.16	278	-2.14	365	-2.29	341	-2.12	365	-2.10	-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	-3.01	-2.75	0.26
B37E3473	300	-6.18	273	-6.21	278	-5.98			160	-5.99	365	-5.63	336	-5.04	-6.21	-5.04	1.17
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	-4.53	-4.13	0.40
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	-4.71	-4.22	0.50
B37E3503	365	-5.09	267	-4.79	289	-5.24	162	-5.59	239	-5.16	365	-4.82	365	-4.47	-5.09	-4.47	1.12
B37E3504	365	-4.65	365	-4.60	365	-4.42	89	-4.23	338	-4.13			349	-4.03	-4.65	-4.03	0.62
B37E3505	365	-5.77	247	-5.64	365	-5.56	366	-5.44	365	-5.39	342	-5.09	365	-4.68	-5.77	-4.68	1.09
B37E3506	271	-3.61	365	-3.65	365	-3.61	366	-3.64	262	-3.65	344	-3.50	246	-3.14	-3.65	-3.14	0.51
B37E3507	365	-6.75	365	-7.14	365	-7.52	366	-8.49	257	-8.30	365	-7.56	364	-6.81	-8.49	-6.75	1.74
B37E3508	271	-3.98	267	-3.97	198	-3.96	366	-3.88	263	-3.8515	341	-3.83	365	-3.72	-3.98	-3.72	0.26
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	-6.82	-5.55	1.27
B37F2225	271	-5.16	365	-5.10	279	-5.10	278	-5.13	365	-5.04	254	-5.10	350	-5.01	-5.16	-5.01	0.14
B37E4324									347	-7.35	342	-6.85	365	-6.19	-7.35	-6.19	1.16
B37E4325									228	-8.45	342	-7.73	365	-7.04	-8.45	-7.04	1.41

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