

23 mrt 2022



Grondwateronttrekking Delft-Noord

Resultaten van de monitoring in 2021



Colofon

Documenttitel	. Grondwateronttrekking Delft-Noord
Opdrachtgever	. Gemeente Delft
Verantwoordelijke bij opdrachtgever	. Gerard Bloemhof
Status	. Definitief 23 maart 2022
Datum	. 23 maart 2022
Projectteam	. Olivier Hoes

Disclaimer

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

Samenvatting

Inleiding

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

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

Monitoren

Voor het monitoren van de effecten van het reduceren van de onttrekking worden door de gemeenten rond de onttrekking, het hoogheemraadschap van Delfland en de provincie Zuid-Holland 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 2021. Voorliggende rapportage bouwt voort op de eerder verschenen jaarlijkse rapportages van 2013 tot en met 2020.

Pauze in de afbouw in 2021

In 2021 was het debiet circa 720 m³ per uur. In de jaren 2017 tot 2020 is de grondwateronttrekking elk jaar met 120 m³/uur afgebouwd; van 1200 m³ per uur, via 1080, 960 en 840 naar 720 m³ per uur. Eind 2020 is besloten om de grondwateronttrekking in 2021 niet af te bouwen. Dit omdat de bodem in het gebied rond het DSM-terrein licht omhoogkwam en de verwachting was dat bij een afbouwstap in 2021 de bodem harder omhoog zou komen dan de beleidsuitgangspunten van de gemeente.

Diepe grondwater (1^e watervoerend pakket)

Het eerste watervoerend pakket is een laag met grof zand op een diepte van 20 tot 40 meter onder maaiveld. Dit is de laag waaruit het grondwater wordt gewonnen. Als gevolg van de pauze in de afbouw is de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket niet verandert. De metingen eind 2021 waren om en nabij gelijk aan de metingen eind 2020. De gedurende het jaar waargenomen fluctuaties in de stijghoogte zijn het gevolg van de seizoenen (natte winter en droge zomer) en onafhankelijk van de grondwateronttrekking.

Freatische (ondiepe) grondwater

Naast de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket worden ook op zo'n 700 locaties freatische grondwaterstanden gemeten. Op geen enkele locatie heeft de reductie van de afgelopen jaren of de pauze van het afgelopen jaar nog geleid tot een stijging van de grondwaterstand. Verwacht wordt dat pas over enkele jaren en na meerdere afbouwstappen - op plekken die gevoelig zijn voor grondwateroverlast en waar geen extra drainage is aangelegd - een geringe toename als gevolg van het afbouwen van de onttrekking mogelijk merkbaar wordt.

Bodembeweging

Met satellietwaarnemingen worden de veranderingen in de hoogte van het maaiveld en gebouwen gemeten. Vóór de afbouw was de bodemdaling zo'n -2 mm per jaar op het DSM-terrein en circa -1 mm per jaar in het centrum van Delft. In 2019 en 2020 is deze bodemdaling omgeslagen in zwel tot circa +1 mm per jaar. Zowel op het DSM-terrein als in het centrum van Delft kwam het maaiveld licht omhoog. Door de pauze in de afbouw van het afgelopen jaar is de zwel weer afgenomen naar rond de +0.4 mm per jaar in Delft-Noord. Op dit moment is de bodem op het DSM-terrein en in de wijken rond het DSM-terrein stabiel.

Uitzetten van de bronnen op het DSM-terrein in januari 2022

Voor het onttrekken van het grondwater bestaat de installatie uit 14 bronnen aan de Prinses Beatrixlaan, 4 bronnen aan de Meeslaan en 10 op het DSM-terrein. Iedere bron kan ongeveer 60 m³/uur omhoog pompen. Sinds de zomer van 2020 wordt gestuurd op een gewenst debiet van 720 m³ per uur. Hiervoor zijn dus 12 bronnen nodig en staan er 16 stil.

In de afgelopen maanden werd met 8 bronnen aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan 480 m³ per uur onttrokken en op het DSM-terrein werd met 4 bronnen 240 m³ per uur onttrokken. Dit als gevolg van de afspraken tussen de gemeente en DSM. Eind 2021 zijn deze afspraken veranderd en inmiddels zijn de bronnen op het DSM-terrein uitgezet (28 januari 2022). Aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan is opgeschakeld van 8 naar 12 bronnen. Zodat weer met 720 m³ per uur wordt onttrokken.

De verwachting is dat door het schuiven met bronnen - van oost naar west - de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ten westen van het DSM-terrein zal zakken en ten oosten van het DSM-terrein omhoogkomt. Op voorhand is uitgerekend dat deze veranderingen lokaal vergelijkbaar zijn met de veranderingen die in de afgelopen jaren bij een afbouwstap van 120 m³/uur zijn gemeten in Delft-Noord.

Om deze reden wordt aanbevolen om in de zomer van 2022 een kleinere afbouwstap door te voeren dan 120 m³/uur en ook 1 maand later te beginnen. Voorheen werd elk jaar op 1 mei, 1 juni en 1 juli 40 m³/uur afgebouwd. Voorgesteld wordt om in 2022 het debiet met twee stappen te reduceren: op 1 juni met 40 m³/uur en op 1 juli met 40 m³/uur. Door 1 maand later te beginnen krijgt de grond 4 weken langer de tijd om zich aan te passen. Daarbij geeft dit de gemeente de mogelijkheid om tussentijds iets langer te monitoren wat de gevolgen zijn van het uitzetten van de bronnen op het DSM-terrein op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket en de bodembeweging in Delft-Noord.

Conclusie

Door de pauze in de afbouw in 2021 is de bodembeweging gestabiliseerd en is het op zich verantwoord om een afbouwstap door te voeren. Echter, in januari 2022 is het puttenveld op het DSM-terrein uitgezet. Dit wordt door de grond ten oosten van het DSM-terrein in Delft-Noord gevoeld als een gedeeltelijke afbouwstap. Voorgesteld wordt om in de zomer de onttrekking met 80 m³ per uur af te bouwen van 720 m³/uur naar 640 m³/uur.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding.....	1
1.2	Doel.....	1
1.3	Aanpak op hoofdlijnen	1
2	De onttrokken debieten	2
2.1	Algemeen	2
2.2	De afgelopen jaren	3
2.3	De komende jaren	5
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 -5 meter NAP isohypse in de afgelopen jaren.....	13
3.6	De komende jaren	14
4	Freatische grondwaterstanden	15
4.1	Algemeen	15
4.2	Freatische grondwaterstanden van peilbuis Delft 13-1.03.....	16
4.3	De ontwateringsdiepte bij alle peilbuizen.....	17
4.4	Peilbuizen in het centrum van Delft	19
4.5	De komende jaren	22
5	Deformatie van maaiveld	24
5.1	Algemeen	24
5.2	De afgelopen jaren.....	24
5.3	De komende jaren	29
6	Deformatie van gebouwen	30
6.1	Algemeen	30
6.2	Monumenten in Delft	30
6.3	Deformatie bebouwing binnen een straal van 5 km	34
6.4	De komende jaren	35
7	Overige thema's	36
7.1	Algemeen	36
7.2	Oppervlaktewaterkwaliteit.....	36
7.3	Stabiliteit van boezemkaden	36
7.4	Parkeergarages, kelders en tunnels.....	37
8	Conclusie en aanbeveling	38

1

Inleiding

1.1 Aanleiding

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

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

1.2 Doel

Voorliggende rapportage beschrijft het resultaat van de monitoring tot en met december 2021. 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, 2020. En in het afgelopen jaar - zonder afbouwstap - 2021. 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

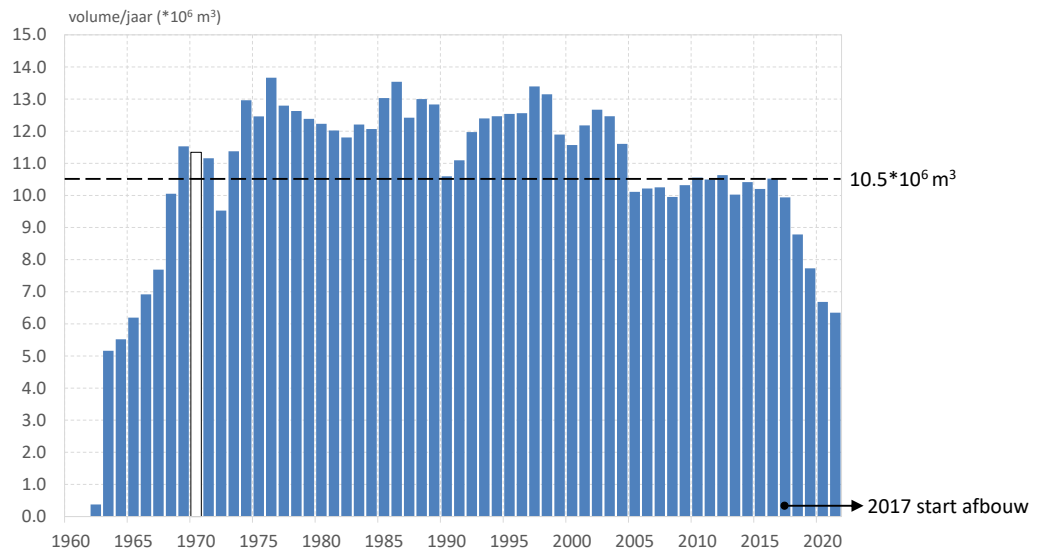
De grondwateronttrekking op het terrein van DSM bestond ooit uit 43 pompputten met ieder een maximale opbrengst van 60 m³ per uur. Doordat de installatie inmiddels verouderd is, waren de afgelopen jaren een steeds kleiner wordend aantal pompputten in gebruik. Om storingsvrij grondwater te kunnen blijven 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 functioneerden eind 2021 nog maar zo'n 10 putten. Ook deze zijn inmiddels stilgezet. Op 28 januari is de laatste pomp op het DSM-terrein uitgeschakeld. Dit zijn de oranje bolletjes in Figuur 1. Sindsdien wordt enkel nog met de pompen van het puttenveld aan de Meeslaan en Pr. Beatrixlaan gepompt (de blauwe en groene bolletjes in Figuur 1).



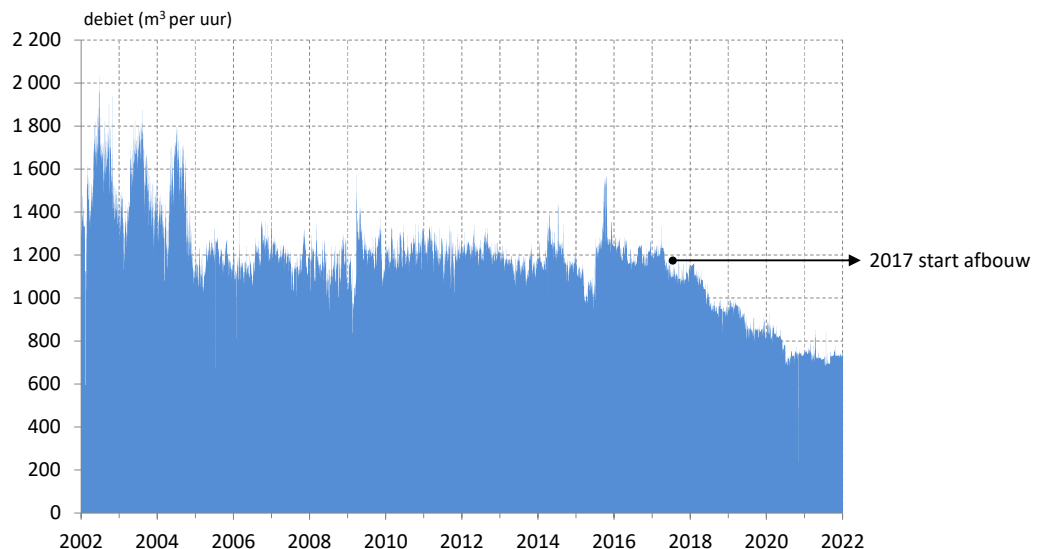
Figuur 1 Locatie van de verschillende puttenvelden van de grondwateronttrekking Delft-Noord. In de inzet het gemaal Kerstanjewetering van waar uit het water naar zee wordt gepompt.

2.2 De afgelopen jaren

Een overzicht van het in de afgelopen jaren onttrokken grondwater is weergegeven in Figuur 2 en Figuur 3. In Figuur 2 staan de in de afgelopen 50 jaar per jaar onttrokken volumes. In de gegevens ontbreekt 1970 en voor dit jaar is het volume geschat als gemiddelde van 1969 en 1971. Vanaf eind 2004 was het streven om continu 1200 m³/uur te onttrekken. Dit is gelijk aan 10.5 miljoen m³ per jaar. In 2017 is op 1 mei, 1 juni en 1 juli de onttrekking in drie stappen teruggebracht naar 1080 m³/uur, waardoor in 2017 een jaarvolume van 9.9 miljoen m³ is onttrokken. In 2018 is de onttrekking teruggebracht naar 960 m³/uur. In 2019 naar 840 m³/uur. In 2020 naar 720 m³/uur. Ook in 2021 draaide de installatie op 720 m³/uur, met een totaal jaarvolume van 6.3 miljoen m³.



Figuur 2 Onttrokken volumes per jaar van 1962 tot en met 2021



Figuur 3 Onttrokken debieten in m³ per uur van 1 januari 2002 tot 1 januari 2022

In Figuur 3 staan de gemiddeld per uur onttrokken debieten van 2002 tot en met 2021. Tot en met 2004 gebruikte DSM het onttrokken water als proceswater en koelwater. Hierdoor was er in de zomer meer water nodig dan in de winter, waardoor tot en met 2004 een seizoenfluctuatie zichtbaar is met uitschieters naar 2000 m³ per uur.

Vanaf 2005 is bij DSM de behoefte aan koelwater komen te vervallen en zonder verschil tussen zomer- en winterdebiet geprobeerd om de onttrekking zo goed mogelijk te handhaven op 1200 m³ per uur. Dat lukte door de gebrekkige staat van de installatie niet altijd. Pas na het in gebruik nemen van het nieuwe puttenveld en het grondwatergemaal Kerstanjewetering lukte het in de zomer van 2015 wel om weer 1200 m³ per uur te onttrekken. In Tabel 1 is een overzicht van de debieten en onttrokken volumes per jaar gegeven. In 2021 is gemiddeld 725 m³ per uur onttrokken. Het streefdebiet in die periode was 720 m³ per uur.

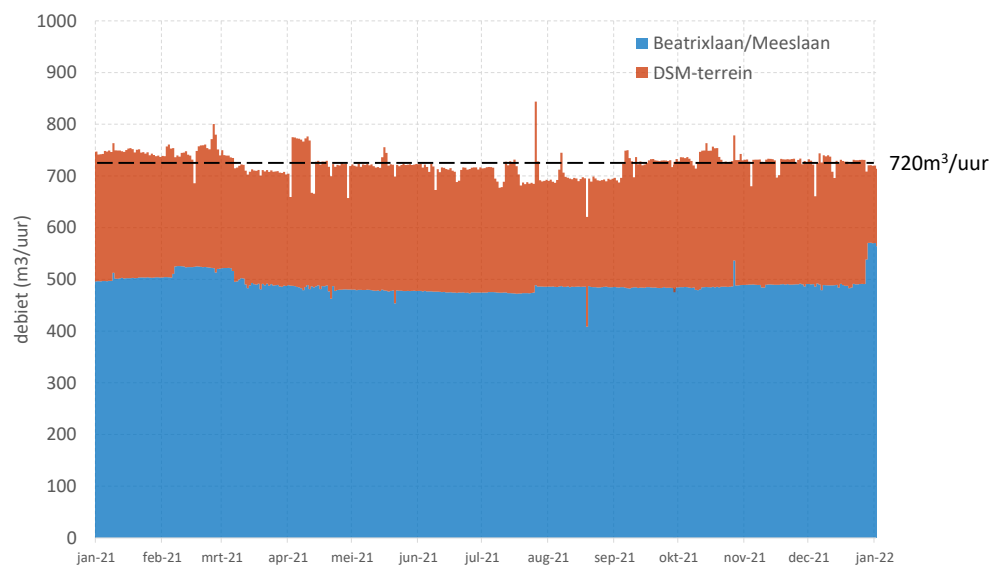
Tabel 1 De onttrokken debieten en volumes van 2002 tot en met 2021

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

* 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 2021 ingezoomd. Met de bronnen aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan is tot 1 mei 480 m³/uur onttrokken. Met de bronnen op het DSM-terrein is geprobeerd zo goed mogelijk 240 m³/uur te onttrekken.



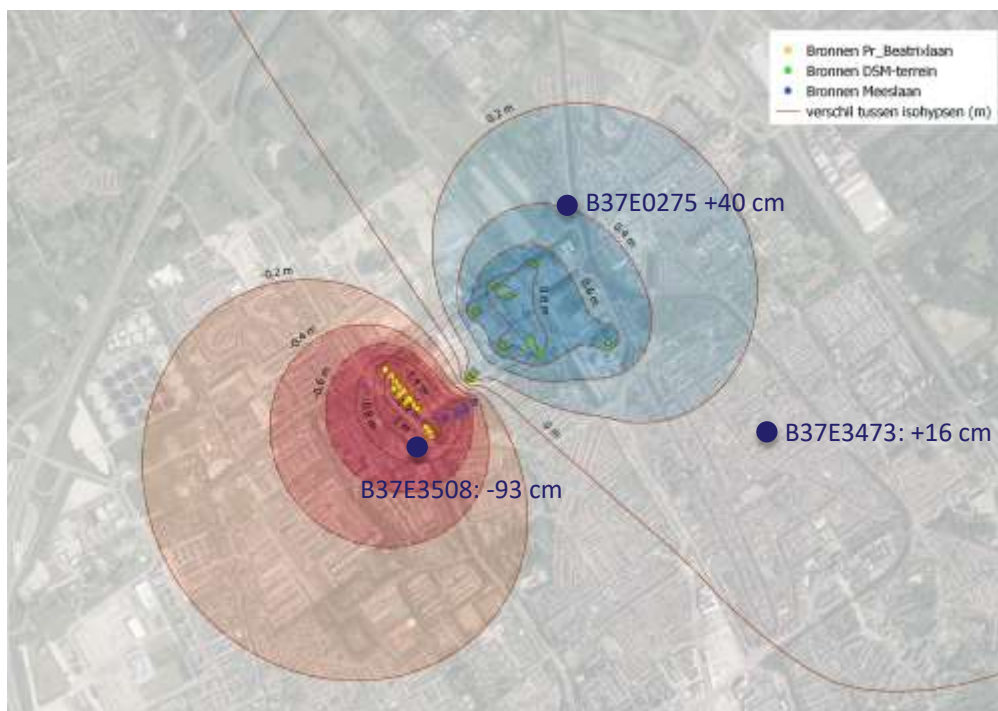
Figuur 4 Onttrokken debieten van 1 januari 2021 tot 1 januari 2022. De 'blauwe' volumes zijn onttrokken met de aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan (dus buiten het DSM-terrein) geïnstalleerde bronnen. De 'rode' volumes zijn door de gemeente op het DSM-terrein onttrokken.

2.3 De komende jaren

In Figuur 4 is helemaal rechts te zien dat in de laatste dagen van 2021 de bronnen op het DSM-terrein zijn teruggeschroefd van 240 m³/uur naar 150 m³/uur en het debiet met de bronnen aan de Meeslaan en Prinses Beatrixlaan is verhoogd van 480 m³/uur naar 570 m³/uur. Inmiddels is ook de laatste bron op het DSM-terrein uitgeschakeld (op vrijdag 28 januari 2022) en wordt enkel nog grondwater onttrokken met de bronnen langs de prinses Beatrixlaan/Meeslaan.

Het effect van het uitzetten is berekend met het grondwatermodel van de onttrekking (Zie Figuur 5). Rond de Prinses Beatrixlaan en Meeslaan zakt de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket en op het DSM-terrein stijgt de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket. Ook buiten het DSM-terrein in Delft-Noord stijgt volgens de berekeningen weliswaar de stijghoogte, maar is het effect kleiner dan de gemeten veranderingen in stijghoogte als gevolg van de afbouwstappen in de afgelopen jaren. Zo is berekend dat in de Doelenstraat (B37E3473) de stijghoogte met 16 cm zal toenemen door het uitzetten van de bronnen op het DSM-terrein. Op deze locatie steeg door de afbouw de stijghoogte de afgelopen jaren met 37 cm per jaar. Bij het Haantje (B37E0275) is berekend dat de stijghoogte met 40 cm zal toenemen door het uitzetten van de bronnen op het DSM-terrein. Op deze locatie steeg door de afbouw de stijghoogte de afgelopen jaren met 48 cm per jaar. Het uitzetten van de bronnen op het DSM-terrein wordt door de ondergrond direct ten oosten van het DSM-terrein gevoeld als een afbouwstap. Op grotere afstand is het effect op de stijghoogte nihil.

Dit stopzetten van de bronnen op het DSM-terrein is van invloed op het afbouwen van de grondwateronttrekking in de zomer van 2022. De gemeente Delft is vooralsnog voornemens om in 2022 de onttrekking verder af te bouwen. Voorgesteld wordt om de totale verandering (door het stopzetten van de bronnen en een reductiestap) in de stijghoogte over 2022 niet groter te laten worden dan de in de afgelopen jaren gemeten veranderingen. Dit maakt de reductiestap voor de komende zomer kleiner dan de reductiestappen van de afgelopen jaren en dat de exacte reductiestap afhankelijk is van het in het voorjaar van 2022 daadwerkelijke gemeten effect van het stopzetten van de bronnen op het DSM-terrein.



Figuur 5 Berekende veranderingen als gevolg van het uitzetten van de bronnen op het DSM-terrein. In het blauwe gebied komt de stijghoogte omhoog en in het rode gebied zakt de stijghoogte.

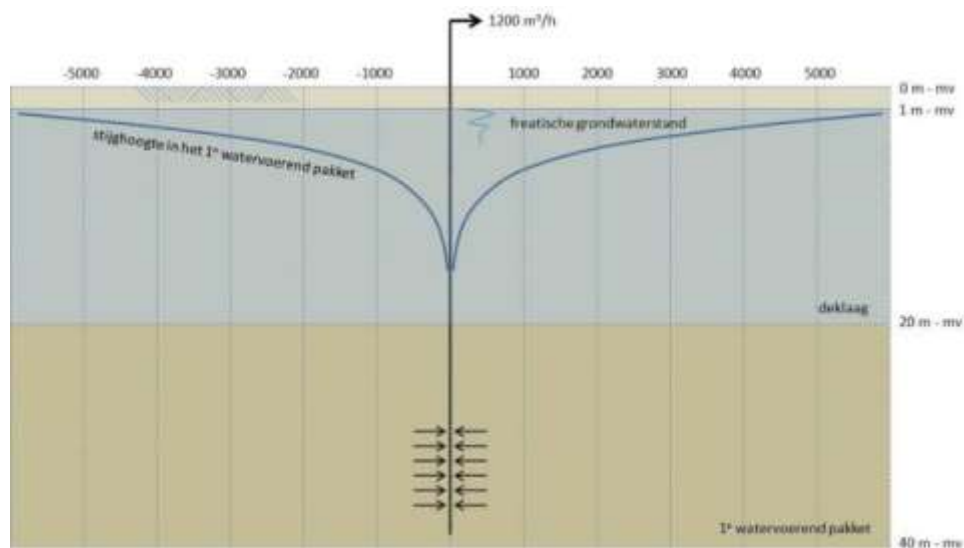
3

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.



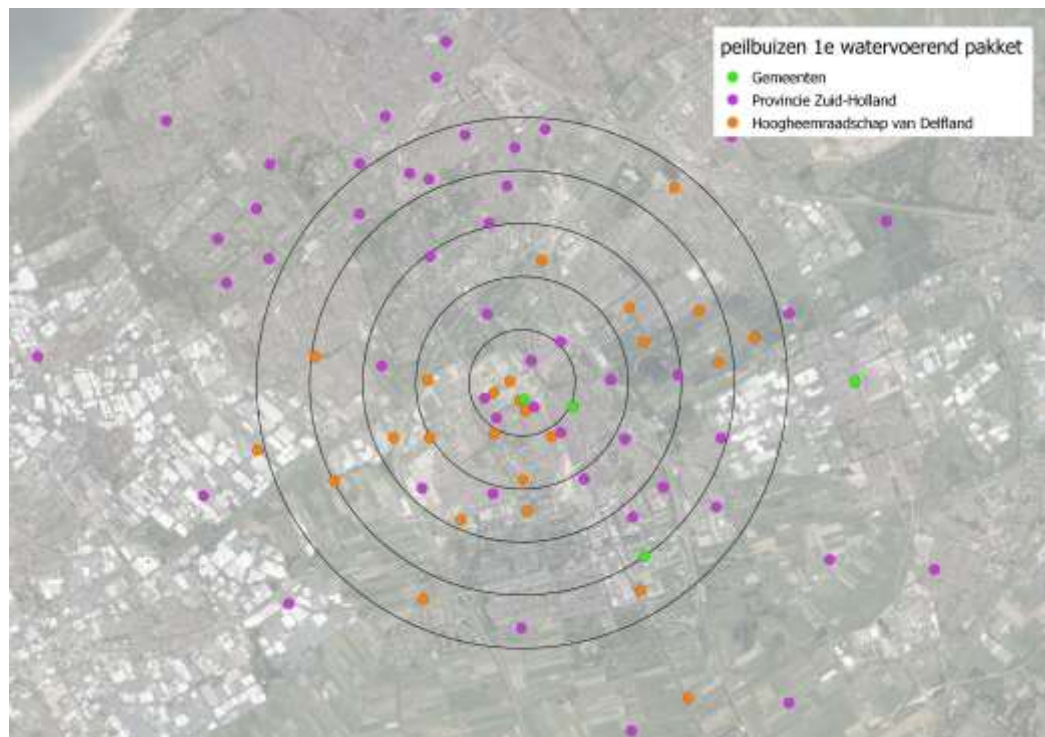
Figuur 6 Schematische weergave van onttrekkingskegel

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 10 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 76 actieve buizen in 2021.

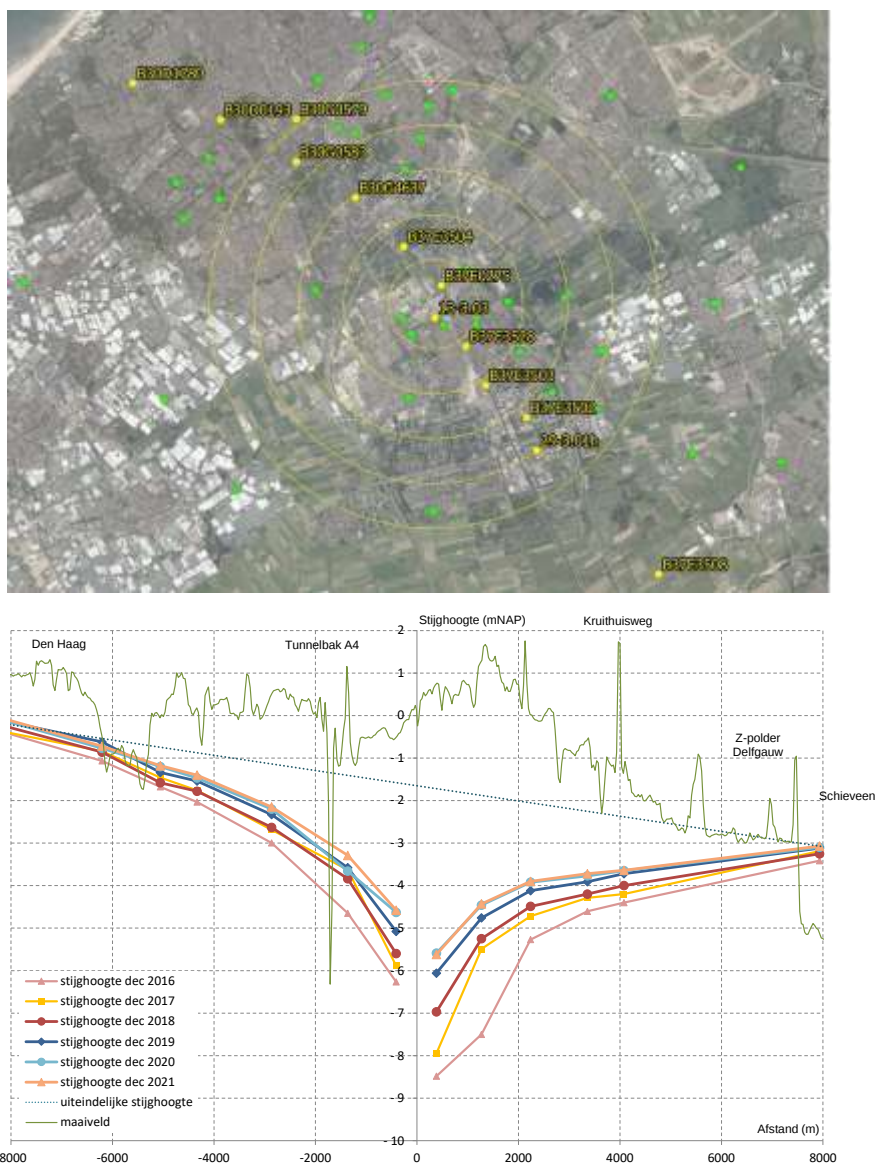


Figuur 7 Het netwerk van peilbuizen in het eerste watervoerend pakket. De cirkels bevinden zich op 1 tot 5 km van de onttrekking.

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 2021. 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. Ook is te zien dat in 2021 de stijghoogte om en nabij gelijk is aan 2020.



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. In de praktijk wordt de stijghoogte elk uur gemeten en automatisch naar een centrale database verstuurd.



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

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

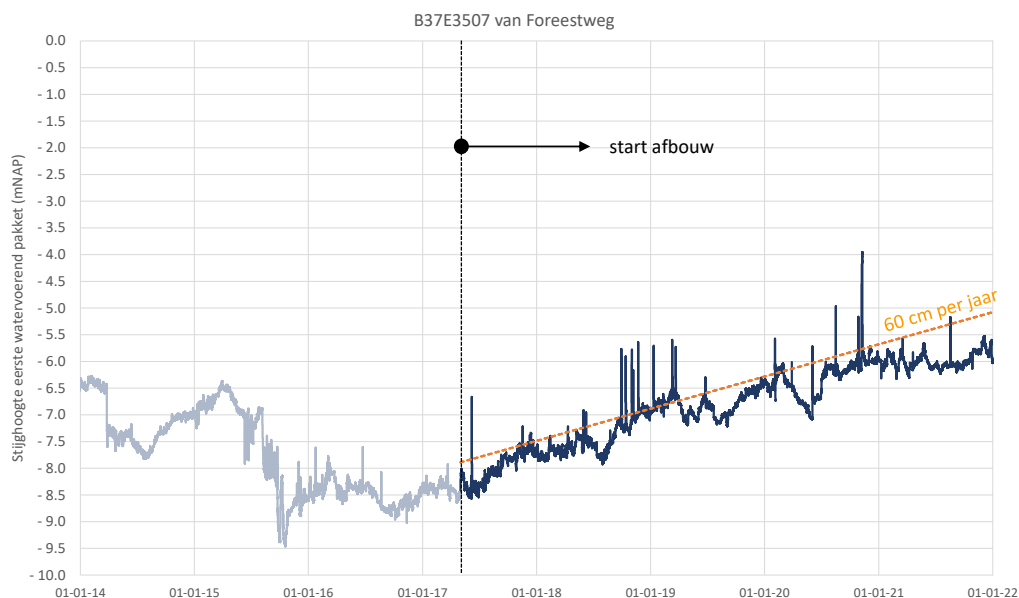
Tabel 2 Gemeten gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket in dec 2016 t/m 2021.

Peilbuis	Straat	Gemeten dec 2016 (mNAP)	Gemeten dec 2017 (mNAP)	Gemeten dec 2018 (mNAP)	Gemeten dec 2019 (mNAP)	Gemeten dec 2020 (mNAP)	Gemeten dec 2021 (mNAP)	Bovengrens afbouwstap (mNAP)
B37E3507	Foreestweg	-8.6	-7.7	-6.9	-6.5	-5.9	-5.8	-5.1
B37E0275	't Jaagpad	-6.5*	-6.0	-5.7	-5.1	-4.6	-4.6	-4.3
B37E3473	Doelenstraat	-6.1*	-5.4	-5.1	-4.6	-4.4	-4.4	-3.8
B37E0312	B. Powellpad	-5.1	-4.6	-4.5	-4.0	-3.8	-3.8	-3.4
B37E3502	B. vd Polweg	-4.6	-4.3	-4.2	-3.9	-3.8	-3.7	-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.

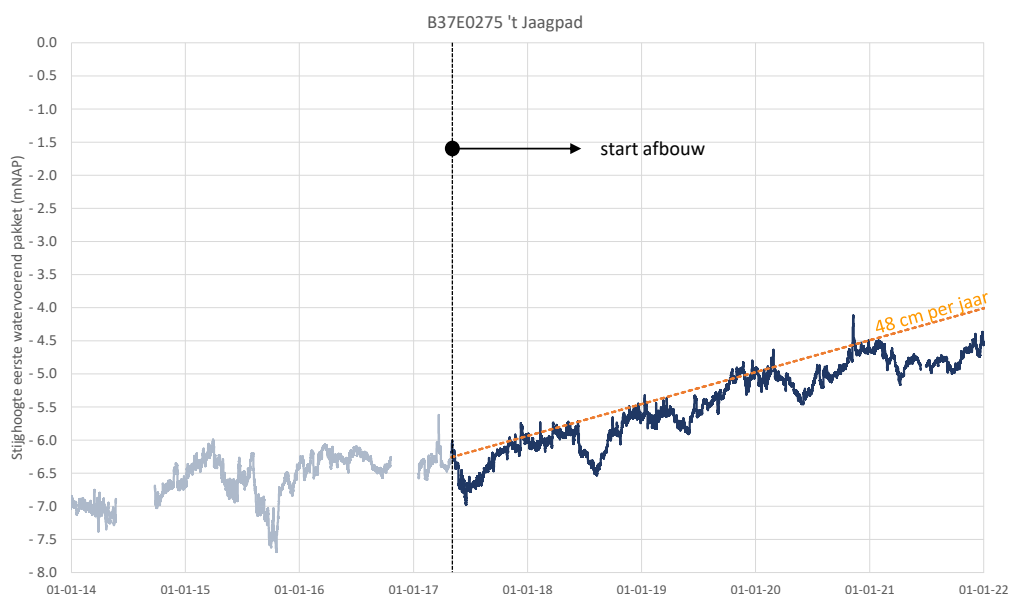
In Figuur 10 tot en met Figuur 14 zijn van deze 5 peilbuizen de metingen tussen januari 2014 tot en met december 2021 opgenomen.

In Figuur 10 van de Foreestweg is de hoogst gemeten stijghoogte kortstondig -3.95 mNAP op maandagochtend 9 november 2020 om 11:00 uur. Dit omdat tussen 6 en 9 november een gedeelte van de installatie niet heeft gedraaid. De laatst gemeten waterstand in 2021 was -6.03 mNAP. De Oranje stippellijn stijgt 60 cm per jaar.



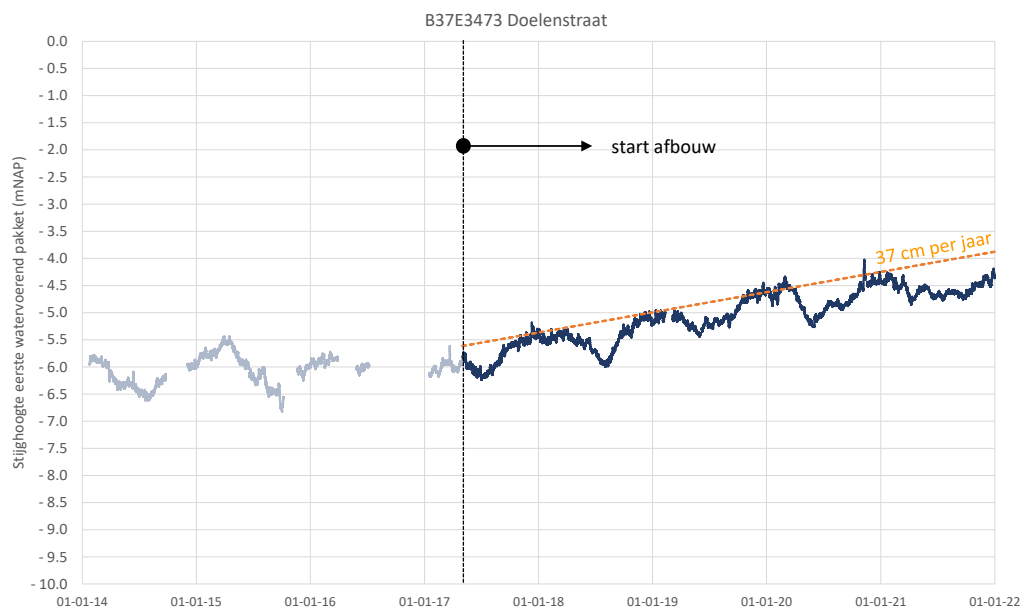
Figuur 10 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2022 aan de Foreestweg.

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 2021 was -4.57 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 48 cm per jaar.



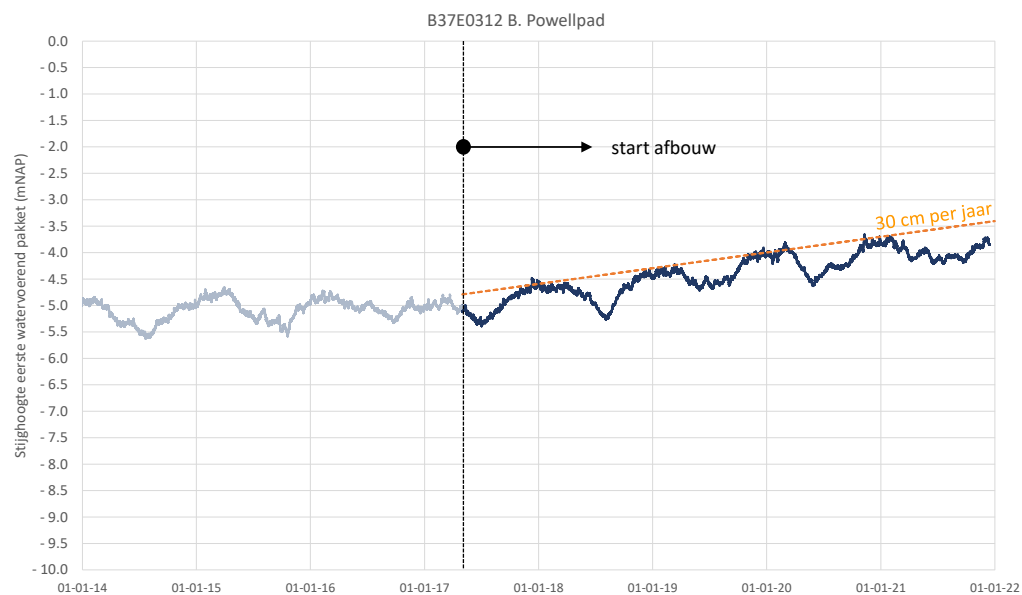
Figuur 11 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2022 aan 't Jaagpad.

In Figuur 12 staan de metingen van de Doelenstraat. 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 2021 was -4.36 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 37 cm per jaar.



Figuur 12 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2022 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 2021 was -3.85 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 30 cm per jaar.



Figuur 13 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2022 aan het Baden Powellpad.

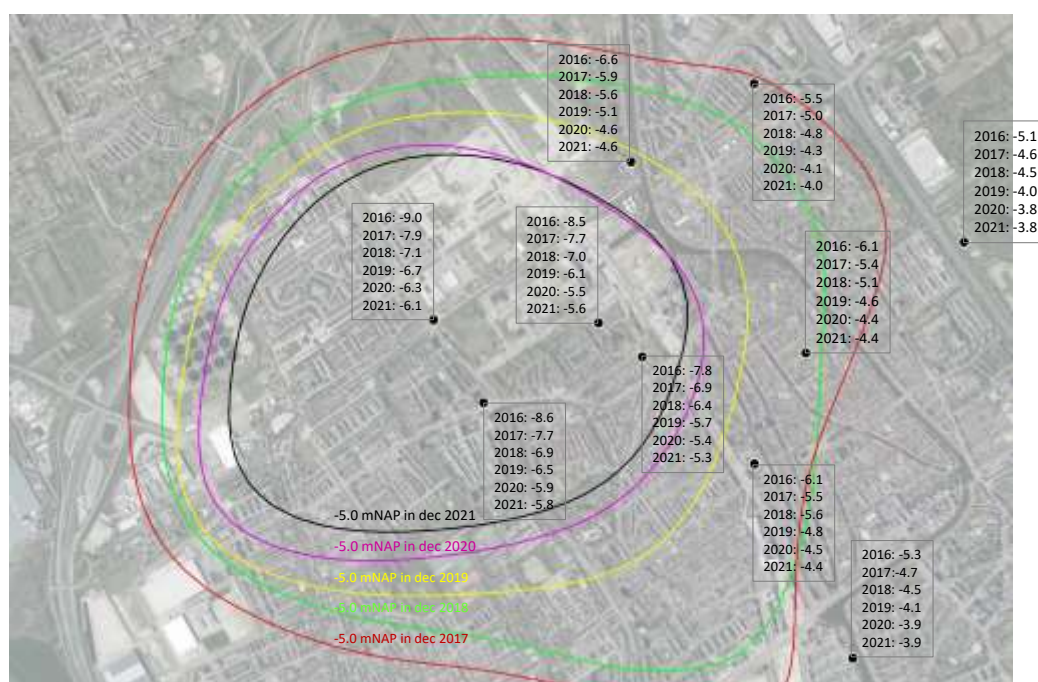
In Figuur 14 staan de metingen van de hoek Balthasar van der Polweg/Mekelpark. De hoogst gemeten stijghoogte is -3.73 mNAP op 9 november 2020 om 16:00 uur. De laatst gemeten stijghoogte van 2021 was -3.73 mNAP. De oranje stippellijn stijgt 20 cm per jaar.



Figuur 14 Stijghoogte in het 1e wvp tussen 1-1-2014 en 1-1-2022 aan de Balthasar van der Polweg.

3.5 De -5 meter NAP isohypse in de afgelopen jaren

Met de gemiddelde metingen in december van de peilbuizen in het eerste watervoerend pakket is voor elk jaar de -5 mNAP isohypse geïnterpoleerd (Zie Figuur 15). Door de afbouwstappen komt de -5 mNAP isohypse steeds dichterbij de onttrekking te liggen.

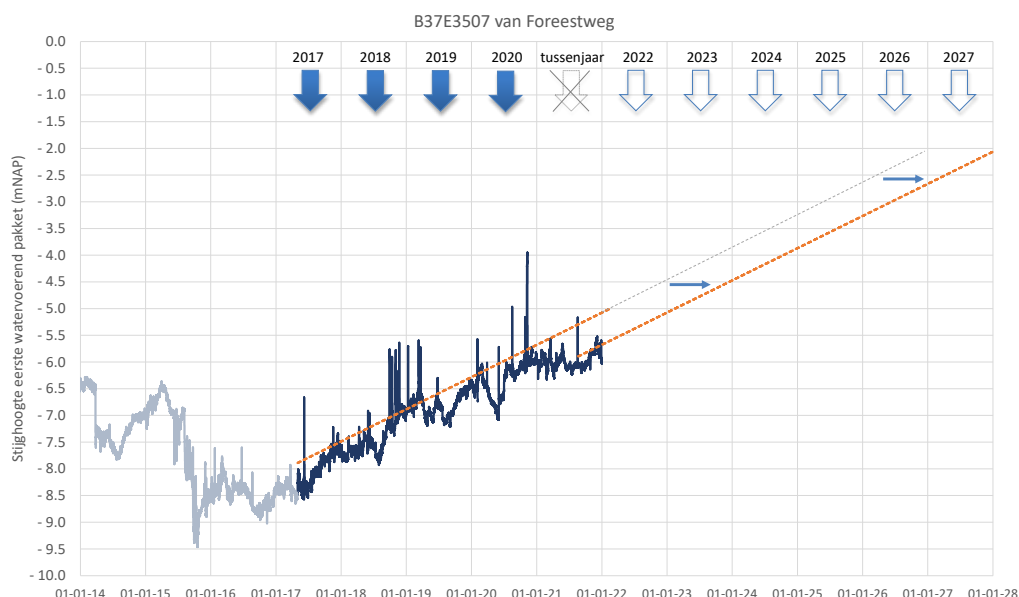


Figuur 15 De -5 mNAP isohypsen en stijghoogtes in de afgelopen jaren rond de onttrekking.

3.6 De komende jaren

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

Deze stapgroottes in de toename van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket laten zich goed extrapoleren naar de toekomst. Praktisch zijn er nog 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 meter zal stijgen, zal de uiteindelijke stijghoogte 3.6 meter hoger komen te liggen. De huidige stijghoogte nabij de onttrekking is circa -5.6 mNAP (zie ook Figuur 16). Bij elkaar opgeteld komt de stijghoogte dan eind 2027 op circa -2.0 mNAP. Uiteraard zal jaarlijks gecontroleerd worden of dat nog steeds zo is, alvorens er tot een volgende stap wordt besloten.



Figuur 16 Stijghoogte in het 1e wvp aan de Foreestweg De prognose voor eind 2027 is een stijghoogte van ongeveer -2.0 mNAP. De stijghoogte zal dus nog zo'n 3.6 meter stijgen.

4

Freatische grondwaterstanden

4.1 Algemeen

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

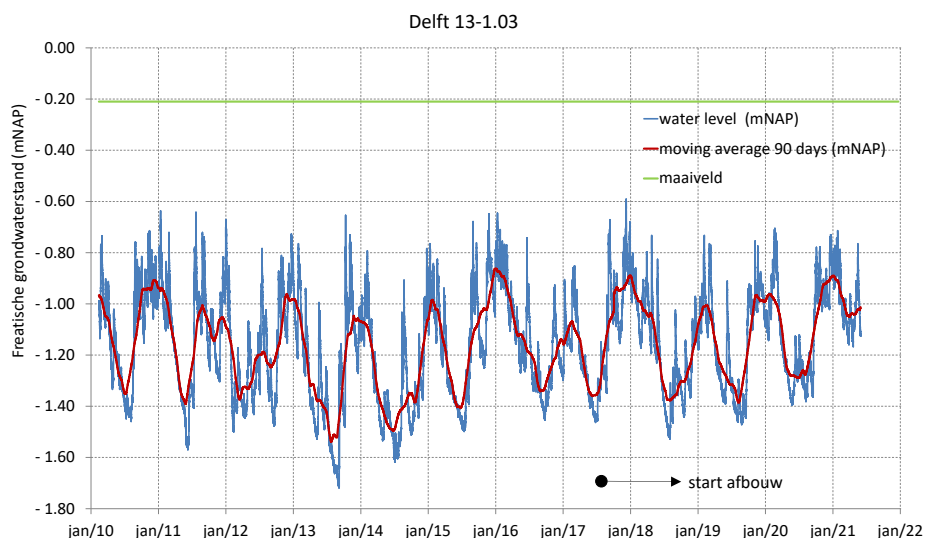
Om te monitoren of en hoe de grondwaterstanden veranderen, is door de gemeenten Rijswijk, Westland, Leidschendam-Voorburg, Midden-Delfland, Pijnacker-Nootdorp, Den Haag en Delft in de afgelopen jaren een grondwatermeetnet aangebracht. Daarnaast heeft het Hoogheemraadschap van Delfland een aantal peilbuizen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

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.

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

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

* Voor 2021-2022 is de grondwaterstand nog niet bepaald. De laatste waarneming is van 8 juni 2021. De drukopnemers wordt 2 x per jaar uitgelezen en deze is binnenkort weer aan de beurt.

4.3 De ontwateringsdiepte bij alle peilbuizen

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

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

Gemeente	Aantal peilbuizen (2013)	Aantal peilbuizen (2021)
Delft	201	242*
Westland	156	171
Leidschendam-Voorburg	90	94
Pijnacker-Nootdorp	101	112
Rijswijk	59	57
Den Haag	29	29
Midden-Delfland	25	29
HH Delfland**	29	37
Totaal	690	771

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

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

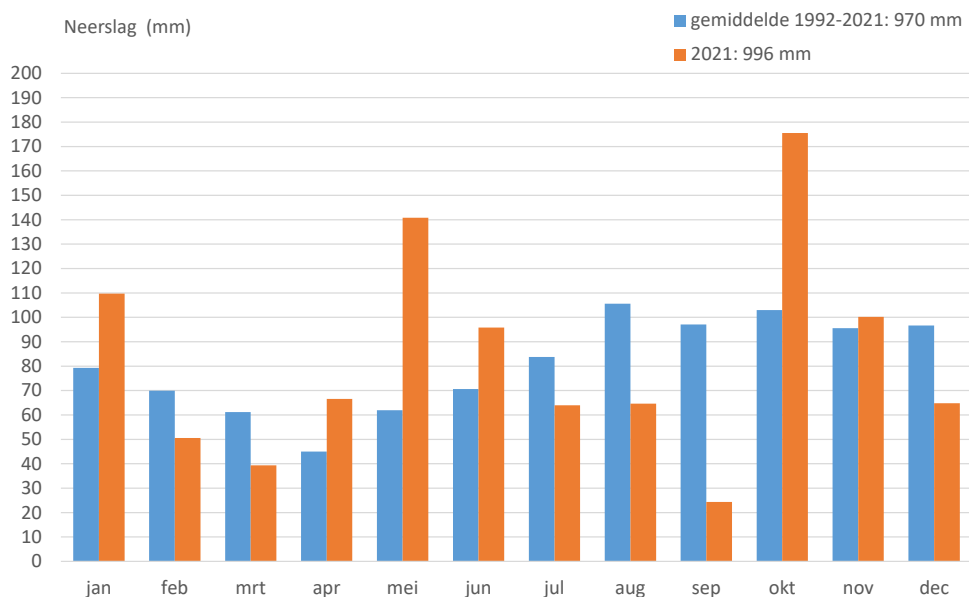
Van deze 771 peilbuizen in 2021 komt niet altijd data door. Bij 70% van deze peilbuizen zijn de gegevens nagenoeg compleet. Bij de circa 30% ontbreken nog meer dan 30 dagen door:

- Een defect aan de drukopnemer;
- Een (tijdelijk) niet toegankelijke peilbuis;
- De laatste uitleesronde voor 1 december 2021 was;

Wanneer sprake is van een defecte drukopnemer of peilbuis niet meer toegankelijk is, zijn de data voor die periode verloren. Als een peilbuis tijdelijk niet toegankelijk is, of de laatste uitleesronde voor 1 december was, worden de data bij de volgende uitleesronde in het voorjaar van 2022 aangevuld.

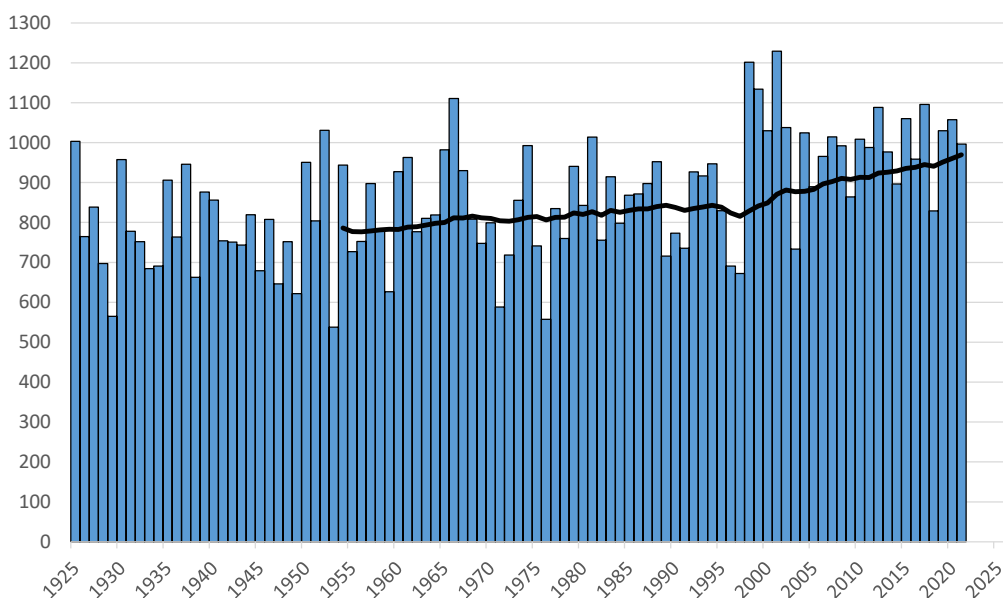
Op circa 85% van de locaties was het natter in 2021/2022 dan het gemiddelde van voorgaande jaren. Deze toename in freatische grondwaterstanden is onafhankelijk van de afstand tot de onttrekking.

Qua totale neerslag was 2021 een gemiddeld jaar: 996 mm tegen gemiddeld 970 mm. Gedurende het jaar waren er wel hele natte en hele droge maanden. In 2021 waren de maanden mei en oktober erg nat. In mei viel 141 mm en in oktober 176 mm neerslag. Terwijl in de afgelopen 30 jaar in Delft gemiddeld in mei 62 mm en in oktober 103 mm is gevallen (Zie Figuur 19). Daarentegen was vooral september weer heel droog met 24 mm neerslag. Het gemiddelde van de afgelopen 30 jaar was 97 mm in september.



Figuur 19 Gemiddelde neerslag per maand in Delft en de neerslag van 2021. Het afgelopen jaar was een gemiddeld jaar (bron: KNMI dagwaarnemingen station 449 Delft).

Sinds gestart is met de afbouw waren nagenoeg alle jaren - op 2018 na - natter dan gemiddeld. Het lijkt er op dat er meer natte dan droge jaren optreden. Voor Figuur 20 is de jaarneerslag van station Delft van het KNMI gebruikt. In Delft wordt sinds 1925 continu gemeten. De zwarte lijn is het voortschrijdend gemiddelde over een periode van 30 jaar. In de jaren zestig was het gemiddelde zo'n 800 mm. Vanaf 1998 klimt het gemiddelde sterk en is inmiddels 970 mm per jaar. Van de afgelopen 30 jaar waren er 24 jaren natter dan het gemiddelde en 6 droger.



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

4.4 Peilbuizen in het centrum van Delft

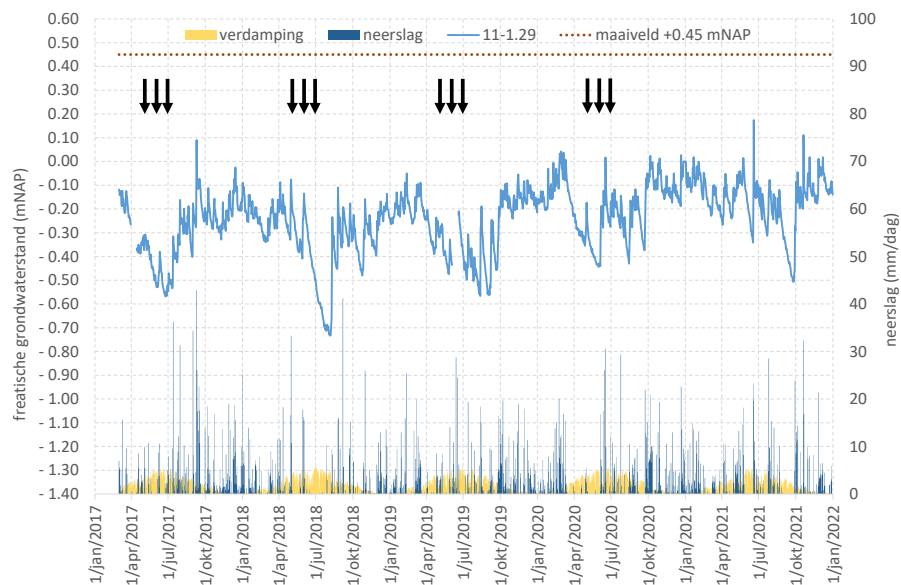
In overleg met de bewonersverenigingen in het centrum van Delft zijn in maart 2017 een zestal nieuwe peilbuizen geplaatst. Hiervoor zijn locaties uitgekozen waar verwacht wordt dat overlast door hoge grondwaterstanden in het centrum het eerst merkbaar wordt. De locaties van deze buizen zijn:

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

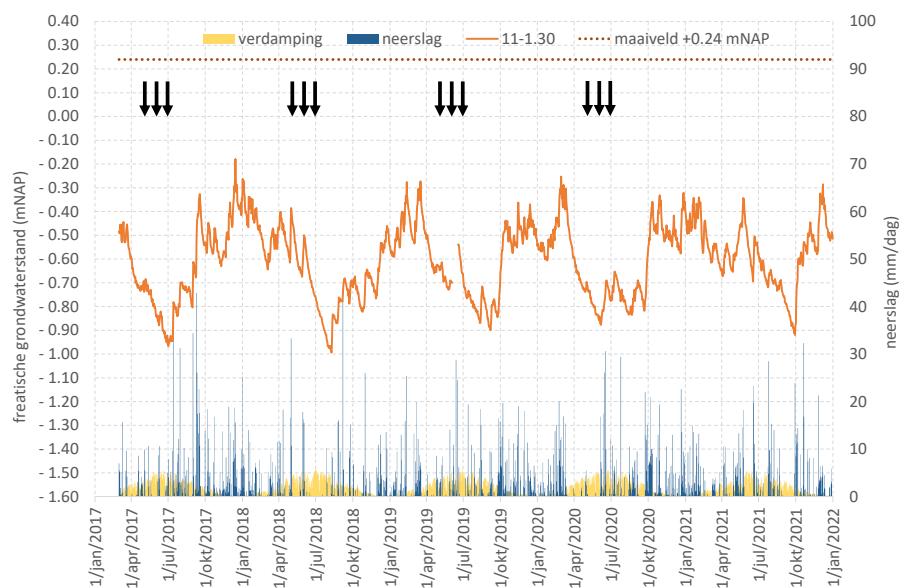
In Figuur 21 zijn deze locaties opgenomen en in Figuur 22 tot en met Figuur 27 zijn de metingen vanaf 1 maart 2017 tot 1 januari 2022 opgenomen. Door het droge jaar 2018 (met 829 mm) en natte jaren 2019 (met 1030 mm) en 2020 (met 1061 mm) en het gemiddelde jaar 2021 (970 mm) is afhankelijk van de locatie, 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.



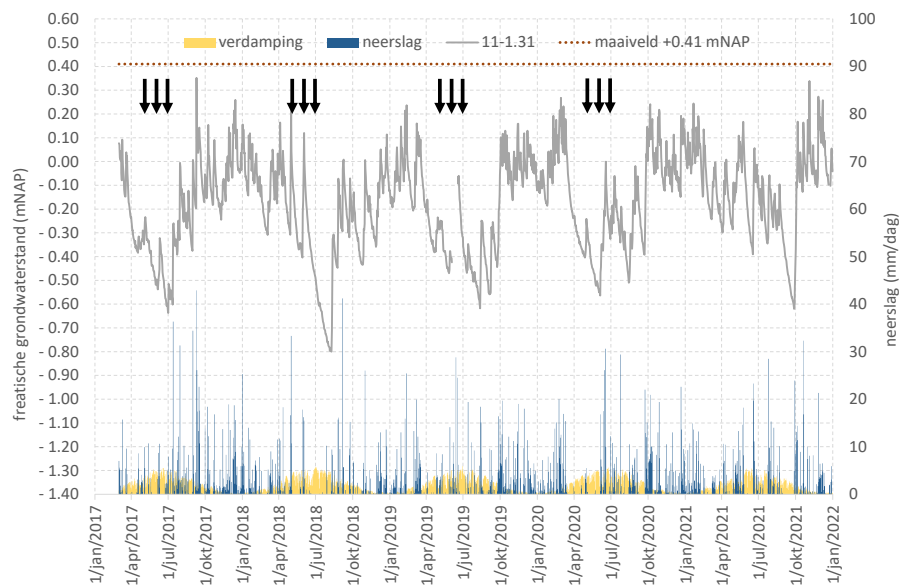
Figuur 21 De locaties van de in maart 2017 geplaatste peilbuizen in het centrum van Delft



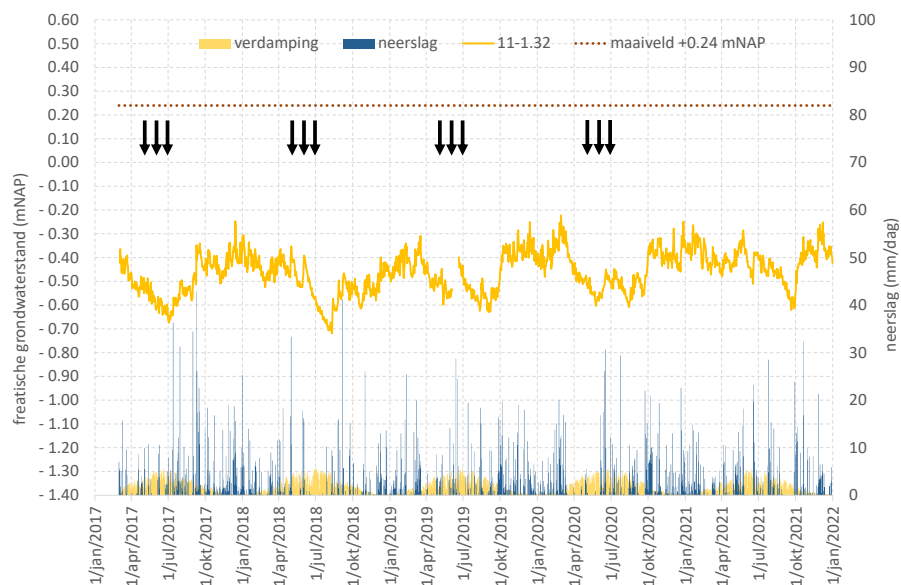
Figuur 22 Freatische grondwaterstanden in de Houthaak. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 74 cm onder maaiveld. In 2018 was dit 77 cm, in 2019 was dit 72 cm, in 2020 64 cm en in 2021 61 cm.



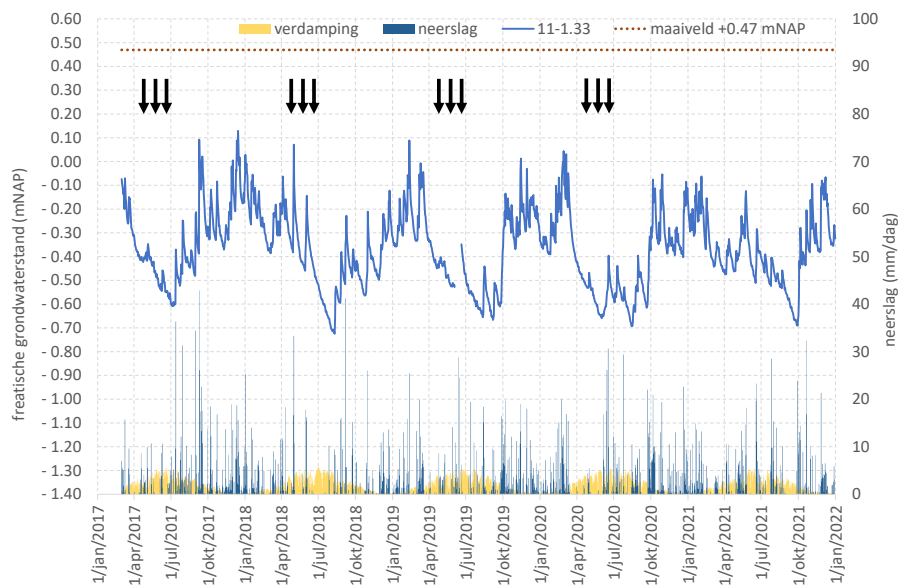
Figuur 23 Freatische grondwaterstanden in de Doelenstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 88 cm onder maaiveld. In 2018 was dit 87 cm onder maaiveld. In 2019 was dit 83 cm, in 2020 85 cm en in 2021 81 cm.



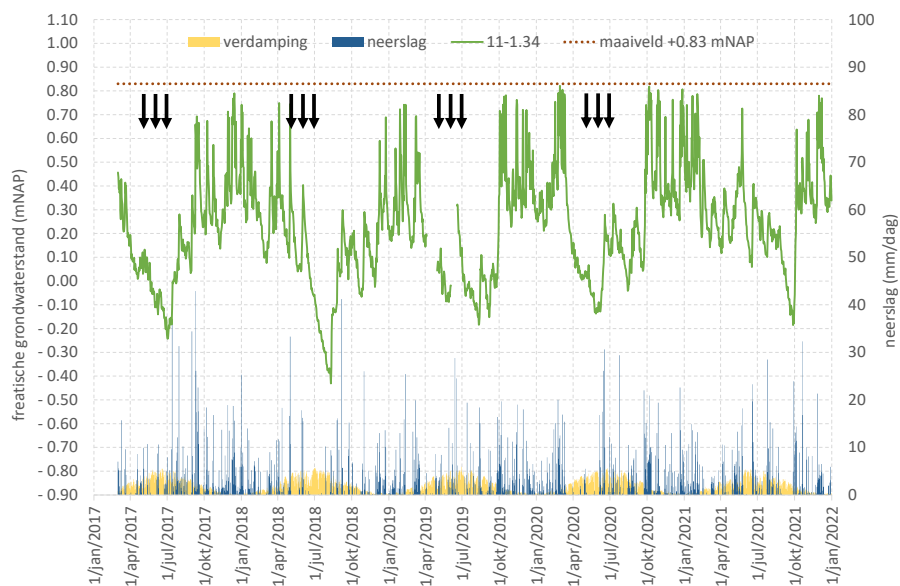
Figuur 24 Freatische grondwaterstanden in de van der Mastenstraat. Gemiddeld zat de grondwaterstand in 2017 op 62 cm onder maaiveld. In 2018 op 65 cm onder maaiveld, in 2019 was dit 60 cm, in 2020 56 cm en in 2021 53 cm.



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



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



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

4.5 De komende jaren

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

De monitoringstrategie is om voor alle peilbuizen het 90 dagen voortschrijdend gemiddelde van de afgelopen jaren te blijven bepalen. Voor zowel de peilbuizen ver weg

als in de buurt van de onttrekking, levert dit een beeld op van hoe de gemiddelde grondwaterstand fluctueert.

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

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

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

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

5

Deformatie van maaiveld

5.1 Algemeen

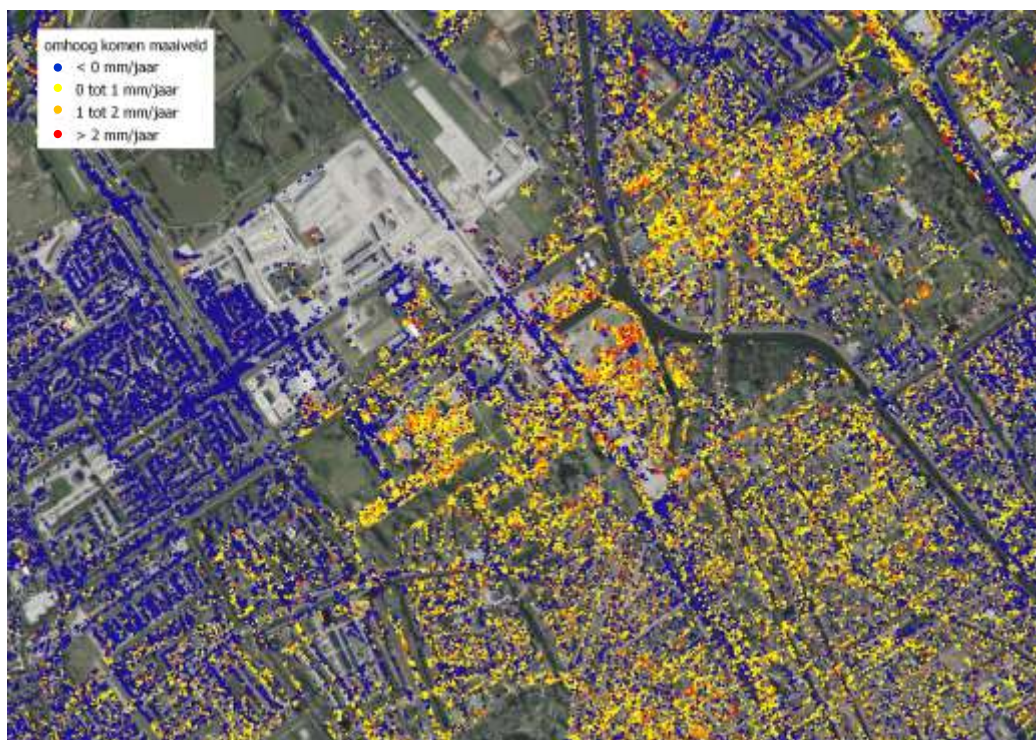
Verwacht wordt dat wanneer de grondwateronttrekking stapsgewijs wordt gereduceerd, de waterspanning in de ondergrond verandert, waardoor de samendrukbare bodemlagen iets zullen terugveren. Door Deltares is in 2008 geschat (Deltares, 2008) dat bij een volledige stopzetting het maaiveld binnen de grenzen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

5.2 De afgelopen jaren

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

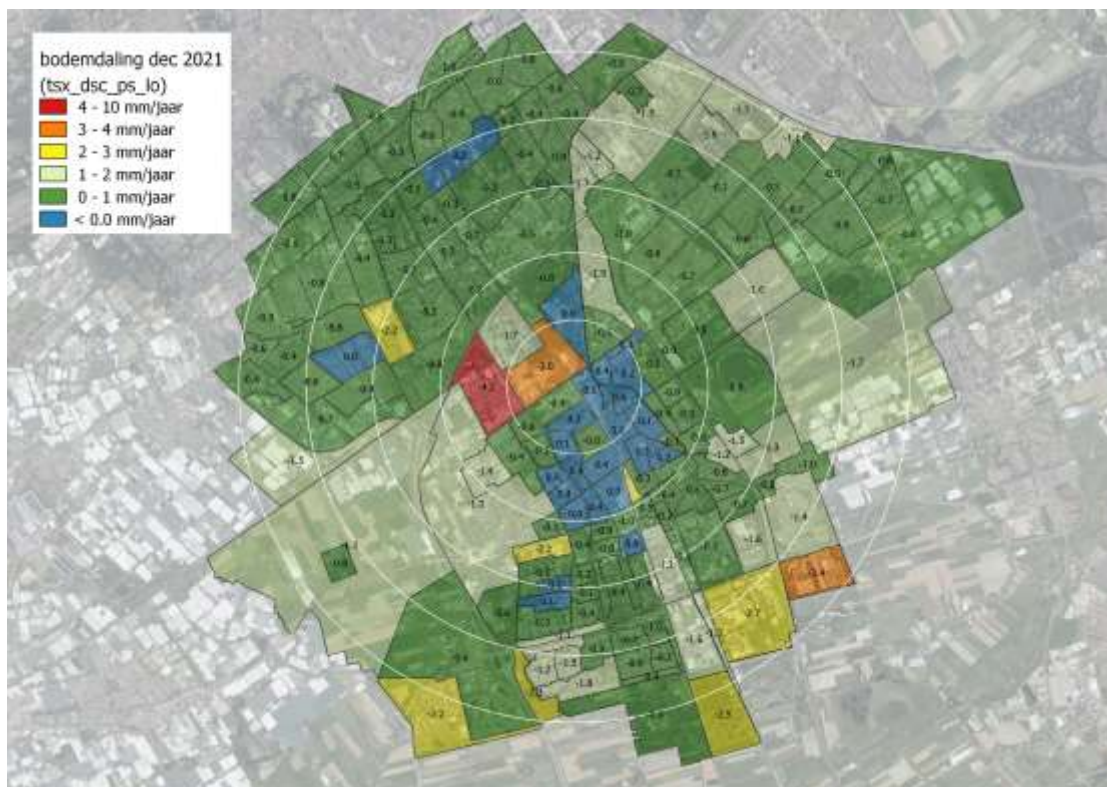
De deformatie rond de onttrekking over de periode januari 2020 tot en met december 2021 is in Figuur 28 weergegeven. Een periode van twee jaar wordt gebruikt omdat dan de trend in de bodemdaling over zo'n 60 meetpunten kan worden bepaald. Bij een (te) korte periode gaan bijvoorbeeld kleine verschillen tussen seizoenen de trend in deformatie beïnvloeden.



Figuur 28 Deformatie van maaiveld in en om Delft in de periode 2020–2021.

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

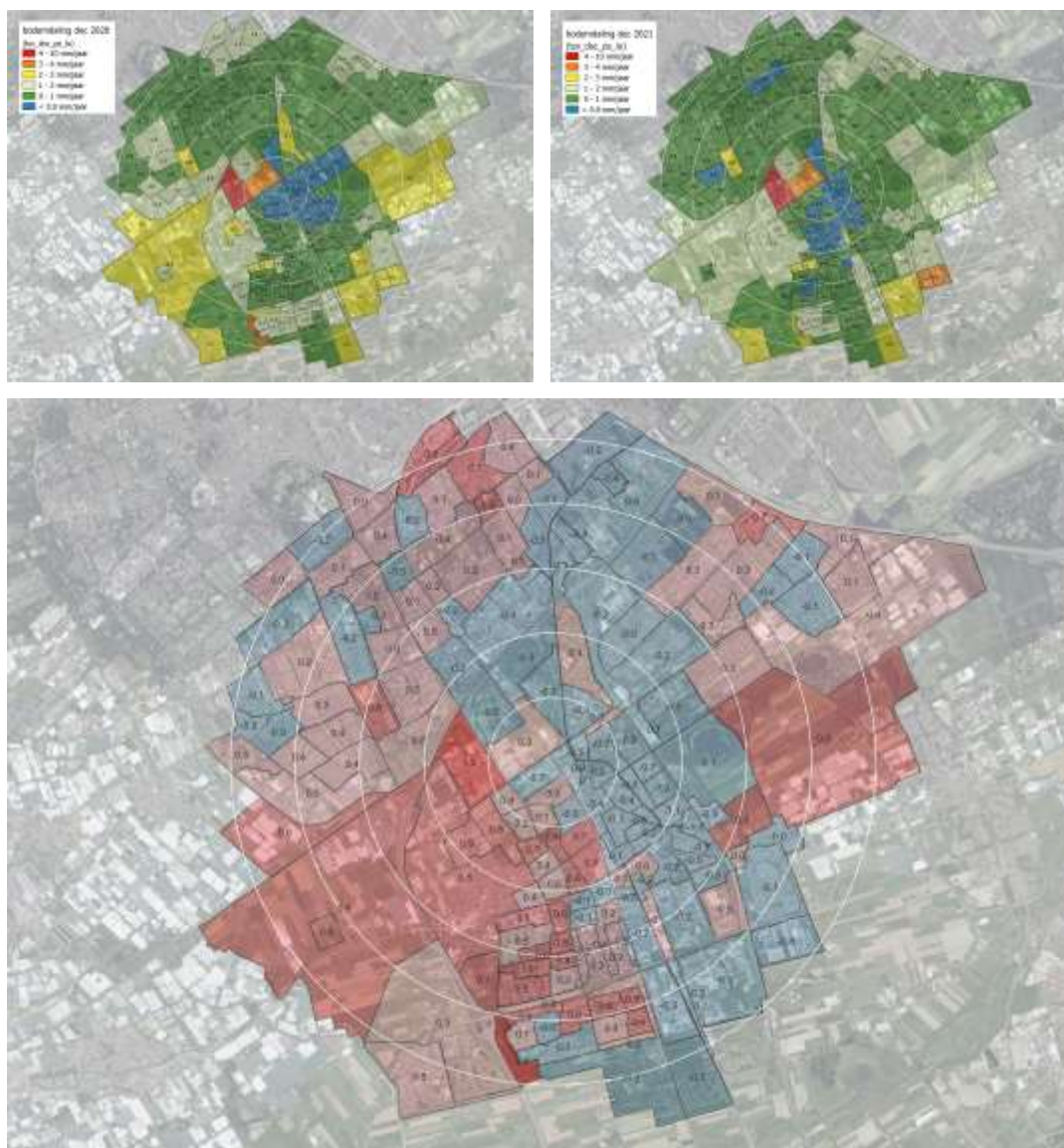
Om een goed beeld te krijgen van de hele omgeving is het nodig om uit te zoomen. In het hele gebied komen locaties voor die omhoogkomen en zakken. In Figuur 29 is voor iedere buurt in de omgeving van Delft de gemiddelde deformatie van het maaiveld berekend uit alle beschikbare punten over de periode januari 2020 tot en met december 2021. In alle blauwe buurten komt het maaiveld omhoog.



Figuur 29 Gemiddelde maaiveld daling in mm per jaar en rond Delft in de periode 2020-2021.

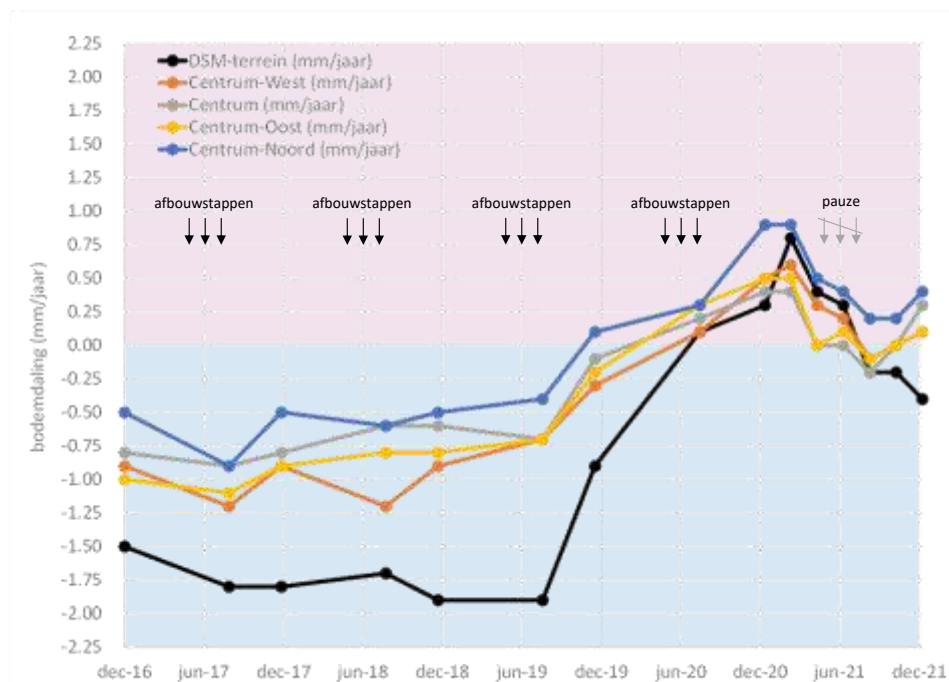
Wanneer de grondwateronttrekking de oorzaak is van deze verandering in bodemdaling, zal deze verandering groter zijn in de buurt van de onttrekking. Dit omdat daar ook de verandering in stijghoogte het grootst is. Voor Figuur 30 is het verschil in bodemdaling tussen 2019-2020 en 2020-2021 bepaald. In alle oranjegebieden is de verandering in deformatie van maaiveld omhoog en in de lichtblauwe gebieden is de verandering in deformatie omlaag.

In veel gebieden zijn de verschillen klein: +0.1, 0.0 of -0.1 mm. Wat opvalt is dat de gebieden die in het Centrum van Delft in 2020 nog omhoogkwamen, wat zijn gestabiliseerd. Zo kwam Centrum-Noord eind 2020 nog met +0.9 mm/jaar omhoog. Dit is nu gezakt naar +0.4 mm/jaar. Ten zuiden van het DSM-terrein gebeurt nu het omgekeerde. Zo ging de Olofsbuurt eind 2020 nog met -0.3 mm/jaar omlaag en nu met +0.4 mm/jaar omhoog. Er zijn geen gebieden die harder dan +0.4 mm per jaar omhoogkomen.



Figuur 30 Verschil in deformatie van maaiveld tussen 2019-2020 en 2020-2021. In de oranjeroze gebieden is de bodemdaling afgenomen. In de blauwe gebieden is de bodemdaling toegenomen.

De afgelopen jaren is elk jaar de gemiddelde maaiveldddaling per buurt bepaald (zoals in Figuur 28 is weergegeven). Voor Figuur 31 zijn deze gegevens van het DSM-terrein en de buurten in het centrum van Delft achter elkaar gezet. Vanaf grofweg juni 2019 is de bodemdaling afgenomen en vanaf juni 2020 omgeslagen in zwel. Na februari 2021 herstelt de situatie zich naar een stabiele situatie tussen de -0.4 en +0.4 mm per jaar.



Figuur 31 Gemiddelde maaiveldaling in mm per jaar in de buurten Centrum-West, Centrum-Oost, Centrum-Noord, Centrum en op het DSM-terrein in de periode 2016–2021.

Alle punten die in de jaren 2020 en 2021 met 1.5 mm per jaar omhooggekommen zijn, zijn in Figuur 32 weergegeven. Opvallend zijn een paar clusters op het DSM-terrein en het verdiepte stuk van de A4 bij de afslag Rijswijk. Daarnaast zijn er veel losliggende punten die iets omhooggekommen zijn t.o.v. eerdere jaren. Een deel van deze veranderingen zijn het gevolg van bijvoorbeeld bouwwerkzaamheden en groeiende bomen etc.



Figuur 32 Locaties in de omgeving van Delft waar het maaiveld de afgelopen 2 jaar met 1.5 mm per jaar is gestegen. De zwarte punten zijn van de opgaande baan van de TerraSAR-X satelliet en de blauwe van de neergaande baan

5.3 De komende jaren

In de afgelopen jaren is de bodemdaling afgeremd en op en rond 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 tussen de -0.4 tot +0.4 mm per jaar. (zie Figuur 29, 31 en 32). Wanneer in 2022 een volledige afbouwstap wordt doorgevoerd zal het maaiveld waarschijnlijk weer sneller omhoog gaan komen. Zo lang dit onder om en nabij de +2 mm per jaar blijft is dit in overeenstemming met de geformuleerde beleidsuitgangspunten.

Nu zijn echter, zoals hiervoor reeds beschreven, de laatste pompen op het DSM-terrein stilgezet. Deze verschuiving geeft een verandering in stijghoogte aan de oostkant van het DSM-terrein in Delft-Noord die voor de deklaag vergelijkbaar is met een kleine afbouwstap. Het vermoeden is dan ook dat door deze verandering in stijghoogte de zwel tussen januari en mei 2022 al zal toenemen. Om deze reden wordt aanbevolen een beperkte afbouwstap te nemen en deze af te stemmen op de waarnemingen van de veranderingen in de bodembeweging in de komende maanden. Zodat eind 2022 de totale verandering in stijghoogte gedurende dit jaar vergelijkbaar is met de eerder waargenomen veranderingen in stijghoogte tussen 2017 en 2020.

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 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:

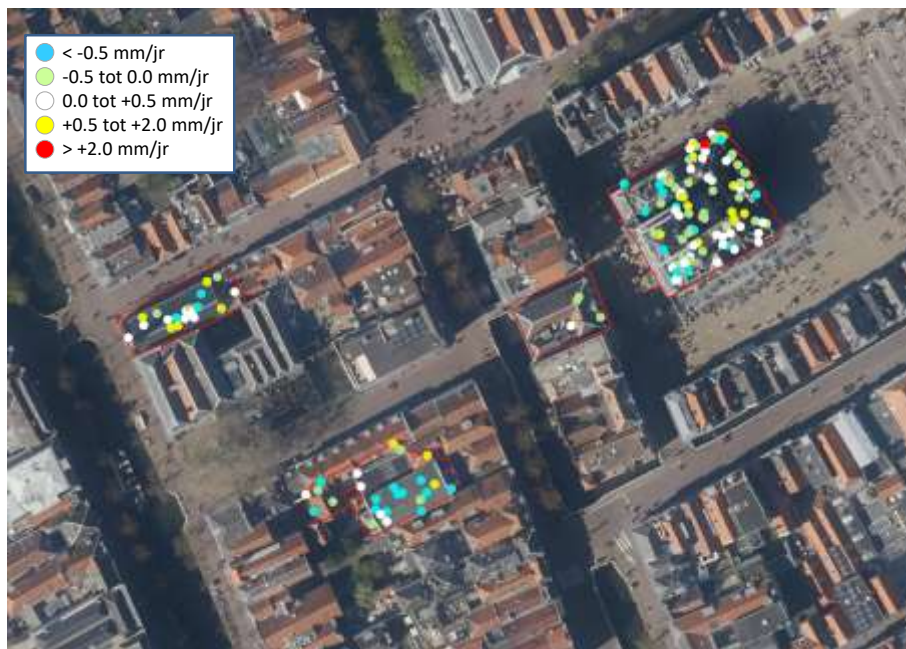
- Stadhuis/Waag/Hippolytuskapel/Genestetkerk.
- Prinsenhof/Waalse Kerk.
- Oude kerk.
- Nieuwe Kerk.

Stadhuis/Waag/Hippolytuskapel/Genestetkerk

Voor de 4 monumenten Stadhuis, Waag, Hippolytuskapel en Genestetkerk zijn er in de periode over 2020-2021 in totaal 254 punten beschikbaar (Zie Figuur 34). Per gebouw is van deze meetpunten het gemiddelde van de deformatiesnelheid bepaald:

- Het stadhuis kwam met 0.0 mm/jaar omhoog (was over 2019-2020 +0.3 mm/jaar);
- De Waag kwam met +0.1 mm/jaar omhoog (was over 2019-2020 +1.4 mm/jaar);
- De Hippolytuskapel met +0.3 mm/jaar (was over 2019-2020 +0.6 mm/jaar); en
- De Genestetkerk met 0.0 mm/jaar omhoog (was over 2019-2020 +0.5 mm/jaar).

De deformatie van deze gebouwen is in lijn met de deformatie van het maaiveld. Volgens Figuur 29 kwam het maaiveld in 2020-2021 in het centrum gemiddeld met +0.3 mm per jaar omhoog.



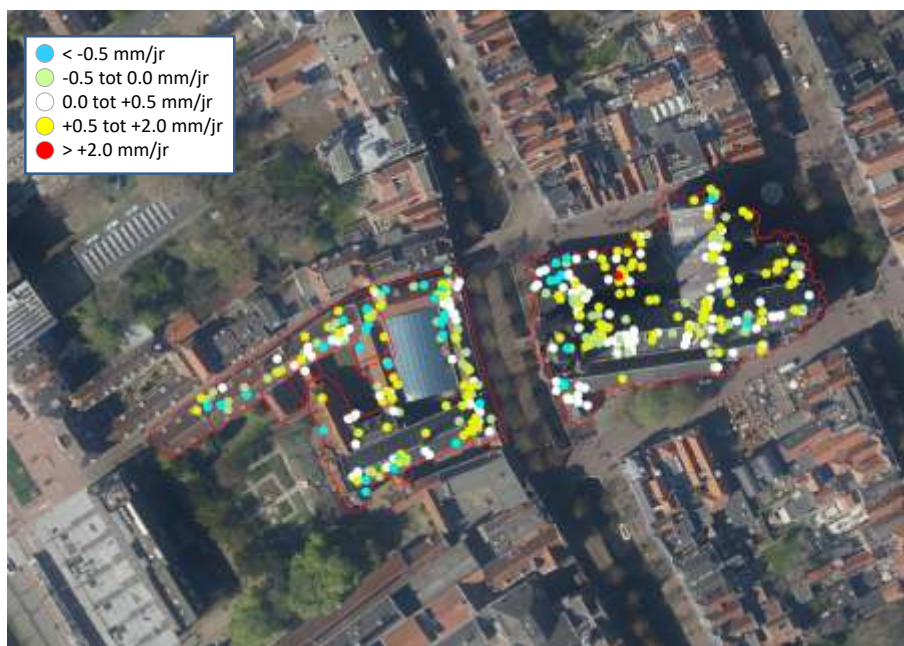
Figuur 34 Geselecteerde meetpunten Stadhuis, Waag, Hippolytuskapel en Genestetkerk

Prinsenhof/Waalse Kerk/Oude kerk

Binnen de omtrek van het Prinsenhof, Waalse Kerk en de Oude Kerk zijn er in de periode 2020-2021 in totaal 749 meetpunten (zie Figuur 35). Per gebouw is ook hier van de meetpunten het gemiddelde bepaald:

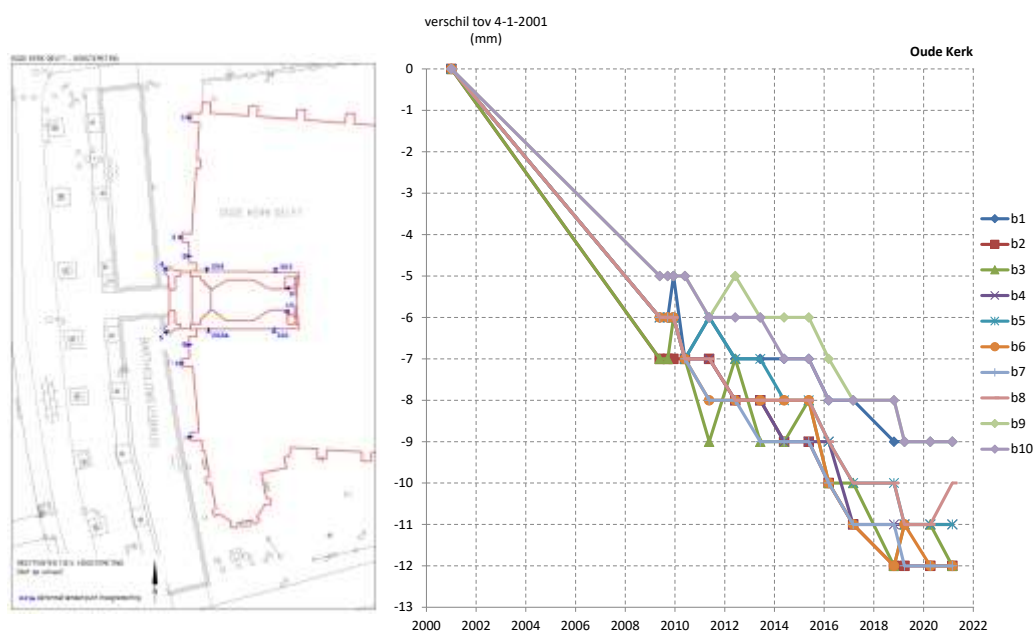
- Prinsenhof steeg met 0.0 mm per jaar (was over 2019-2020 +0.3 mm/jaar);
- Waalse Kerk steeg met +0.1 mm per jaar (was over 2019-2020 +0.2 mm/jaar);
- De Oude Kerk steeg met +0.3 mm per jaar (was over 2019-2020 +0.6 mm/jaar).

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



Figuur 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 hoogtemouten. Het resultaat van de metingen van de afgelopen jaren is weergegeven in Figuur 36. Alle hoogtemouten vertonen vanaf 2009 tot en met 2021 om en nabij hetzelfde gedrag als de TerraSAR-X metingen: een zinking 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 36 Metingen aan hoogtemouten aan de Oude Kerk

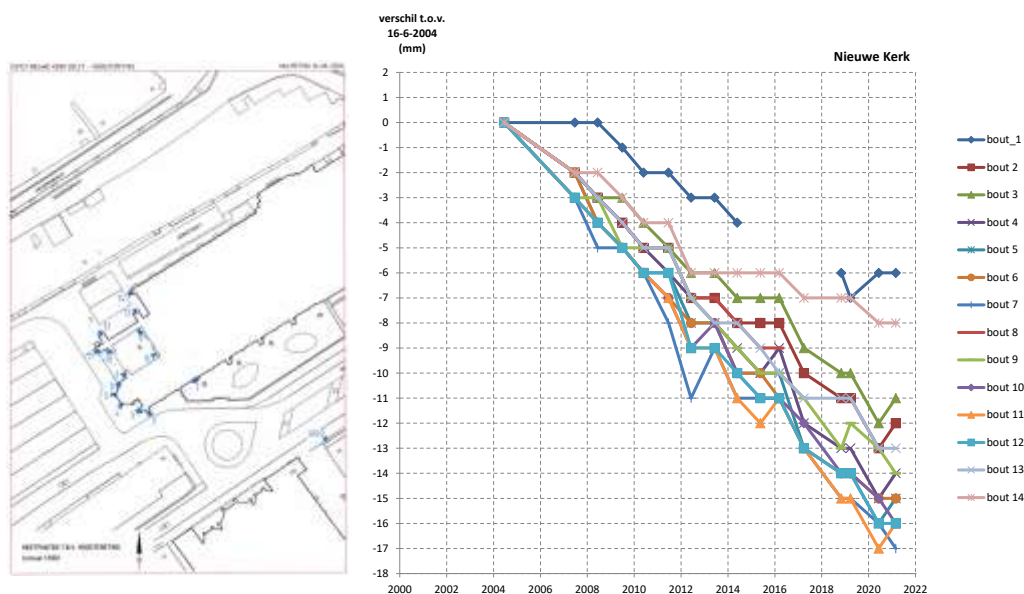
Nieuwe Kerk

Binnen de omtrek van de Nieuwe Kerk zijn er 448 meetpunten. De deformatie over de periode januari 2020 tot december 2021 is gemiddeld +0.2 mm per jaar, maar dit is niet gelijkmatig verdeeld. Rond de toren is de deformatie -0.3 mm per jaar (over 2019-2020 was dit +0.3 mm/ jaar). Terwijl de deformatie van het schip van de kerk +0.4 mm per jaar was (over 2019-2020 was dit +0.7 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 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.



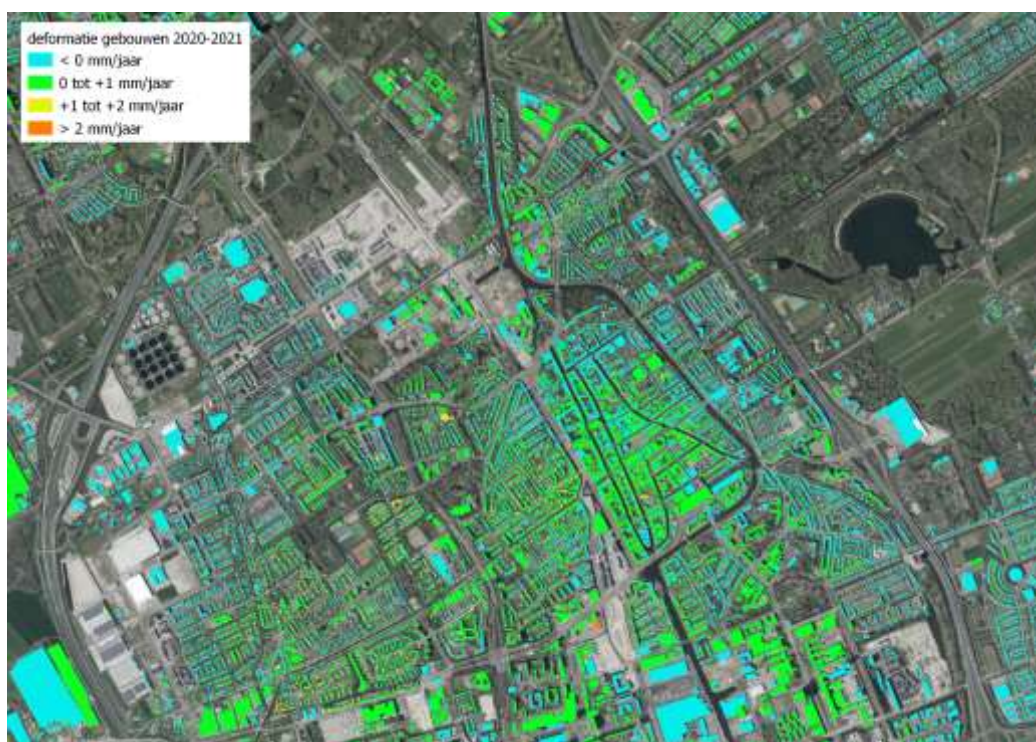
Figuur 38 Metingen aan hoogtebouten in de Nieuwe Kerk. Bout 8 is in 2017 verdwenen.

6.3 Deformatie bebouwing binnen een straal van 5 km

Voor de omgeving van Delft is uitgezocht welke gebouwen in de periode 2020-2021 het meest gezakt zijn. In totaal zijn 57 849 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 39 weergegeven. Alle zakkende panden zijn blauw gemarkeerd. De groene, gele en oranje panden komen omhoog.

Op en rond het DSM-terrein zakt het maaiveld zo'n -0.4 mm per jaar. In het centrum van Delft is dit +0.1 mm per jaar. In tegenstelling tot vorig jaar zijn er nagenoeg geen panden meer in de nabijheid van de grondwateronttrekking die meer dan 2 mm per jaar omhoogkomen.

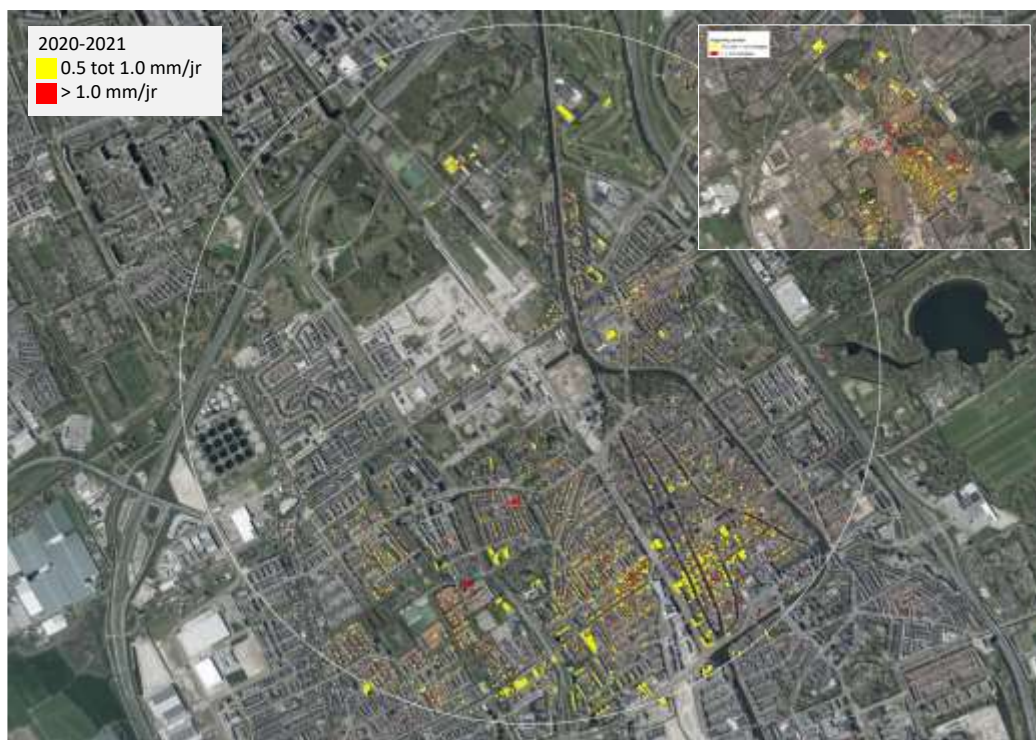
In de afgelopen jaren zakten - a.g.v. de bouwactiviteiten voor de Spoorsingelgarage - de panden langs de Spoorsingel. Het zakken van deze panden is dit jaar verder afgenomen en is nu minder dan 0.5 mm per jaar.



Figuur 39 Deformatie van panden in de omgeving van de onttrekking in de periode 2020–2021.

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 (2020-2021) 2000 panden en waren 3400 panden in 2019-2020. De rode panden zijn meer dan 1.0 mm per jaar omhooggekomen. Dit aantal is ook afgenomen: van 2800 panden in 2019-2020 naar 675 panden in 2020-2021.

Het bewegen van panden met 1 á 2 mm per jaar is niet zorgelijk. De natuurlijke fluctuatie waarmee panden tussen de zomer en winter bewegen is van dezelfde orde van grote.



Figuur 40 Gebouwen in Delft en omgeving in de periode januari 2020 tot december 2021 omhoog gekomen zijn. In de directe nabijheid van het DSM-terrein zijn er in 2020-2021 veel minder panden aan het stijgen dan in 2019-2020 (inzet).

6.4 De komende jaren

Voor de reductie van de grondwateronttrekking was de bodem op en rond het DSM-terrein aan het zakken. Door het reduceren van de grondwateronttrekking veren de samendrukbare bodemlagen iets terug. De strategie was en is om het afbouwen zodanig stapsgewijs door te voeren dat het maaiveld en de gebouwen niet harder omhoogkomen dan het maaiveld in het verleden is gezakt. Voor de binnenstad - met veel gebouwen op staal - betekent dit maximaal 1.0 mm per jaar omhoog. Of op het DSM-terrein maximaal 2.0 mm per jaar omhoog.

Door het tussenjaar 2021 zijn zowel het maaiveld als de daarop staande gebouwen op staal minder gaan stijgen dan in 2020. Het DSM-terrein zakt gemiddeld weer met zo'n -0.4 mm/jaar en het Centrum-Noord gemiddeld +0.4 mm per jaar. Dit is minder dan het maximum van 1.0 mm per jaar. Hierdoor is er ruimte voor een afbouwstap.

De verwachting is dat het recente stopzetten van de bronnen op het DSM-terrein in januari 2022 door de ondergrond wordt gevoeld als een kleine afbouwstap. Wanneer nu in de zomer, net als de afgelopen jaren, de onttrekking ook met een stap van 120 m³ per uur zou worden afgebouwd, zal het maaiveld en de gebouwen mogelijk harder gaan stijgen dan de afgelopen jaren. Om dit te voorkomen wordt aanbevolen om de eerste maanden van 2022 intensief in de gaten te houden en in 2022 een beperkte afbouwstap door te voeren.

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 2021 geen nieuwe monitoring op deze onderwerpen heeft plaatsgevonden. In dit hoofdstuk wordt per onderwerp wel de stand van zaken besproken.

7.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

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

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

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

7.3 Stabiliteit van boezemkaden

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

7.4 Parkeergarages, kelders en tunnels

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

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

Het resultaat van de analyse is dat voor nagenoeg alle constructies de verhoogde grondwaterdruk geen gevolgen heeft. Wel zijn bij een aantal parkeergarages en kelders een aantal peilbuizen bijgeplaatst. Dit om in de toekomst ook te kunnen beoordelen of de bij het ontwerp gebruikte grondwaterstand overeenkomt met de grondwaterstand in de praktijk.

Ook is de gemeente in overleg met Rijkswaterstaat over de vijvers in het klaverblad van de A4 bij afslag 11. Deze vijvers liggen op circa -7.3 mNAP en hebben een bodem van beton en zijn gedimensioneerd op een stijghoogte die hoger is dan het streefpeil van de vijvers. Deze vijvers ondervinden in hun huidige vorm geen hinder van het afbouwen van de grondwateronttrekking. Wel is Rijkswaterstaat voornemens om dit kruispunt met de vijvers opnieuw in te gaan richten. Dit hindert de afbouw van de grondwateronttrekking niet. Om t.z.t. de graafwerkzaamheden aan de vijvers mogelijk te maken, zal waarschijnlijk een tijdelijke bronbemaling rond de vijvers worden toegepast.



Figuur 41 Kruising A4 – Pr. Beatrixlaan bij afslag 11. De vijvers in de kruising liggen op -7.3 mNAP.

8

Conclusie en aanbeveling

Op en nabij de locatie van DSM in Delft Noord vindt sinds 1916 een grondwateronttrekking 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 2021 en een doorzicht te geven naar de op korte en lange termijn te verwachten veranderingen.

De installatie heeft continu circa 720 m³ per uur uit de grond gepompt. In 2021 is géén afbouwstap doorgevoerd. Dit omdat in 2020 het maaiveld in de buurt van de onttrekking licht was gaan zwellen en verwacht werd dat wanneer in 2021 wel een reductiestap zou worden doorgevoerd, dat de snelheid waarmee het maaiveld en de gebouwen omhoogkwamen verder zou toenemen. Door in 2021 géén reductiestap door te voeren en het debiet te handhaven op 720 m³ per uur, kon de situatie stabiliseren. Het hardst steeg Centrum-Noord met +0.9 mm per jaar in 2020. Dat is inmiddels teruggezaakt naar +0.4 mm per jaar. Ook steeg in 2020 het DSM-terrein nog met +0.3 mm per jaar en dat is nu eind 2021 gezakt naar -0.4 mm per jaar.

Voor de deformatie van gebouwen geldt – afhankelijk van de fundering - hetzelfde. De praktijk was dat in 2020 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. Door de pauze in de afbouw in 2021 is de snelheid waarmee maaiveld en gebouwen omhoog kwamen afgeremd. Dit geeft ruimte om een volgende afbouwstap te nemen. Echter, op 28 januari 2022 zijn de laatste pompen op het DSM-terrein uitgezet en dit debiet is overgenomen door de meer westelijk gelegen bronnen aan de Prinses Beatrixlaan en de Meeslaan. De consequentie is dat hierdoor in de omgeving van Centrum-Noord de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket omhoog is gekomen en dit door de ondergrond gevoeld wordt als een kleine afbouwstap. Voorheen werd elk jaar een afbouwstap uitgevoerd van 120 m³ per uur. Aanbevolen wordt om de komende maanden door te gaan met het monitoren en dan in de zomer van 2022 een kleine afbouwstap te doen van 80 m³ per uur. Verdeeld over 40 m³ per uur op 1 juni en 40 m³ per uur op 1 juli.

Referenties

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

Bijlagen

Bijlage 1

monitoring in de vergunning

Aanleiding

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

Opgepompt grondwater

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

Stijghoogte en grondwaterstand nabij de onttrekking

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



Zetting van maaiveld

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

Waterkwaliteit van het grondwater

De vergunninghoudster rapporteert het chloridegehalte van het totaal opgepompte grondwater. Daarnaast eenmaal in de 5 jaar het chloridegehalte van het water in het eerste watervoerend pakket in de peilbuizen B37E0275, B37E0312, 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. Bij de geel gemarkeerde peilbuizen wordt geen data meer ingewonnen. Dit omdat bijvoorbeeld de peilbuis is verdwenen bij werkzaamheden.

peilbuis	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		min	max	verschil
	dagen	gemiddelde	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	322	4.56	6.12	4.56	1.55
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	325	5.72	8.87	5.72	3.14
2-3.08	308	4.85	365	4.81	286	4.81	285	4.82	365	4.72	365	4.70	63	4.32	366	4.45	328	4.37	4.85	4.32	0.53
29-3.01h	322	4.44	336	4.47			83	4.44	365	4.37	331	4.26	351	4.01	366	3.87	320	3.77	4.47	3.77	0.71
B3000179	365	1.30	365	1.28	365	1.30	263	1.25	365	1.34	17	0.98	134	1.38	337	1.13	122	0.90	1.38	0.90	0.48
B3000180	365	1.40	247	1.28	365	1.36	366	1.35	260	1.46	342	1.44	365	1.22	341	1.24	111	1.08	1.46	1.08	0.38
B3000184	212	1.58	365	1.71	365	1.73	366	1.75	365	1.77	341	1.72	365	1.61	49	1.25	347	1.34	1.77	1.25	0.52
B3000187	254	1.64	342	1.69	365	1.65	366	1.63	260	1.69	341	1.79	349	1.46	29	1.11	224	1.31	1.79	1.11	0.68
B3000193	365	1.11	365	1.11	365	1.12	189	1.04	348	1.03	342	0.98	365	0.86	194	0.91	348	0.90	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	366	0.28	349	0.21	0.51	0.21	0.31
B3060010	365	2.31	365	2.22	365	2.23	366	2.24	365	2.28	342	2.19	365	2.06	366	1.96	350	1.85	2.31	1.85	0.46
B3060017	259	2.56	365	2.51	365	2.51	366	2.49	365	2.55	225	2.37	128	2.33	338	2.26	363	2.16	2.56	2.16	0.40
B3060021	259	2.81	365	2.75	273	2.95	366	2.72	365	2.70	342	2.55	365	2.37	163	2.26	346	2.30	2.95	2.26	0.69
B3060119	259	2.06	365	2.02	280	1.99	277	2.11	365	2.12	342	2.03	365	1.90	366	1.81	365	1.80	2.12	1.80	0.33
B3060276	258	1.46	279	1.35	85	1.48	366	1.43	365	1.54	342	1.49	365	1.40	366	1.40	234	1.34	1.54	1.34	0.20
B3060279	259	0.59	365	0.50	365	0.59	366	0.52	365	0.65	342	0.57	365	0.49	93	0.59	215	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	29	2.48	108	2.43	3.09	2.43	0.65
B3060578	259	2.09	365	2.04	365	2.05	366	2.03	365	2.09	342	1.99	365	1.85	27	1.73	327	1.71	2.09	1.71	0.38
B3060579	259	1.71	365	1.88	162	1.84	366	1.64	365	1.68	223	1.73	365	1.56			338	1.19	1.88	1.19	0.68
B3060583	365	2.01	365	2.02	280	2.00	277	2.06	365	2.03	342	1.93	365	1.79	366	1.71	347	1.58	2.06	1.58	0.48
B3060586	110	1.36	365	1.43	365	1.42	366	1.40	365	1.44	255	1.39	348	1.27	30	1.15	237	1.16	1.44	1.15	0.29
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	336	1.27	363	1.00	1.43	1.00	0.43
B3064580	259	1.41	365	1.39	77	1.35	347	1.35	347	1.50	342	1.43	365	1.31	366	1.25	362	1.09	1.50	1.09	0.41
B3064637	365	2.98	365	2.98	365	2.95	366	2.97	365	2.98	342	2.84	365	2.61	51	2.30	349	2.32	2.98	2.30	0.68
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
B3780126	206	4.43	365	4.50	365	4.42	188	4.27	330	4.41	206	4.42	365	4.44	345	4.43	138	4.22	4.50	4.22	0.29
B3780211	365	0.98	247	0.78	365	0.95	188	0.73	347	0.89	344	0.91	128	0.63	338	0.87	349	0.69	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	36	1.36	361	1.78	2.21	1.36	0.86
B3783795	365	2.88	365	3.10	279	3.29	283	3.16	365	3.04	344	3.12	365	2.76	366	2.73	349	2.38	3.29	2.38	0.91
B3783813	365	1.85	365	1.95	365	2.04	291	1.96	347	1.91	344	1.96	365	1.68	51	0.89	231	1.50	2.04	0.89	1.15
B37E0275	365	7.18	240	6.91	365	6.65	293	6.31	349	6.31	365	5.96	365	5.44	361	5.00	342	4.77	7.18	4.77	2.41
B37E0312	365	5.19	365	5.20	365	5.07	366	5.01	248	5.06	365	4.80	365	4.39	359	4.14	342	3.99	5.20	3.99	1.21
B37E0314	365	4.90	365	4.92	365	4.86	365	4.83	365	4.83	342	4.66	365	4.39	359	4.27	359	4.16	4.92	4.16	0.76
B37E0382	271	4.60	365	4.55	279	4.53	204	4.56	347	4.45	205	4.55	365	4.30	29	4.26	327	4.31	4.60	4.26	0.34
B37E0394	271	4.58	365	4.53	167	4.41													4.58	4.41	0.17
B37E0561	365	3.66	365	3.72	258	3.82	366	3.86	365	3.84	342	3.65	365	3.35	365	3.17	360	3.03	3.86	3.03	0.83
B37E3405	206	4.70	216	4.86	76	4.51	73	4.80	365	4.72	254	4.62							4.86	4.51	0.35
B37E3406	205	4.68	365	4.55					347	5.02	344	4.71	365	4.34	47	3.95	359	3.94	5.02	3.94	1.07
B37E3469	112	2.49	365	2.67	167	2.16	278	2.14	365	2.29	341	2.12	365	2.10	92	2.28	345	2.34	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	366	2.66	350	2.56	3.01	2.56	0.45
B37E3473	300	6.18	273	6.21	278	5.98			160	5.99	365	5.63	336	5.04	355	4.74	352	4.56	6.21	4.56	1.65
B37E3499	272	2.53	365	2.69	365	2.65	82												2.69	2.53	0.16
B37E3500			217	4.53	365	4.41	366	4.37	365	4.31	344	4.25	365	4.13	366	4.10	199	4.00	4.53	4.00	0.53
B37E3501	365	4.23	365	4.33	365	4.37	83	4.27											4.37	4.23	0.14
B37E3502	365	4.66	365	4.71	365	4.64	366	4.69	365	4.62	365	4.51	365	4.22	351	4.05	361	3.92	4.71	3.92	0.79
B37E3503	365	5.09	267	4.79	289	5.24	162	5.59	239	5.16	365	4.82	365	4.47	366	4.22	282	4.10	5.09	4.10	1.49
B37E3504	365	4.65	365	4.60	365	4.42	89	4.23	338	4.13		349	4.03	349	3.51	350	3.49	4.65	3.49	1.16	
B37E3505	365	5.77	247	5.64	365	5.56	366	5.44	365	5.39	342	5.09	365	4.68	366	4.38	347	4.21	5.77	4.21	1.56
B37E3506	271	3.61	365	3.65	365	3.61	366	3.64	262	3.65	344	3.50	246	3.14	328	3.16	364	2.99	3.65	2.99	0.65
B37E3507	365	6.75	365	7.14	365	7.52	366	8.49	257	8.30	365	7.56	364	6.81	358	6.30	363	5.99	8.49	5.99	2.50
B37E3508	271	3.98	267	3.97	198	3.96	366	3.88	263	3.8515	341	3.83	365	3.72	366	3.69	292	3.22	3.98	3.22	0.75
B37E3509	365	7.04	23	6.79															7.04	6.79	0.24
B37E3510	254	6.81																	6.81	6.81	0.00
B37E3528	213	6.82	365	6.11	365	5.99	366	5.99	259	5.86	342	5.62	128	5.55	366	4.79	365	4.60	6.82	4.60	2.22
B37F2225	271	5.16	365	5.10	279	5.10	278	5.13	347	7.35	342	6.85	365	6.19	366	5.61	350	5.42	5.16	4.88	0.28
B37E4324									228	8.45	342	7.73	365	7.04	231	6.85	323	6.30	7.35	5.42	1.94
B37E4325																			8.45	6.30	2.15

Bijlage III

Raai noordwest zuidoost

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

	CODE	Maaiveld (mNAP)	Afstand (m)
1	B37E3508	-2.95	7930
2	29-3.01h	-1.50	4080
3	B37E3502	-0.43	3360
4	B37E3503	+0.28	2240
5	B37E3528	+1.68	1270
7	13-3.03	-0.17	380
8	B37E0275	+0.40	-400
9	B37E3504	-0.19	-1364
10	B30G4637	+0.80	-2860
11	B30G0583	+0.37	-4330
12	B30G0579	+0.79	-5060
13	B30D0193	-0.52	-6210
14	B30D01780	-0.43	-8240

