



Waterberging Onlanden

Geohydrologische effectenanalyse

Waterschap Noorderzijlvest

21 september 2023

Project Waterberging Onlanden
Opdrachtgever Waterschap Noorderzijlvest

Document Geohydrologische effectenanalyse
Status Definitief 03
Datum 21 september 2023
Referentie 134078/23-015.047

Projectcode 134078
Projectleider Ing. E.S. van der Weide
Projectdirecteur Ir. H.J.M.A. Mols

Auteur(s) Ir. E.J. van Noppen
Gecontroleerd door P.M. van Dijk MSc
Goedgekeurd door Ing. E.S. van der Weide

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
K.R. Poststraat 100-3
Postbus 186
8440 AD Heerenveen
+31 (0)513 64 18 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel	5
1.3	Leeswijzer	5
2	BESCHRIJVING PROJECTGEBIED	6
2.1	Ligging gebied	6
2.2	Inrichtingsmaatregelen	7
2.3	Geselecteerde gebieden	7
2.3.1	Methode	7
2.3.2	Overzicht van de onderzoeklocaties	8
3	SYSTEEMANALYSE	10
3.1	Regionaal systeem	10
3.1.1	Maaiveldhoogte	10
3.1.2	Bodem- en grondopbouw	11
3.1.3	Oppervlaktewater	12
3.1.4	Grondwaterstanden	15
3.1.5	Neerslag en verdamping	17
3.1.6	Grondwateronttrekkingen	20
3.2	Systeemanalyse (per locatie)	20
3.2.1	Sandebuurt	21
3.2.2	Roderwolde	24
3.2.3	Roden	26
3.2.4	Roden-Peize	26
3.2.5	Peize	27
3.2.6	Ter Borch	29
3.2.7	Zanddijk	30
3.2.8	Noorddijk	32
3.2.9	De Horst	33
3.2.10	Spierveen	35
4	TIJDREKSANALYSE	37
4.1	Uitleg van twee methoden	37
4.2	Selectie peilbuizen	38
4.2.1	Criteria	38
4.2.2	Resulterende peilbuizen	38

4.3	Selectie verklarende variabelen	39
	4.3.1 Criteria	39
	4.3.2 Resulterende verklarende variabele	40
4.4	Resultaten tijdreeksanalyse	40
	4.4.1 Methode 1	40
	4.4.2 Methode 2	41
	4.4.3 Conclusie	43
5	INVLOED OP DE OMGEVING	44
5.1	Sandebuur	44
	5.1.1 Sandebuur (a)	44
	5.1.2 Sandebuur (b)	46
	5.1.3 Sandebuur (c)	48
5.2	Roderwolde	49
5.3	Roden	50
5.4	Roden-Peize	52
5.5	Peize	54
5.6	Ter Borch	56
5.7	Zanddijk	57
5.8	Noorddijk	59
5.9	De Horst	60
5.10	Spierveen	62
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	64
6.1	Conclusies	64
7	REFERENTIES	69
	Laatste pagina	69
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Regionale grondopbouw	2
II	Oppervlaktewater meetstations	1
III	Verschil tijdreeksmodel en numeriek grondwatermodel	2
IV	Overzicht peilbuizen voor tijdreeksanalyse	2
V	Resultaten tijdreeksmodellen	5

1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Vanuit de boezemveiligheidstudie DV2050 [ref. 1] is als maatregel gekomen om extra water te bergen in de Onlanden. De plannen voor extra waterberging in de Onlanden biedt nog eens de ruimte aan 5,2 miljoen kuub water. Hierdoor kan er bij extreme situaties tijdelijk (een aantal dagen) meer water opgevangen worden, voordat het naar zee wordt afgevoerd. De vergroting van de opslagcapaciteit kan eventueel zorgen voor problemen in de omgeving van de Onlanden. In dit document worden de geohydrologische effecten op de omgeving van deze nieuwe plannen onderzocht.

1.2 Doel

Om extra water te kunnen bergen in de Onlanden wordt er een nieuwe inrichtingsmaatregel getroffen. Momenteel is het oppervlaktewaterpeil (boezempeil) maximaal NAP -0,20 m. Met de nieuwe inrichtingsmaatregel zal dit worden verhoogd naar maximaal NAP +0,15 m. Door deze maatregel kan er ongeveer 5,2 miljoen m³ extra water worden vastgehouden in het gebied. Het doel van deze studie is om met behulp van tijdreeksanalyse en systeemanalyse het eventuele effect van de extra berging op de grondwaterstand vast te stellen. De invloed van hoogwaterperiodes (periode waarbij in de Onlanden water wordt geborgen) op de grondwaterstand zal worden onderzocht. Deze resultaten zullen worden gebruikt om de invloed van de nieuwe maatregel te bepalen. Daarnaast zullen de resultaten in het systeem worden beschouwd om een inschatting te maken van hoe de effecten zullen uitpakken in de praktijk wanneer het peil wordt verhoogd naar NAP +0,15 m.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is het projectgebied en welke inrichtingsmaatregel zal worden getroffen beschreven. Daarnaast worden er gebieden aangewezen waar invloed wordt verwacht van deze nieuwe maatregelen. Hoofdstuk 3 beschrijft het regionale systeem gevolgd door de lokale systemen per geselecteerde locatie. Hoofdstuk 4 bevat met de methode en resultaten van de tijdreeksanalyse. Waarna in hoofdstuk 5 voor elke locatie de invloed van de inrichtingsmaatregel wordt beschouwd en kwalitatief wordt beoordeeld. De conclusie en aanbevelingen staan in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 staan de referenties.

2

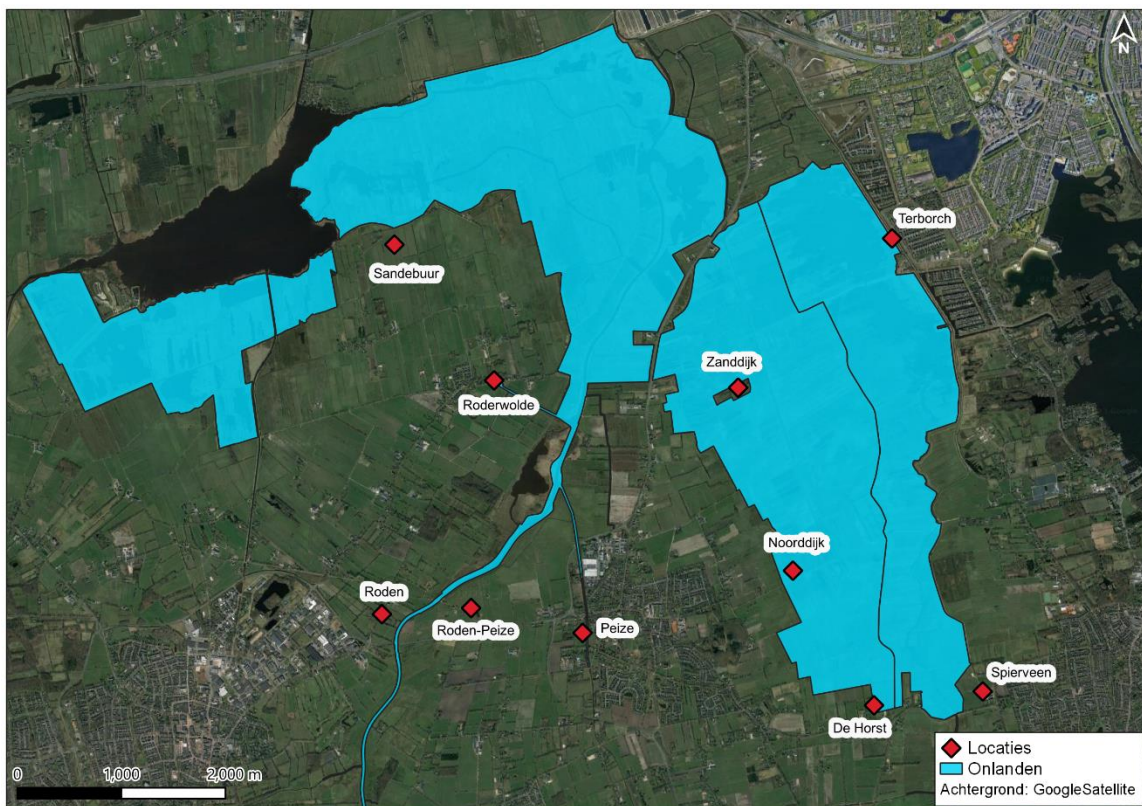
BESCHRIJVING PROJECTGEBIED

2.1 Ligging gebied

Het gebied Onlanden ligt ten zuidwesten van de stad Groningen, ten oosten van Leek en ten noorden van Roden en Peize. Het gebied ligt in de provincie Drenthe. In 2008 is gestart met de aanleg van het natuur- en waterbergingsgebied de Onlanden in het kader van de herinrichting Peize en Roden-Norg. Afbeelding 2.1 geeft de locatie van Onlanden waar de herinrichting heeft plaatsgevonden.

Het natuur- en waterbergingsgebied de Onlanden is aangelegd met als doel het tijdelijk bergen van water bij hoge afvoer vanuit het Peizerdiep en het Eelderdiep als gevolg van een periode van veel neerslag. Hiermee moet worden voorkomen dat er benedenstrooms problemen ontstaan. De inrichtingsmaatregelen zijn erop gericht om water vanuit het Peizerdiep en het Eelderdiep te bergen.

Afbeelding 2.1 Ligging natuur- en waterbergingsgebied de Onlanden



2.2 Inrichtingsmaatregelen

In verschillende deelgebieden binnen de Onlanden zijn in de periode 2008 - 2011 inrichtingsmaatregelen uitgevoerd. De inrichtingsmaatregelen zijn in 2012 voltooid. Na 2012 is er onderzoek [ref. 1] gedaan naar het gevolg van de inrichtingsmaatregelen op het grondwatersysteem van het gebied. Uit dit onderzoek is gebleken dat het grondwatersysteem op een aantal locaties is veranderd. In andere woorden: de grondwaterstand voor de ingrepen reageert anders op dezelfde invloeden dan de grondwaterstand na de ingrepen, daarnaast kunnen er voor de ingrepen andere invloeden een rol spelen dan na de ingrepen. De inrichtingsmaatregelen hebben voornamelijk effect gehad binnen het waterbergingsgebied en er is geen invloed gevonden van de ingrepen buiten het gebied.

Om in de toekomst extra water te kunnen bergen in de Onlanden wordt er een nieuwe inrichtingsmaatregel getroffen. Momenteel is het oppervlaktewaterpeil NAP -0,20 m. Met de nieuwe inrichtingsmaatregel zal dit worden verhoogd naar NAP +0,15 m.

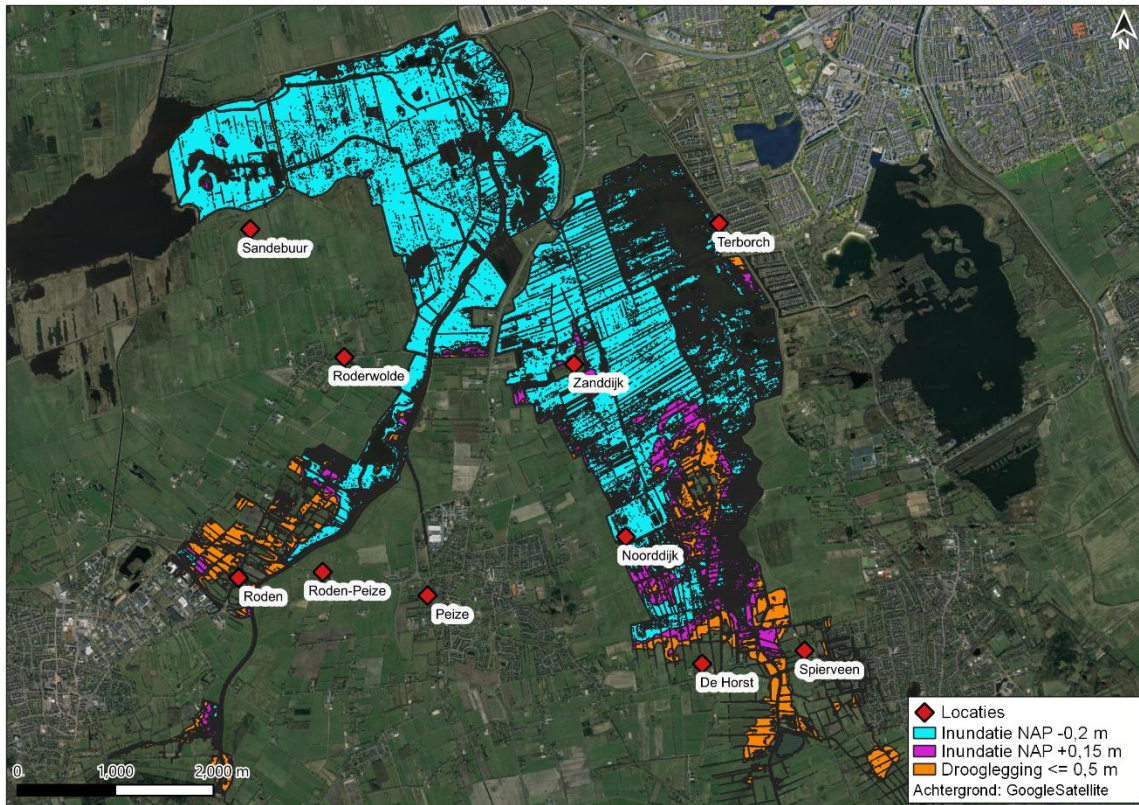
2.3 Geselecteerde gebieden

Het vergroten van de waterbergingscapaciteit in de Onlanden kan mogelijk leiden tot effecten op de omgeving. De effecten van deze extra waterberging zullen op verschillende locaties worden onderzocht. Het bepalen van deze locaties is gedaan op basis van verschillende aspecten. De gekozen locaties zijn voornamelijk plekken die gevoelig zijn voor veranderingen in de grondwaterstand of waar bebouwing of landbouwgebieden nabij het waterbergingsgebied liggen. Om iets te kunnen zeggen over deze locaties moet er data beschikbaar zijn, daarom is bij het selecteren van de exacte locaties ook gebruik gemaakt van het aanwezige monitoringsnetwerk. Hiermee is niet uitgesloten dat op de locaties die niet worden onderzocht er geen invloed kan optreden. De verwachting is echter dat op de locaties die nu niet worden meegenomen geen negatieve effecten zullen zijn op de omgeving.

2.3.1 Methode

Om een beeld te krijgen van de invloed van de nieuwe inrichtingsmaatregel is een inundatiekaart gemaakt, zie afbeelding 2.2. Deze kaart maakt inzichtelijk welke gebieden in en nabij de Onlanden inunderen bij een oppervlaktewaterstand van NAP -0,20 m en NAP +0,15 m. Daarnaast is er ook aangegeven welke gebieden een drooglegging van 0,5 m of minder ondervinden bij een waterstand van NAP +0,15 m. De inundatie wordt beperkt door kades en andere natuurlijke barrières.

Afbeelding 2.2 Inundatie en drooglegging van waterbergingsgebied Onlanden bij de huidige en nieuwe inrichtingsmaatregel



2.3.2 Overzicht van de onderzoeklocaties

Op basis van de inundatiekaart en gesprekken met waterschap Noorderzijlvest zijn tien locaties geselecteerd. Op deze locaties worden mogelijk effecten verwacht van de nieuwe inrichtingsmaatregelen. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de onderbouwing en afweging van de onderzoeklocaties.

Tabel 2.1 Overzicht van de locaties en de afweging die is gemaakt

Locaties	Omgeving	Afweging	Extra toelichting
Sandebuurt	landbouw/ bebouwing	dit is een gebied waar mogelijk effecten optreden omdat nabijgelegen gebied Onlanden zal inunderen door de waterberging	laagliggend gebied, waarbij in de huidige situatie het tijdens hoogwater al zeer nat is. Door de nieuwe inrichtingsmaatregel kunnen hier nadelige effecten optreden
Roderwolde	bebouwing	dit is een gebied waar mogelijk effecten optreden omdat het oppervlaktewaterpeil in de omgeving zal stijgen als gevolg van de waterberging	Roderwolde ligt aan de Schipsloot welke in verbinding staat met het Peizerdiep. Het stijgende oppervlaktewater kan mogelijk invloed hebben op de grondwaterstand ter hoogte van de aanwezige bebouwing in Roderwolde
Roden	bebouwing	dit is een gebied waar mogelijk effecten optreden omdat het oppervlaktewaterpeil in het nabijgelegen Peizerdiep stijgt door de waterberging	dit gebied is vrij afwaterend en ligt dichtbij het Peizerdiep. De inundatiekaart geeft aan dat hier ook mogelijk een effect op de grondwaterstand kan optreden
Roden-Peize	landbouw	dit is een gebied waar mogelijk effecten optreden omdat het oppervlaktewaterpeil in het nabijgelegen Peizerdiep stijgt door de waterberging	dit gebied is vrij afwaterend en ligt dicht bij het Peizerdiep. De extra waterberging kan een invloed hebben op de grondwaterstand in de omgeving

Locaties	Omgeving	Afweging	Extra toelichting
Peize	bebouwing	dit gebied ligt tussen de waterbergingsgebieden. De grondwaterstand op deze locatie wordt hierdoor mogelijk beïnvloed	deze locatie ligt ingesloten tussen de waterbergingsgebieden. De extra waterberging kan effecten veroorzaken op de bebouwing
Ter Borch	bebouwing	dit gebied grenst aan de Onlanden, waar het oppervlaktewaterpeil stijgt als gevolg van de waterberging. Deze verandering kan invloed hebben op de grondwaterstand ter hoogte van de Ter Borch	dit gebied ligt relatief laag ten opzichte van het Eelderdiep. Ter Borch kent een peil van NAP -1,65 m. Het zomer streefpeil van de Omgelegde Eelderdiep is NAP -0,95 m en het winter streefpeil is NAP -1,10 m
Zanddijk	bebouwing	deze polder is ingesloten in het waterbergingsgebied. De peilopzet in het waterbergingsgebied kan mogelijk effect hebben op de grondwaterstand ter hoogte van de bebouwing	de extra waterberging zal leiden tot een peilstijging buiten de polder, waardoor de grondwaterstand in de polder mogelijk kan worden beïnvloed
Noorddijk	landbouw/ bebouwing	dit is een gebied waar mogelijk effecten optreden omdat nabijgelegen gebied inundeert door de waterberging	in dit gebied bevindt zich de grens tussen het bemalen en niet bemalen gebied. De inundatiekaart geeft aan dat het niet bemalen gebied zal inunderen. De maaiveldhoogte in het niet bemalen gebied is circa NAP 0 m en loopt richting het bemalen gebied op tot circa NAP +2 m. De peilstijging in het niet bemalen gebied kan mogelijk effect hebben op de grondwaterstand in het niet bemalen gebied
De Horst	landbouw/ bebouwing	dit gebied grenst aan de Onlanden. De invloed van de waterberging in de Onlanden kan mogelijk invloed hebben op de grondwaterstand ter hoogte van de bebouwing	dit gebied is vrij afwaterend richting de Onlanden. In de omgeving staan woningen waarop mogelijk effect wordt verwacht
Spierveen	bebouwing	dit is een gebied waar mogelijk effecten optreden omdat het oppervlaktewaterpeil in de omgeving stijgt als gevolg van de waterberging	dit gebied ligt relatief hoog gelegen. In het verleden zijn er klachten gekomen van de bewoners. Aan de rand van het Eelde bevindt zich een boerderij waar extra aandacht is geboden aangezien het hydrologisch systeem erg gevoelig is voor veranderingen van de grondwaterstand

3

SYSTEEMANALYSE

Om een beeld te krijgen van het systeem is in de eerste plaats gekeken naar het regionale systeem. Daarna is er ingezoomd op de geselecteerde onderzoeklocaties.

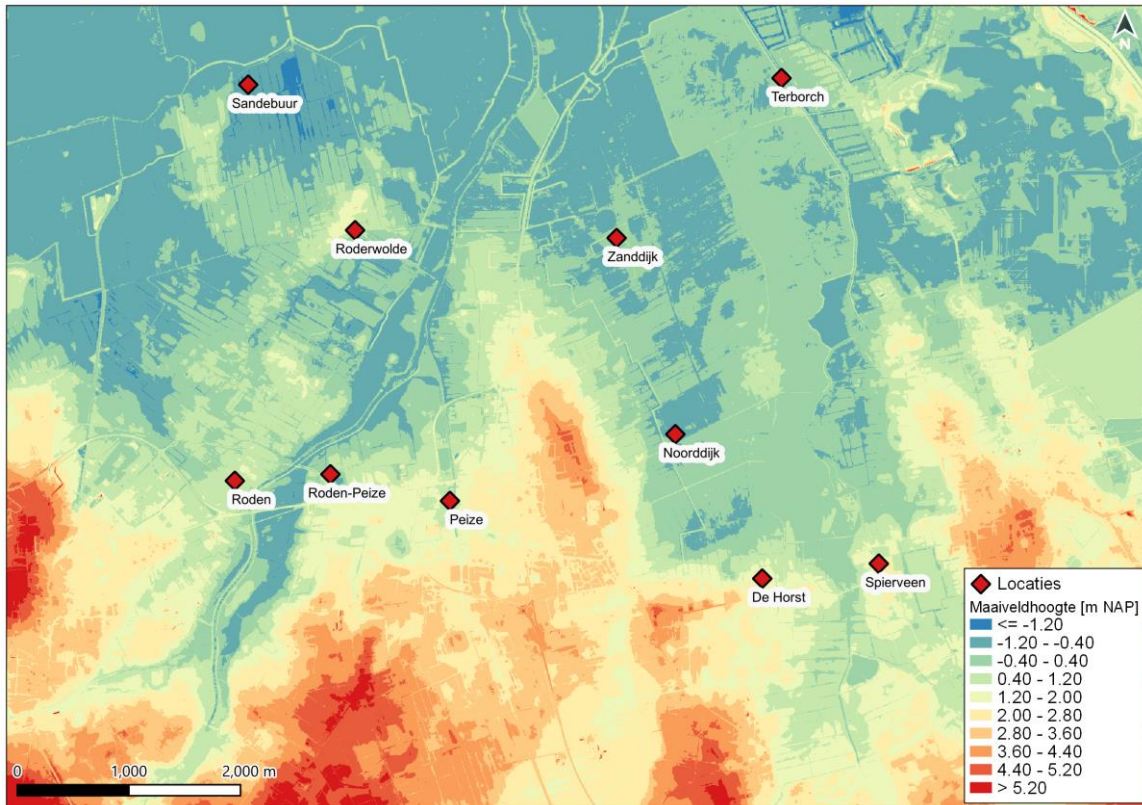
3.1 Regionaal systeem

Om het regionale systeem te begrijpen is gekeken naar verschillende aspecten. In de eerste plaats is gekeken naar de maaiveldhoogte in het gebied. Vervolgens is de bodem- en grondopbouw in kaart gebracht. Het oppervlaktewater en de hoogwaterperiodes die hebben plaatsgevonden worden beschreven. Daarnaast wordt de globale grondwaterstand in het gebied bekeken. Tot slot komt ook de neerslag en de verdamping in het gebied aan de orde.

3.1.1 Maaiveldhoogte

De maaiveldhoogte in het projectgebied is bepaald op basis van AHN4 [ref. 1]. Afbeelding 3.1 laat zien dat het maaiveld in de Onlanden relatief laag is. Ten zuiden van de Onlanden is te zien dat de dorpen Roden, Peize en Eelde relatief gezien hoog gelegen zijn.

Afbeelding 3.1 Maaiveldhoogte in het projectgebied en de omgeving [ref. 1]

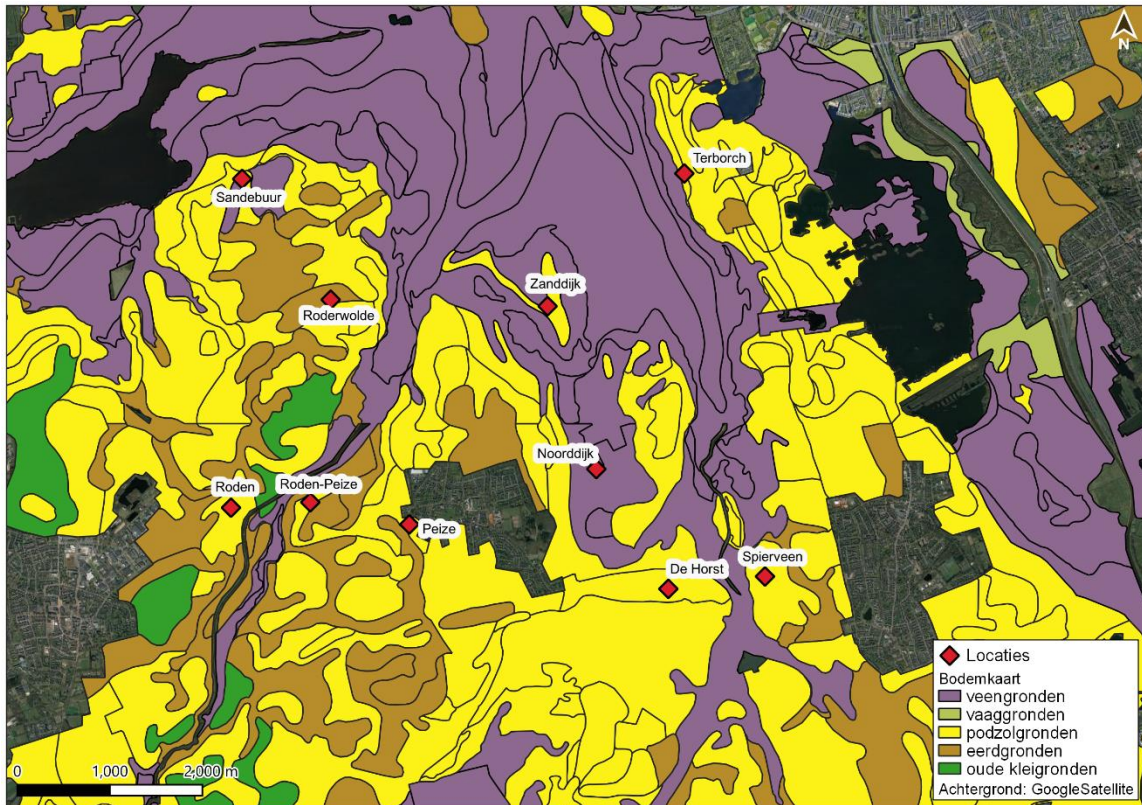


3.1.2 Bodem- en grondopbouw

Bodemopbouw

De bodemopbouw in het gebied varieert sterk per locatie, zie afbeelding 3.2. In het noorden van het projectgebied bestaat de bodem voornamelijk uit veengronden. Deze veengronden worden richting het zuiden ook langs het Peizer- en Eelderdiep aangetroffen. De rest van het gebied bestaat voornamelijk uit zandige podzolgronden met in het zuidwesten eerd- en oude kleigronden.

Afbeelding 3.2 Bodemkaart van het projectgebied [ref. 4]



Grondopbouw

De grondopbouw in het projectgebied is in kaart gebracht met behulp van dwarsdoorsnedes in REGIS v2.2 en GEOTop v1.5 [ref. 4], zie bijlage I. In het noordelijke deel van het projectgebied worden er holocene afzettingen aangetroffen aan het maaiveld. Deze afzettingen worden richting het zuiden steeds dunner en verdwijnen uiteindelijk volledig. Lokaal bevindt zich keileem aan of net onder het maaiveld tot een diepte van maximaal NAP -10 m. In het zuiden bevinden zich voornamelijk goed doorlatende zandige eenheden aan het maaiveld. Deze afzettingen behoren tot de Formatie van Boxtel en kunnen tot NAP -18 m worden aangetroffen. Op de locaties waar de Boxtel formatie niet aanwezig is bestaat de ondergrond uit de Formatie van Peelo. De Formatie van Peelo heeft zandige en kleiige eenheden. In het westen ligt de kleiige eenheid onder het maaiveld en deze laag is aanwezig tot circa NAP -30 m. Deze kleiige eenheid bevat potklei. Richting het oosten wordt deze laag dunner. De ruimte tussen het maaiveld en de kleiige Peelo afzettingen worden gevuld door de Formatie van Peelo eerste zandige afzettingen. Onder de kleiige afzettingen bevindt zich de Formatie van Peelo tweede zandige afzettingen. Deze laag is aanwezig tot een diepte van circa NAP -60 m.

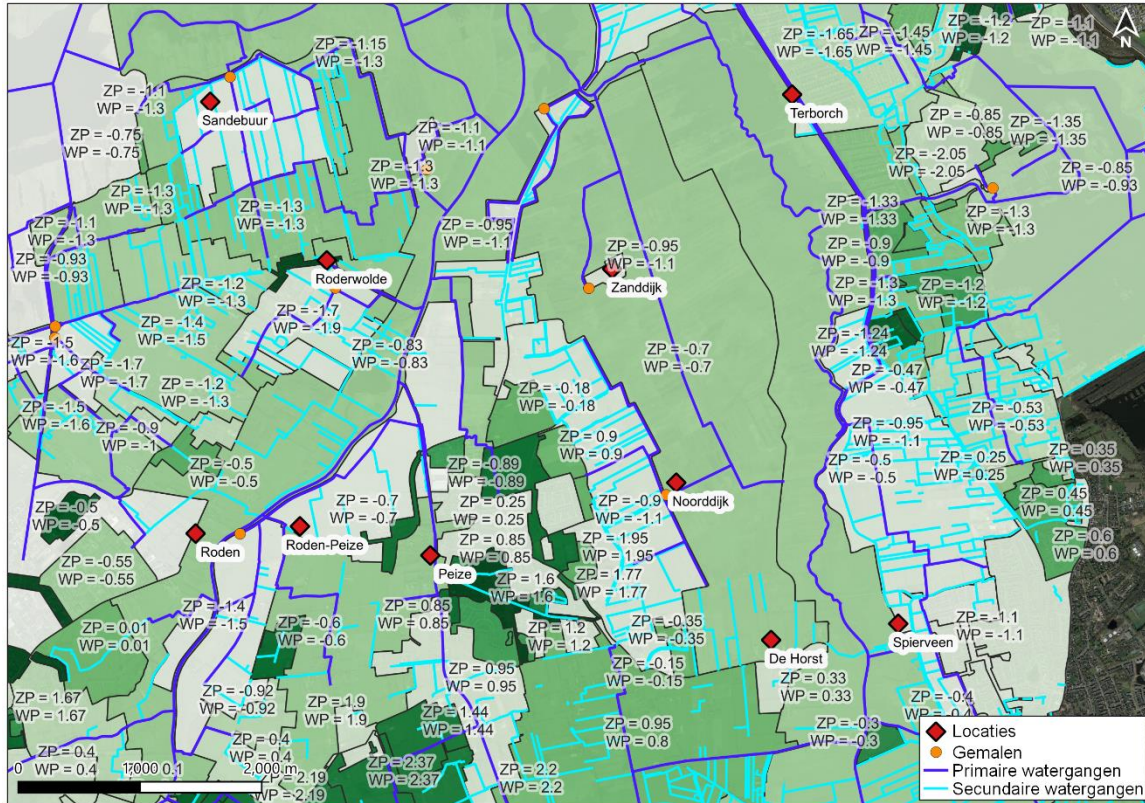
De keileem laag is erg grillig en varieert sterk in dikte. De potklei laag varieert ook in dikte, maar is minder grillig aanwezig. Beide lagen zijn zeer slecht waterdoorlatend, waardoor het grondwater lastig door deze lagen kan zakken. De combinatie tussen de ondiepe ligging en de slechte doorlatendheid zorgen ervoor dat deze lagen een grote invloed hebben op de lokale grondwaterstand.

3.1.3 Oppervlaktewater

In de omgeving van het projectgebied zijn de oppervlaktewaterpeilen vastgelegd in het peilbesluit van waterschap Noorderzijlvest [ref. 5]. De peilgebieden zijn weergegeven in afbeelding 3.3. De afbeelding laat zien dat de oppervlaktewaterpeilen in de Onlanden relatief laag zijn in vergelijking met de peilen in Roden en Peize.

In het gebied bevinden zich meerdere grote watergangen, waaronder het Peizer- en Eelderdiep. De bodemhoogte van het Peizerdiep is tussen NAP -3,6 en NAP -2,5 m en de bodemhoogte van het Eelderdiep is tussen NAP -2 m en NAP -0,9 m [ref. 6].

Afbeelding 3.3 Oppervlaktewaterpeilen in de omgeving van het projectgebied [ref. 5]



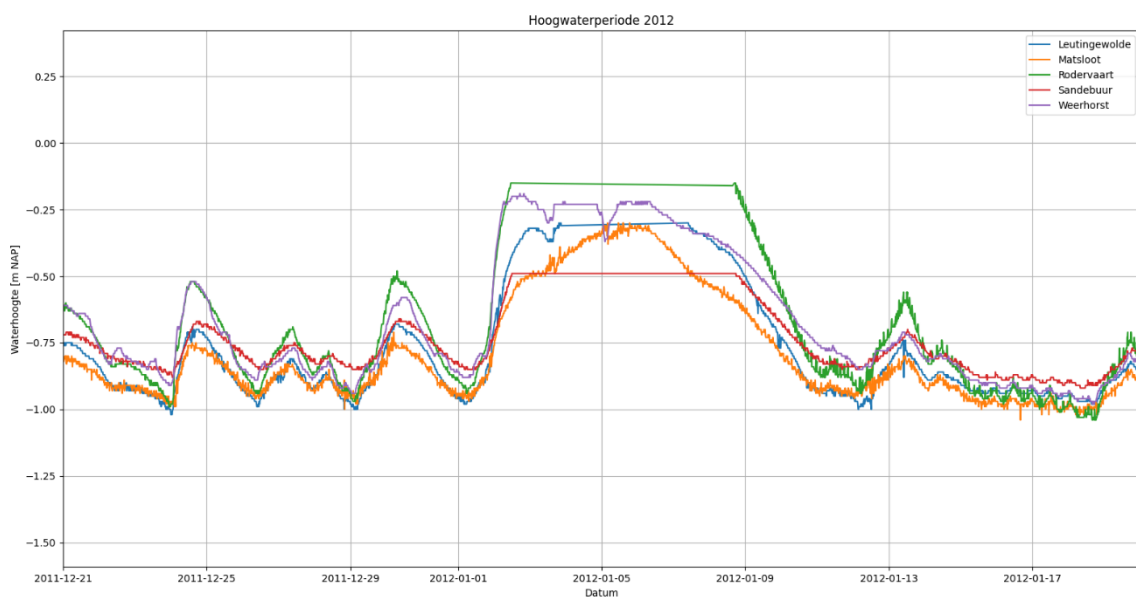
De oppervlaktewaterstanden in het projectgebied worden op 16 verschillende meetlocaties gemeten door waterschap Noorderzijlvest, zie afbeelding 3.4. Bijlage II geeft een overzicht van het begin en einde van de meetreeksen per locatie.

Afbeelding 3.4 Locaties van oppervlaktewaterpeil metingen [ref. 7]

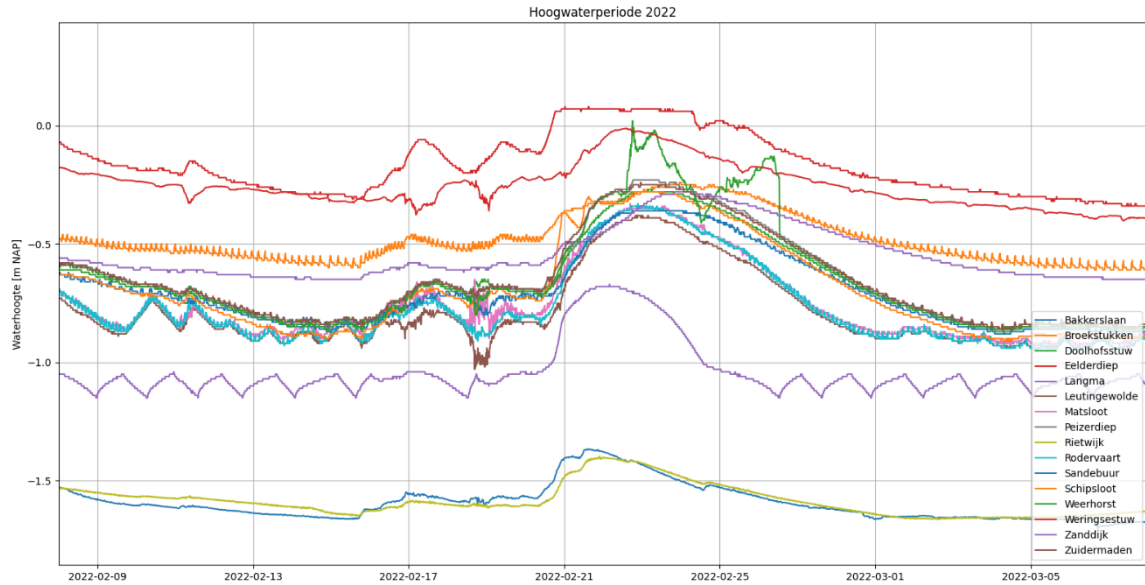


Het waterbergingsgebied is in het verleden op twee momenten in werking getreden. In 2012 heeft het gebied als waterberging gefungeerd tijdens de hoogwaterperiode van 4 tot 9 januari. Afbeelding 3.5 geeft de waterhoogte die op dat moment is gemeten door de verschillende oppervlaktewaterstations. In 2022 heeft het gebied opnieuw gefungeerd om water te bergen tijdens een hoogwaterperiode. Deze hoogwaterperiode begon op 20 februari en hield aan tot en met 28 februari. Afbeelding 3.6 geeft de waterhoogte die op dat moment door de verschillende stations is gemeten.

Afbeelding 3.5 Hoogwaterperiode 4 tot 9 januari 2012



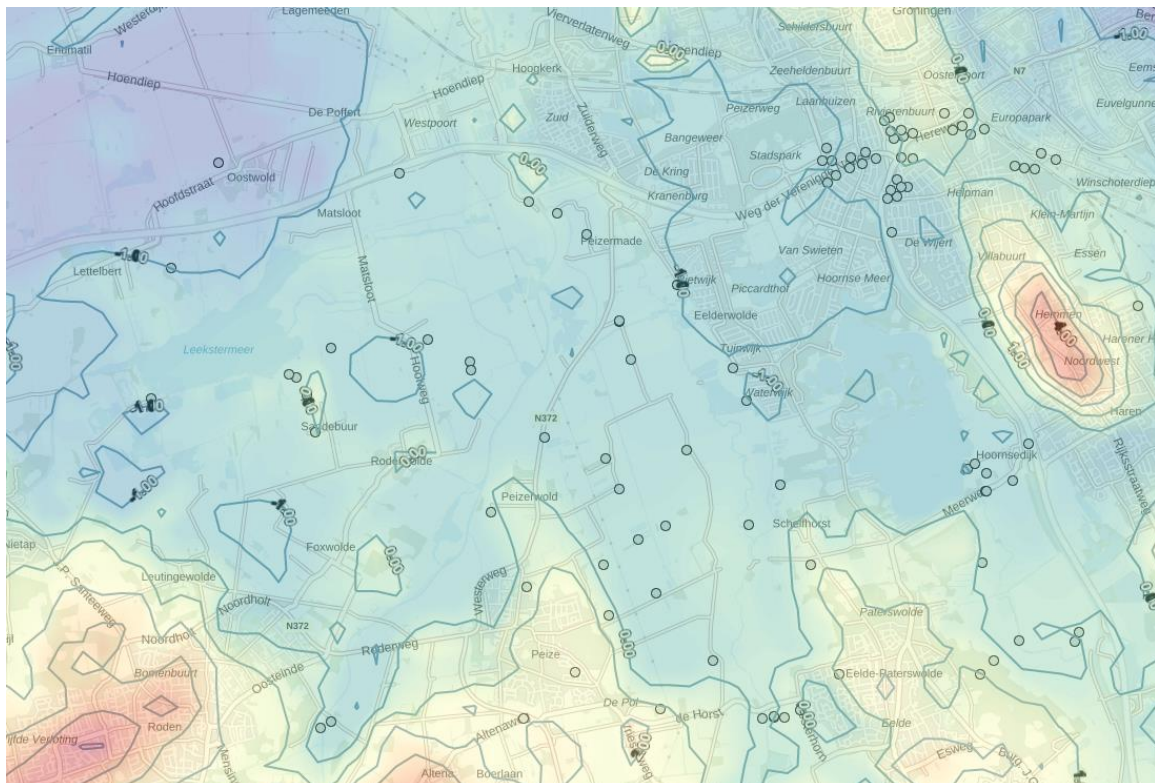
Afbeelding 3.6 Hoogwaterperiode 20 tot 28 februari 2022



3.1.4 Grondwaterstanden

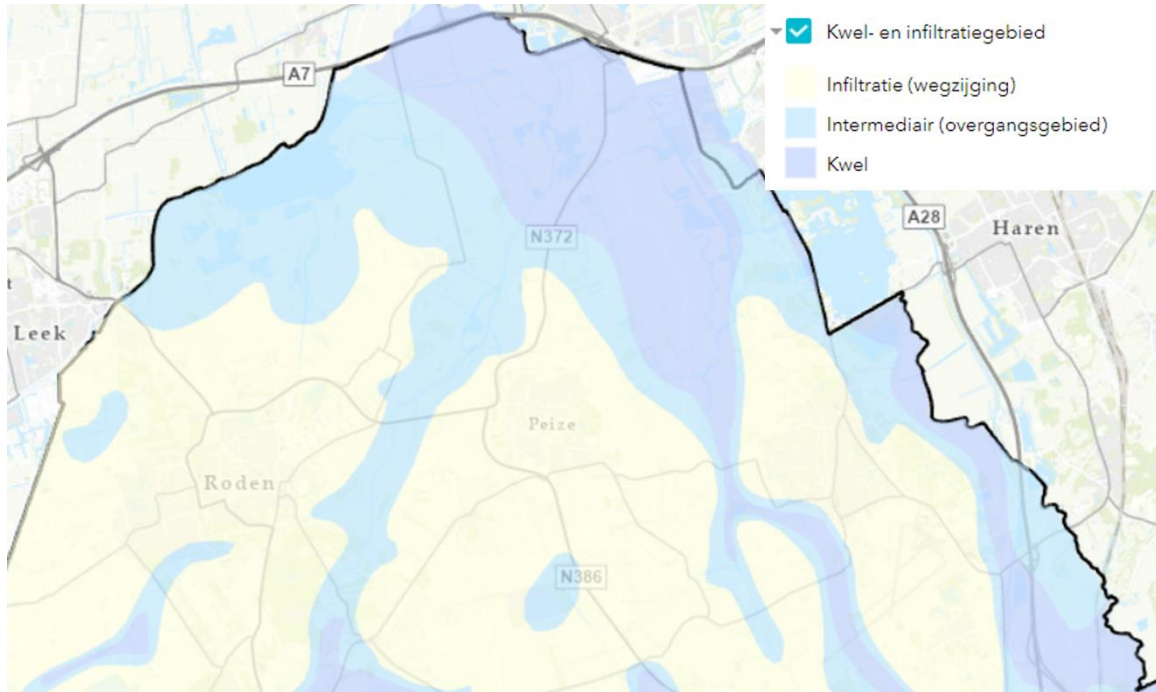
De freatische grondwaterstand ter hoogte van het projectgebied is in kaart gebracht met behulp van isohypsen [ref. 8]. Afbeelding 3.7 visualiseert de grondwaterstand in het gebied. In de Onlanden is de grondwaterstand tussen NAP 0 en -1 m. Richting de dorpen Roden, Peizen en Eelde neemt de grondwaterstand toe tot circa NAP +4 m. Deze stijging in grondwaterstand komt overeen met een toename in de maaiveldhoogte op deze locaties. De grondwaterstand in het gebied is gericht vanaf het zuiden richting het noorden.

Afbeelding 3.7 Isohypsen in en nabij het projectgebied [ref. 8]



In afbeelding 3.8 is een indicatieve kwelkaart weergegeven. Over het algemeen kan worden vastgesteld dat infiltratie op de hoger gelegen zandige podzolgronden plaatsvindt en dat kwel voornamelijk optreedt in lagergelegen veengronden in het noorden van het projectgebied en ter plaatse van het Peizerdiep en Eelderdiep.

Afbeelding 3.8 Indicatieve kwelkaart in het projectgebied [ref. 9]

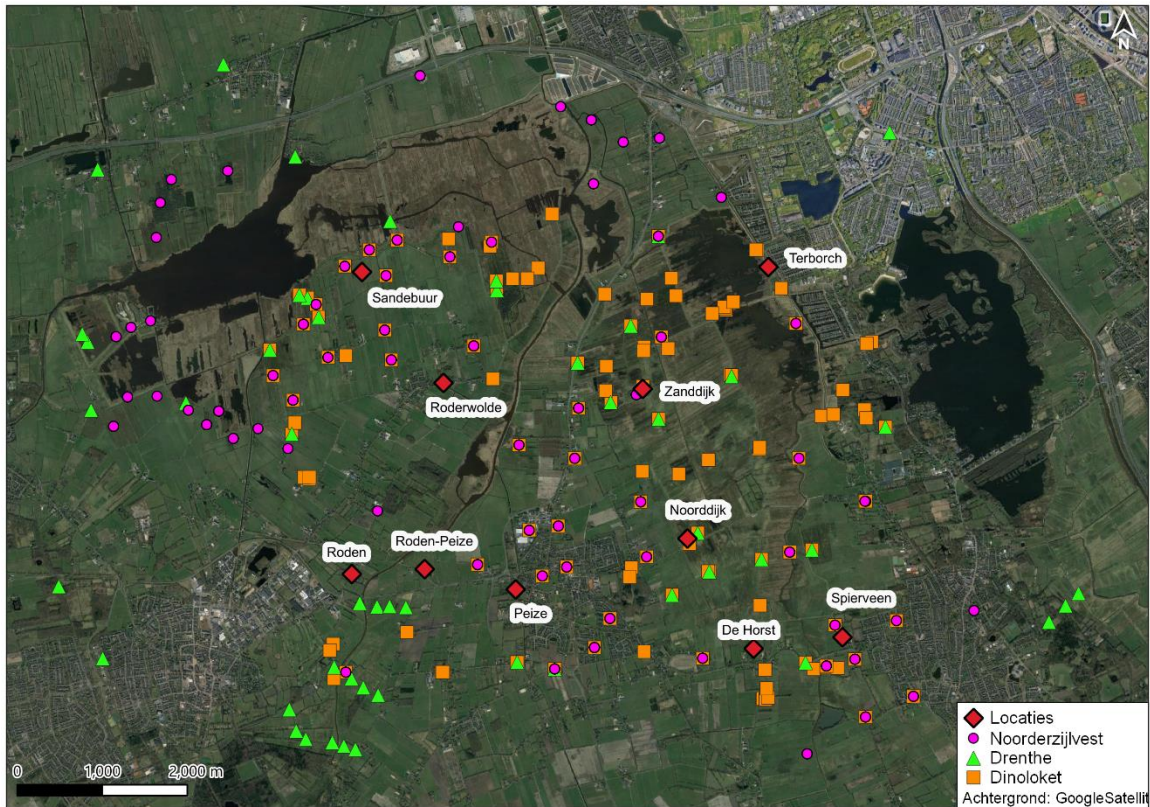


In het projectgebied wordt de grondwaterstand gemeten met behulp van peilbuizen. In totaal zijn er 336 peilfilters aangeleverd door verschillende organisaties, namelijk:

- waterschap Noorderzijlvest heeft meetreeksen van 84 locaties aangeleverd;
- provincie Drenthe heeft meetreeksen van 50 locaties aangeleverd;
- uit DINOloket zijn 202 reeksen toegevoegd.

Afbeelding 3.9 geeft een overzicht van alle aangeleverde peilbuizen. Een aantal peilbuizen overlappen op de kaart. Dit kan gebeuren wanneer een peilbuis meerdere filterstellingen heeft of door meerdere organisaties is aangeleverd.

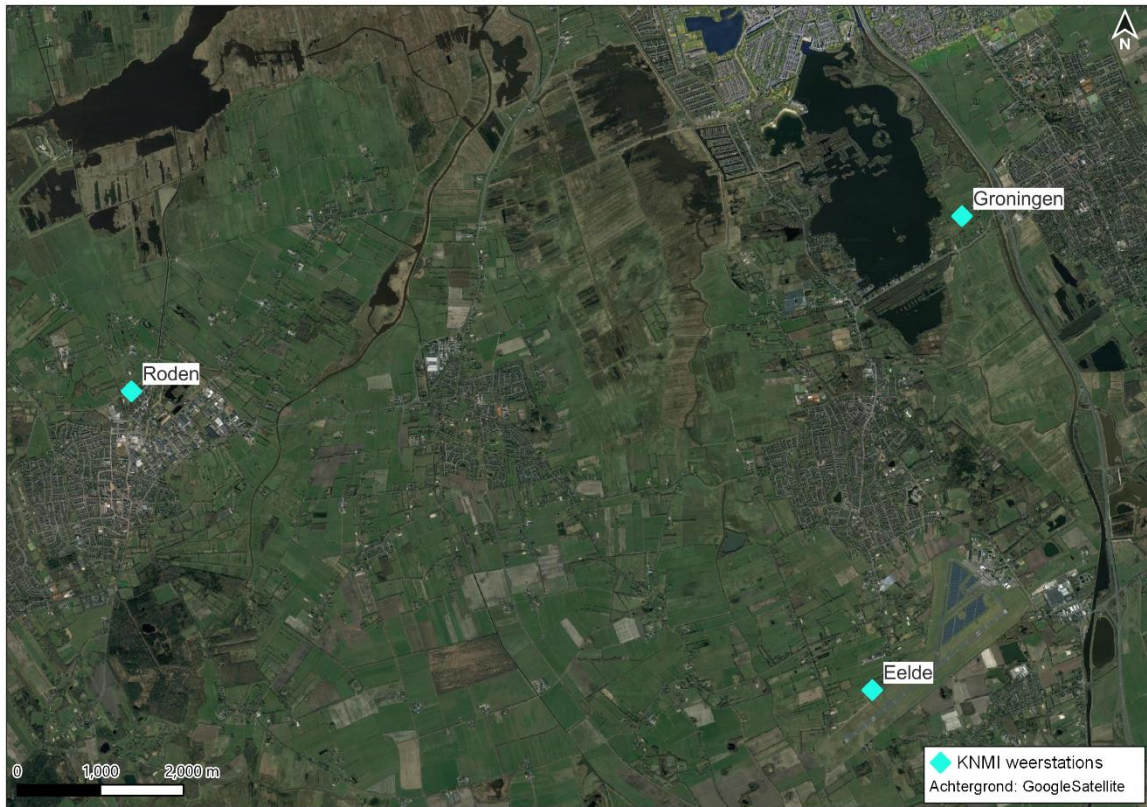
Afbeelding 3.9 Overzicht aangeleverde peilbuizen



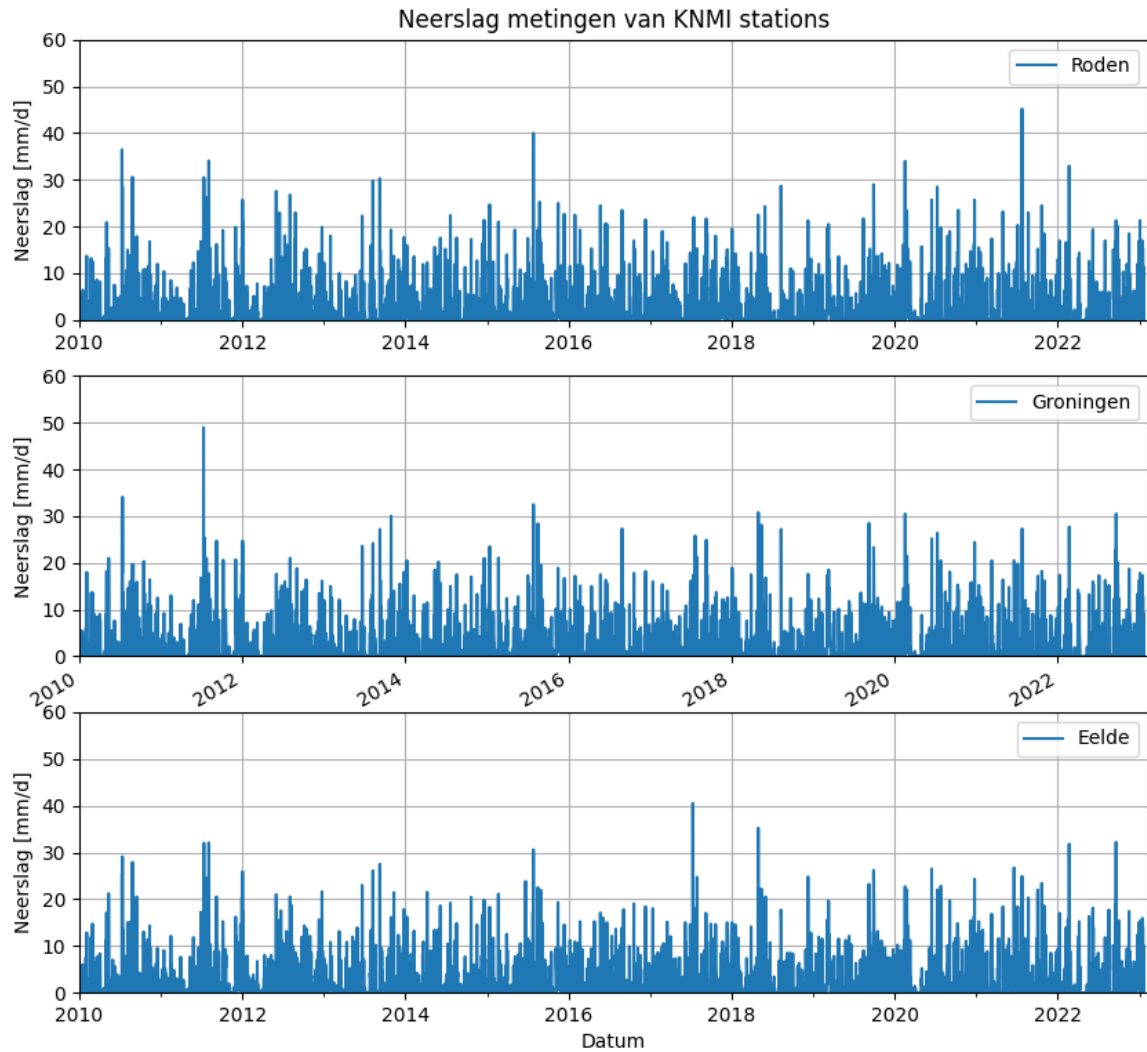
3.1.5 Neerslag en verdamping

In de omgeving van de Onlanden zijn drie KNMI-meetstations namelijk, Eelde, Roden en Groningen, zie afbeelding 3.10. Alle drie de meetstations zijn gebruikt voor het bepalen van de neerslag [ref. 10], daarnaast is meetstation Eelde gebruikt voor het bepalen van de verdamping [ref. 11]. Alle gebruikte gegevens zijn dagwaardes. De meetreeksen van de neerslagstations zijn gegeven in afbeelding 3.11. De meetreeksen geven aan dat er door het hele jaar heen neerslag valt in het gebied. De meetreeks voor de verdamping is gegeven in afbeelding 3.12. Deze meetreeks laat een duidelijk seizoensgebonden patroon zien, waarbij de verdamping in de zomer hoog is en in de winter laag.

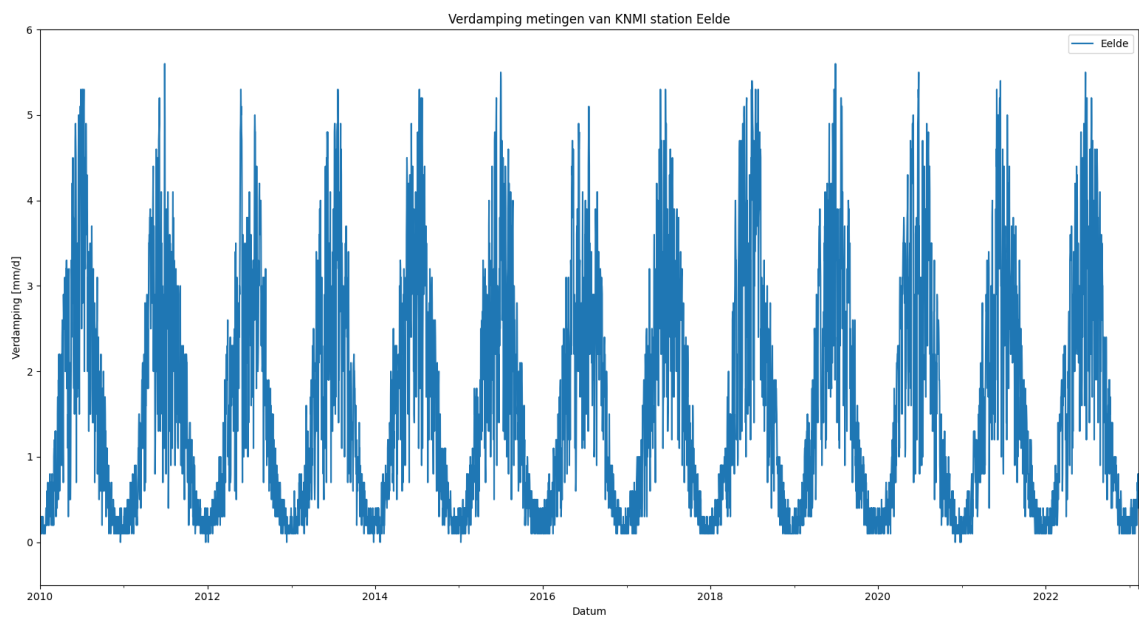
Afbeelding 3.10 Locaties KNMI weerstations [ref. 10]



Afbeelding 3.11 Neerslag meetreeksen van de dichtstbijzijnde KNMI-stations (2010 - 2023) [ref. 10]



Afbeelding 3.12 Verdampingsmeetreeks van KNMI-station Eelde (2010 - 2023) [ref. 11]

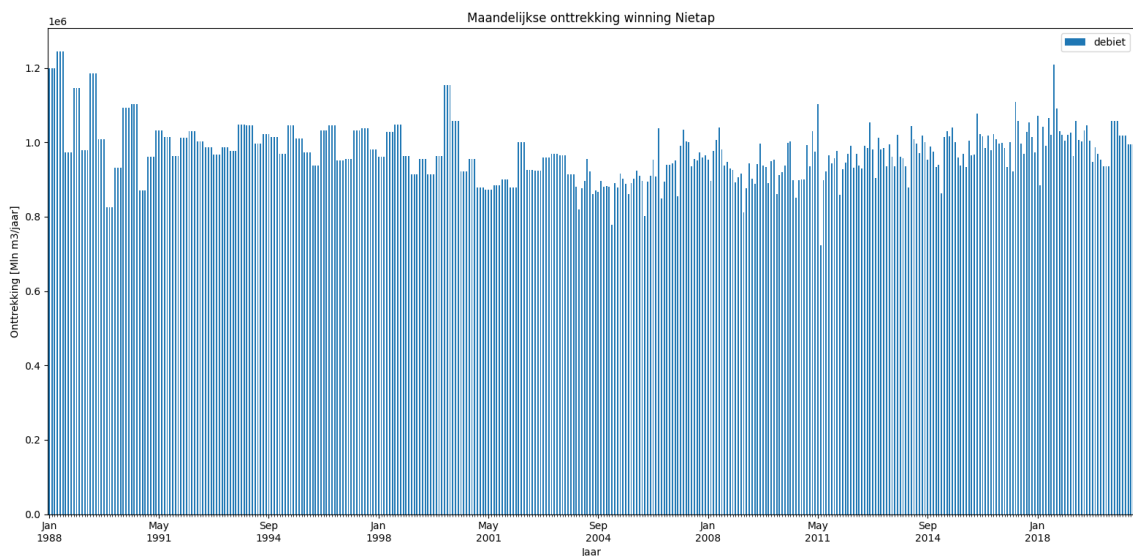


3.1.6 Grondwateronttrekkingen

Er zijn verschillende grondwateronttrekkingen in de omgeving van de Onlanden. Van deze onttrekkingen zijn de jaarlijkse gegevens aangeleverd door de provincie Groningen en Drenthe. De provincie Groningen heeft jaarlijkse gegevens aangeleverd en de provincie Drenthe heeft maandelijkse gegevens aangeleverd.

De onttrekking van drinkwaterwinning Nietap ligt nabij de projectlocatie. Deze winning is gelegen ten zuidwesten van Onlanden en heeft een vergunning voor het onttrekken van 12 miljoen m³/jaar. Het werkelijk onttrokken debiet varieert jaarlijks tussen de 10 en 12 miljoen m³. Afbeelding 3.13 toont het maandelijkse onttrekkingsdebiet op deze locatie in de periode tussen 1988 en 2020. De onttrekking vindt plaats in het diepe pakket onder de Peelo klei, tussen NAP -57 m en -130 m. Uit onderzoek van IWACO uit 1998 blijkt dat door de aanwezigheid van de Peelo klei de invloed van de winning op de freatische grondwaterstand gering is.

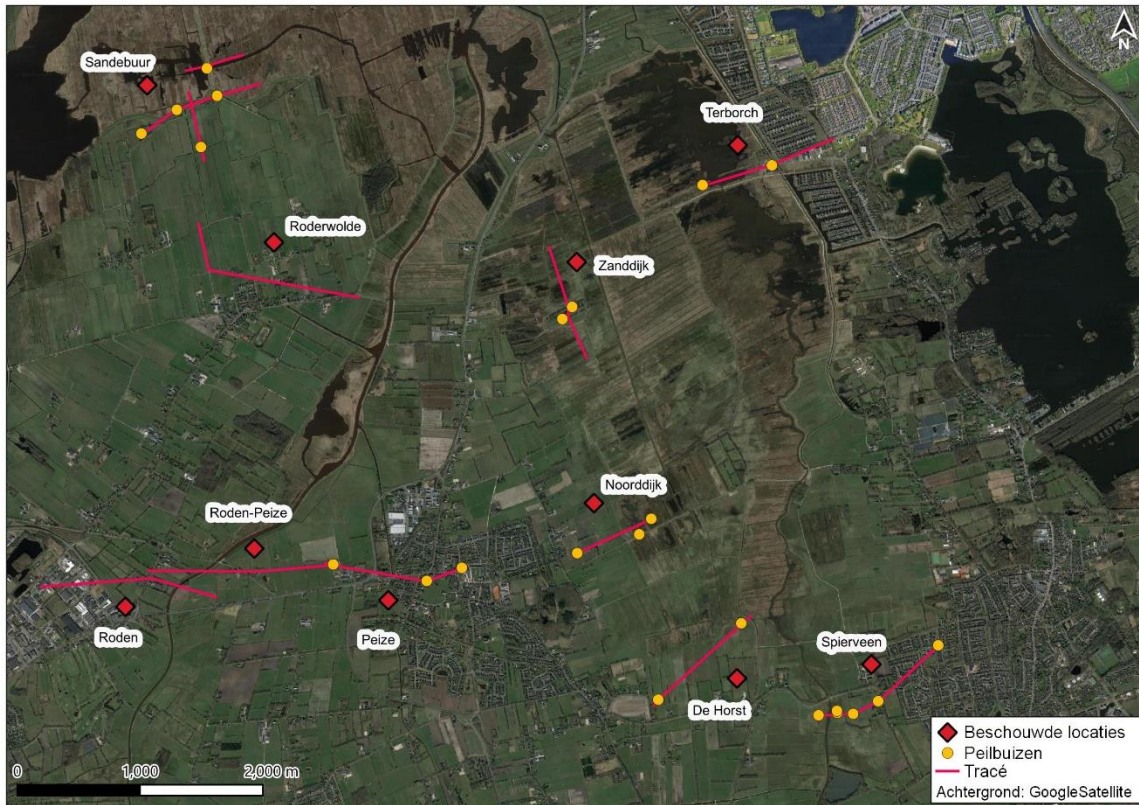
Afbeelding 3.13 Maandelijkse onttrekkingsdebiet drinkwaterwinning Nietap



3.2 Systemanalyse (per locatie)

Voor de geselecteerde gebieden uit paragraaf 2.3.2 zijn op basis van de aanwezige peilbuizen tracés bepaald. Afbeelding 3.14 laat een overzicht zien van de tracés per locatie. Het lokale systeem zal worden beschouwd op basis van doorsnedes langs deze tracés waarin de maaiveldhoogte, oppervlaktewaterpeilen en beschikbare boringen en peilbuizen zijn aangegeven. In elke peilbuis is een markering gemaakt voor de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De GHG en GLG zijn uitgerekend over de gehele dataset en zijn daarom een indicatieve waarde omdat de metingen korter kunnen zijn dan de officiële rekenmethode.

Afbeelding 3.14 Overzichtskaart van de gemaakte tracés per locatie



3.2.1 Sandebuur

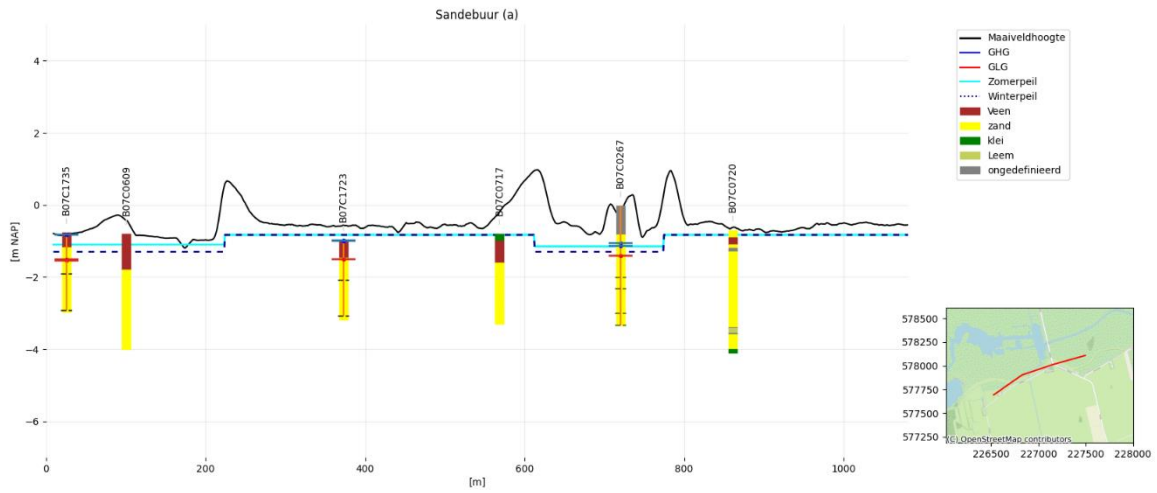
Om een duidelijk beeld te geven van het systeem bij Sandebuur zijn er drie verschillende doorsnedes gemaakt. Elke doorsnede legt de nadruk op een ander gedeelte van het systeem.

Sandebuur (a)

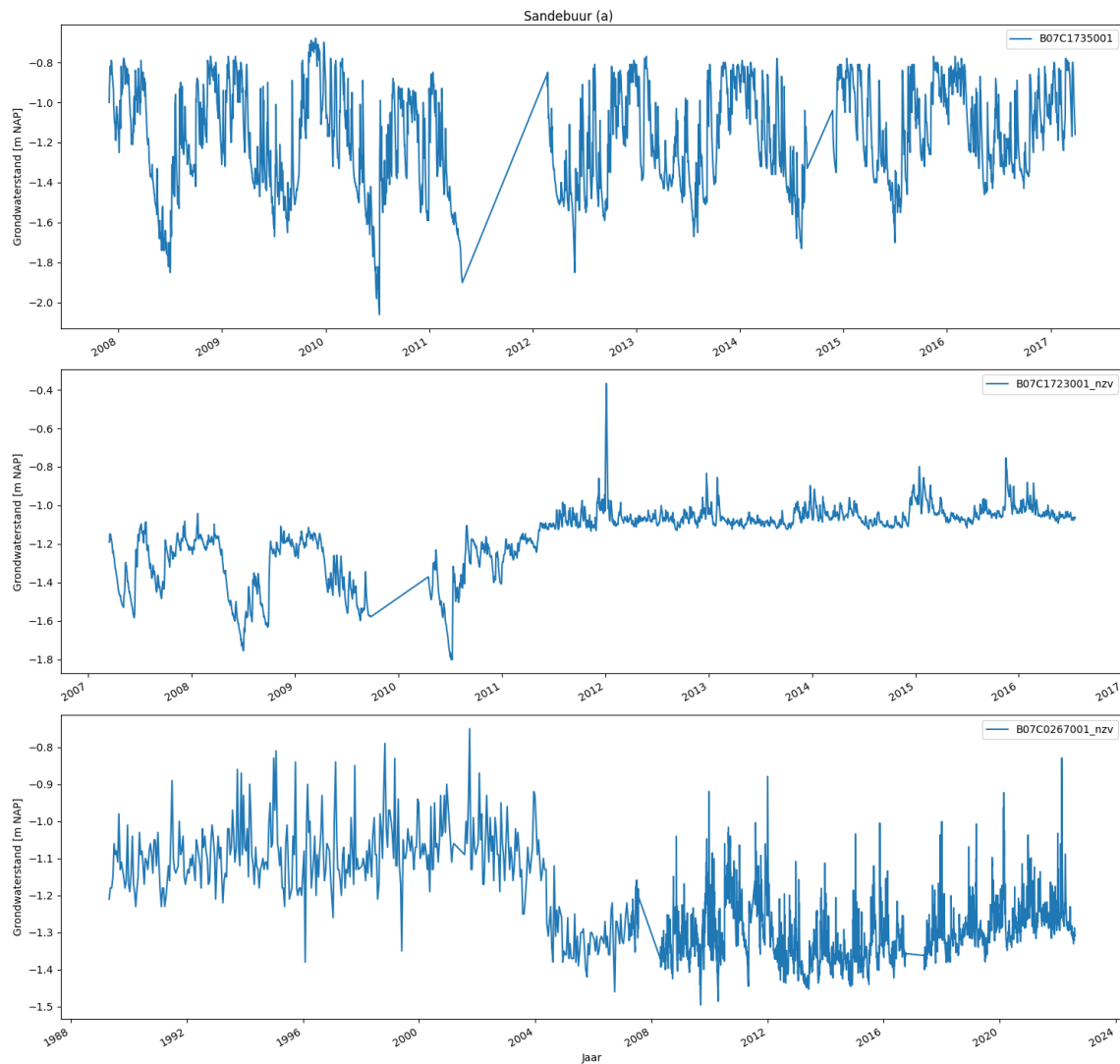
Sandebuur (a) legt de nadruk op de situatie zoals deze is rond de bebouwing in het gebied. Afbeelding 3.15 geeft de doorsnede voor Sandebuur (a). Deze snede volgt de weg die de scheiding vormt tussen het landbouwgebied ten zuiden van het tracé en het waterbergingsgebied Onlanden ten noorden van het tracé. In de doorsnede is het waterbergingsgebied weergegeven tussen 250 en 650 m en tussen 800 en 1.100 m. Het waterbergingsgebied is met kades afgesloten. Het oppervlaktewaterpeil ligt in deze gebieden dicht aan het maaiveld. De landbouwgebieden worden bemalen en er wordt een lager oppervlaktewaterpeil gehanteerd. De ondergrond bestaat voornamelijk uit een zandpakket met daarop een veenlaag. De GHG en GLG laten zien dat de grondwaterstand fluctueert, maar niet volledig wegzakt tot de onderkant van het peilfilter op deze locaties.

Afbeelding 3.16 laat de meetreeksen zien van de peilbuizen in de doorsnede. Voor een meer gedetailleerde kaart zie, afbeelding 5.1. Peilbuizen B07C1723001 en B07C0267001 laten beide een duidelijke toename zien in de grondwaterstand begin 2012. De piek komt overeen met de hoogwaterperiode van 2012. Ten slotte laat peilbuis B07C0267001 ook duidelijke verandering zien in de meetreeks, waarbij er rond 2004 een sterke daling in grondwaterstand zichtbaar is. Deze daling is veroorzaakt door de bouw van hetemaal Sandebuur, waardoor het oppervlaktewaterpeil is verlaagd van NAP -1,10 m naar NAP -1,70 m.

Afbeelding 3.15 Systeemoverzicht locatie Sandebuur (a) (west-oost)



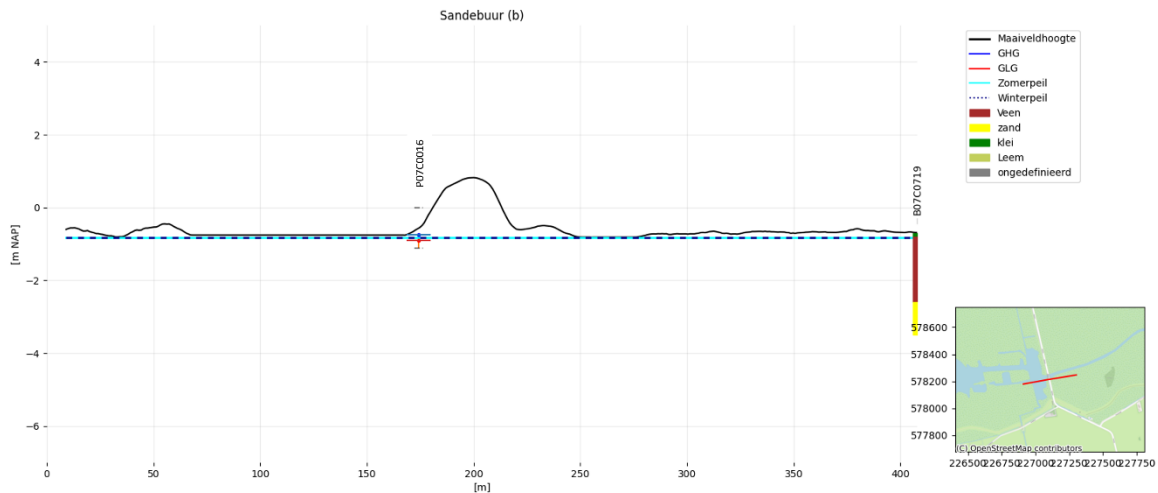
Afbeelding 3.16 Peilbuizen Sandebuur (a)



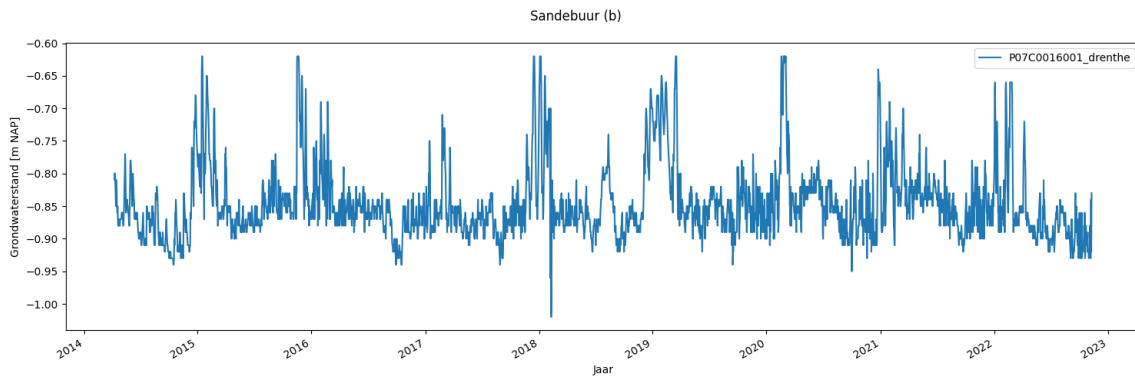
Sandebuur (b)

Sandebuur (b) is gericht op de weg die door het waterbergingsgebied loopt. Afbeelding 3.17 laat de doorsnede zien voor Sandebuur (b) (zie afbeelding 5.3 voor een meer gedetailleerde kaart van de ligging). Deze doorsnede kruist de verhoogde weg welke is gelegen in de Onlanden. Deze weg ligt op circa 1 m boven het omliggende gebied. De peilbuis welke in het talud van deze weg is geplaatst geeft een variatie van maximale 0,5 m, zie afbeelding 3.18. De ondergrond op deze locatie is venig en kleiig.

Afbeelding 3.17 Systeemoverzicht locatie Sandebuur (b) (west-oost)



Afbeelding 3.18 Peilbuizen Sandebuur (b)

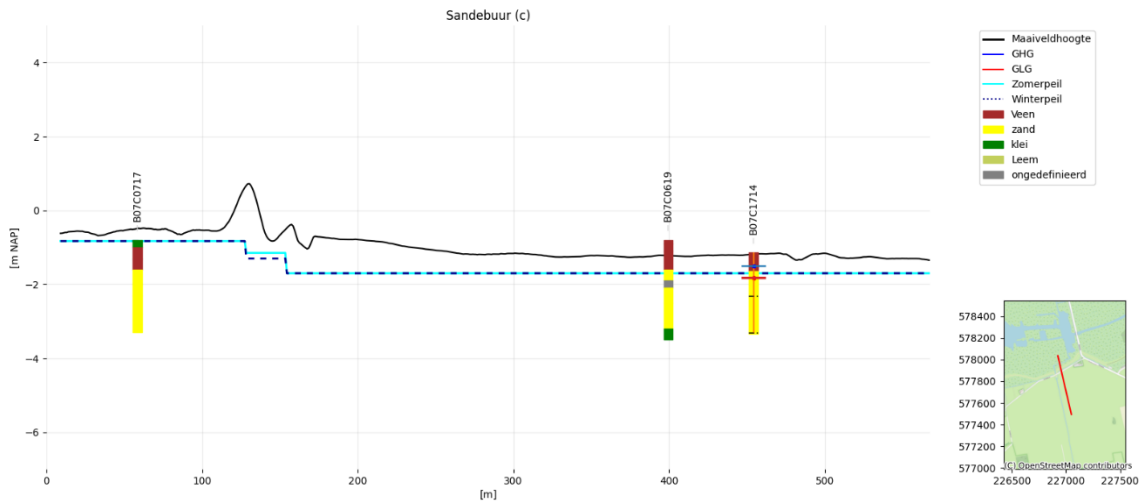


Sandebuur (c)

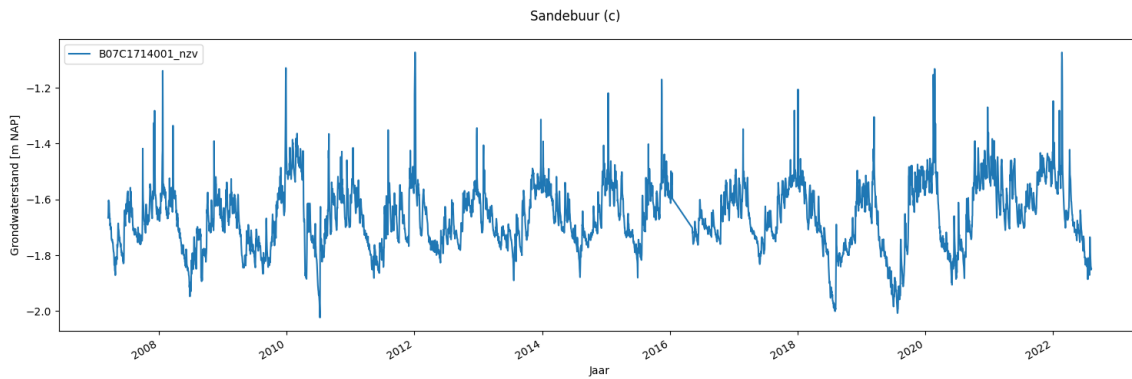
Sandebuur (c) is bedoeld om effecten op de landbouwgebieden in dit gebied beter in kaart te brengen. Afbeelding 3.19 geeft de doorsnede voor locatie Sandebuur (c), waarbij de focus ligt op het zuidelijke landbouwgebied. De doorsnede begint in de Onlanden, waar het oppervlaktewaterpeil dicht aan het maaiveld ligt. De doorsnede vervolgt zich dan richting het landbouwgebied. Dit gebied kent een lagere maaiveldhoogte en oppervlaktewaterpeil. De gehele doorsnede heeft een ondergrond bestaande uit klei en veen.

De meetreeks van de peilbuis is gegeven in afbeelding 3.20. Deze meetreeks laat een duidelijke seizoensgebonden variatie zien. Met hoge pieken in de winter en lage grondwaterstanden in de zomers. In de zomers van 2010, 2018 en 2019 zijn lagere grondwaterstanden dan gemiddeld in een zomerperiode gemeten.

Afbeelding 3.19 Systeemoverzicht locatie Sandebuur (c) (noord-zuid), zie afbeelding 5.5 voor een meer gedetailleerde kaart



Afbeelding 3.20 Peilbuizen Sandebuur (c)

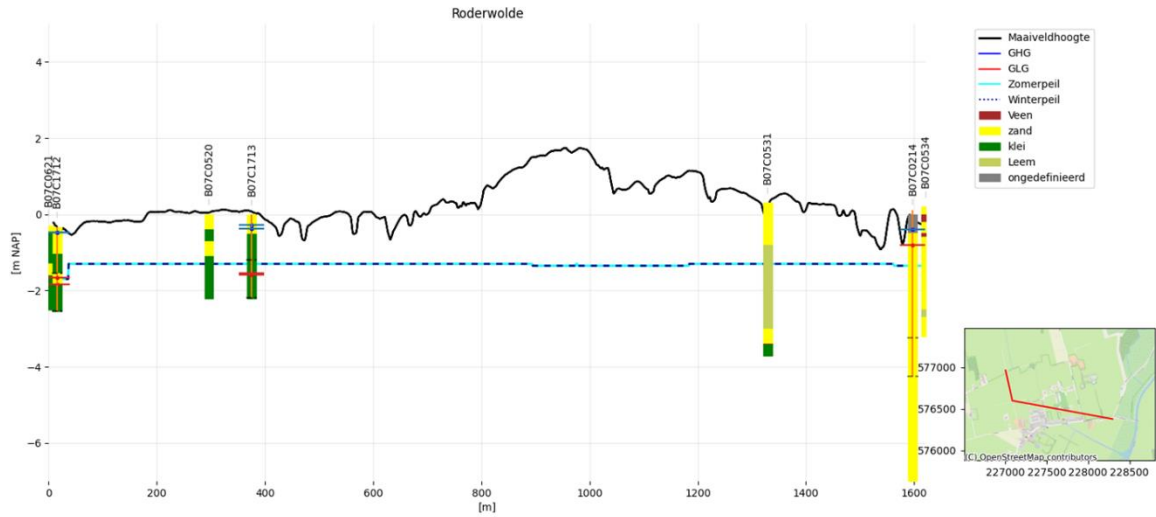


3.2.2 Roderwolde

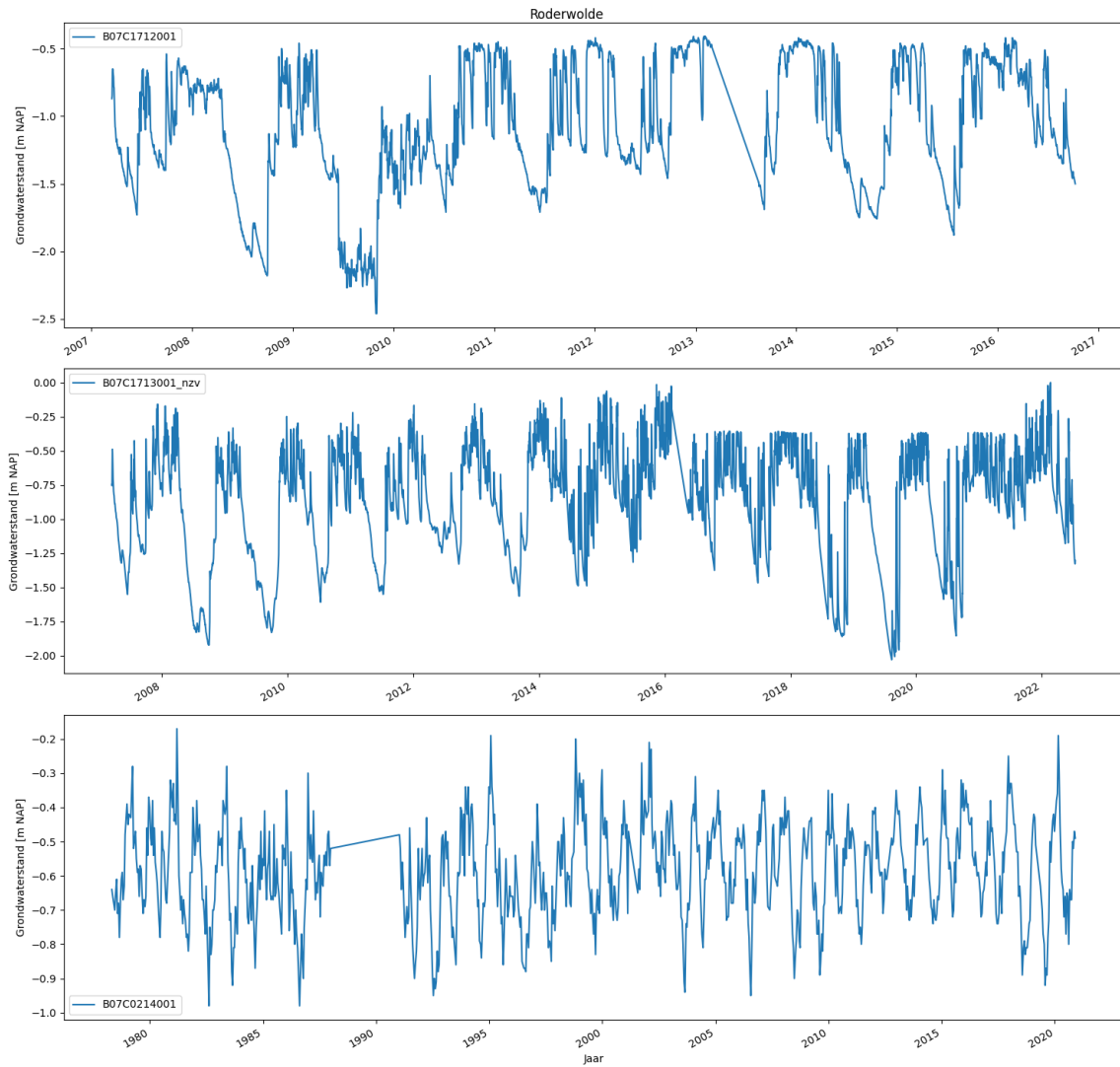
Roderwolde ligt aan de Schipsloot en is daardoor verbonden met het Peizerdiep. Afbeelding 3.21 geeft de doorsnede voor dit tracé, voor een meer gedetailleerde kaart van het tracé zie afbeelding 5.7. Het dorp Roderwolde ligt hierin tussen circa 700 en 1.200 m. Uit de doorsnede kan worden opgemaakt dat het Roderwolde relatief hoog gelegen is. In de omgeving van Roderwolde zijn voornamelijk landbouwgebieden aanwezig. Ten westen van Roderwolde is de ondergrond kleiig en ten oosten is te zien dat deze kleiige ondergrond veranderd in een meer zandige ondergrond. Door de afwezigheid van boringen ter hoogte van Roderwolde is het onduidelijk waar de verandering van de ondergrond exact plaatsvindt.

In totaal zijn er 3 peilbuizen in de omgeving van Roderwolde. De meetreeksen van deze peilbuizen zijn weergegeven in afbeelding 3.22. De peilbuizen B07C1712 en B07C1713 geven de grondwaterstand ten westen van Roderwolde weer. De grondwaterstand op deze locaties fluctueert tussen circa NAP -0,5 en -2 m. Peilbuis B07C0214 meet de grondwaterstand ten oosten van Roderwolde. Op deze locatie fluctueert de grondwaterstand minder sterk namelijk tussen circa NAP -0,2 en -1 m. De peilbuis in het oosten bevindt zich dicht bij het Peizerdiep, waar een constant oppervlaktewaterpeil wordt gehanteerd. Dat zou samen met de kleiige ondergrond een mogelijke verklaring kunnen zijn voor de afname in fluctuatie. Alle peilbuizen laten een duidelijke seizoensgebonden variatie zien. Met hoge pieken in de winters en lage grondwaterstanden in de zomers.

Afbeelding 3.21 Systeemoverzicht locatie Roderwolde (west-oost)



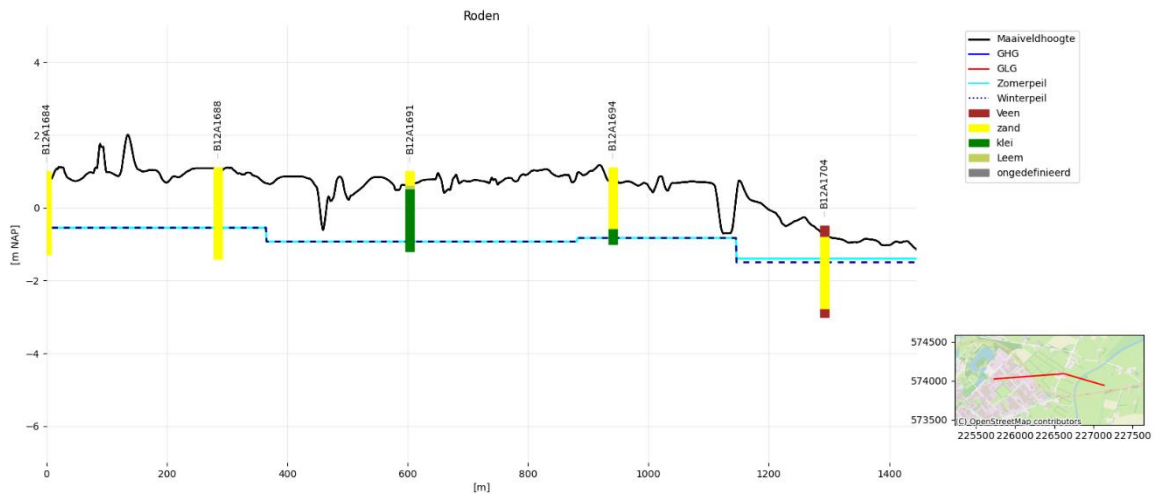
Afbeelding 3.22 Peilbuizen Roderwolde



3.2.3 Roden

Afbeelding 3.23 geeft de doorsnede voor het tracé van Roden, voor een meer gedetailleerde kaart zie afbeelding 5.9. In deze snede ligt het Peizerdiep op circa 1.100 m. Ten westen van het Peizerdiep bevindt zich Roden. Roden is relatief hoog gelegen en heeft een overwegend zandige ondergrond. Op sommige plekken kan hier zeer ondiep potklei worden aangetroffen. Ten westen van het Peizerdiep bevindt zich het waterbergingsgebied Onlanden. De maaiveldhoogte neemt sterk af richting de Onlanden en er is veen aanwezig in de ondergrond. Ter hoogte van Roden is er een grote droogleggingsdiepte. Richting de Onlanden neemt de droogleggingsdiepte sterk af. Er zijn geen peilbuizen aanwezig in de omgeving van dit tracé. De verwachting is dat de grondwaterstand in het oosten dichterbij het maaiveld ligt dan in de westzijde van het tracé.

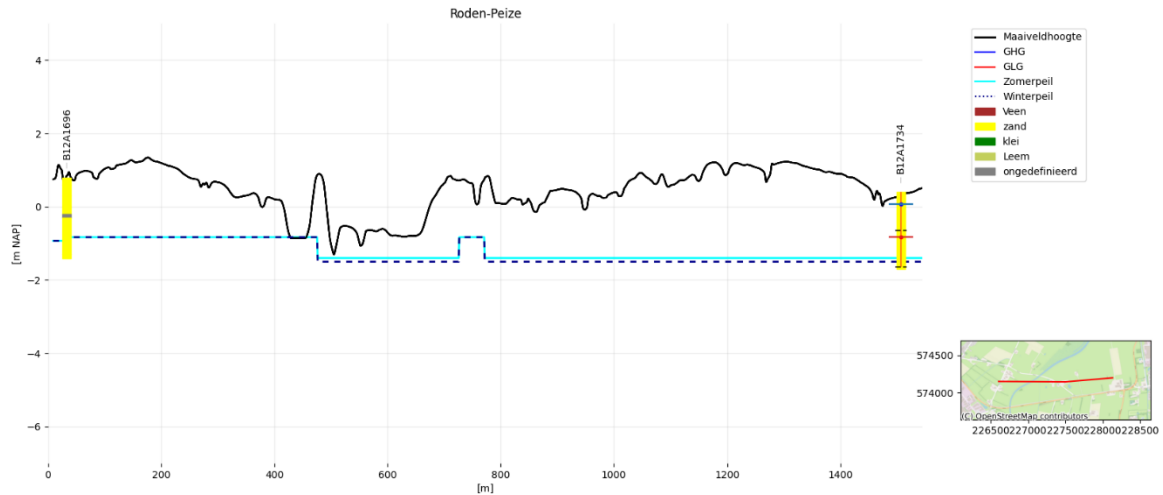
Afbeelding 3.23 Systeemoverzicht locatie Roden (west-oost)



3.2.4 Roden-Peize

Afbeelding 3.24 geeft een beeld van het systeem tussen de dorpen Roden en Peize, voor een meer gedetailleerde kaart van het tracé zie afbeelding 5.11. Deze dorpen zijn relatief hoog gelegen en tussen deze dorpen bevindt zich het Peizerdiep tussen circa 420 en 440 m. Beide dorpen hebben een zandige ondergrond. Het oppervlaktewaterpeil ter hoogte van Roden heeft hetzelfde peil als het Peizerdiep en ligt relatief hoog. Ten oosten van het Peizerdiep daalt dit oppervlaktewaterpeil en blijft dit constant tot aan het einde van de doorsnede. Er is een peilbuis aanwezig in dit tracé. Deze peilbuis ligt ook in het tracé van Peize en zal daarom in de volgende paragraaf worden beschreven.

Afbeelding 3.24 Systeemoverzicht locatie Roden-Peize (west-oost)



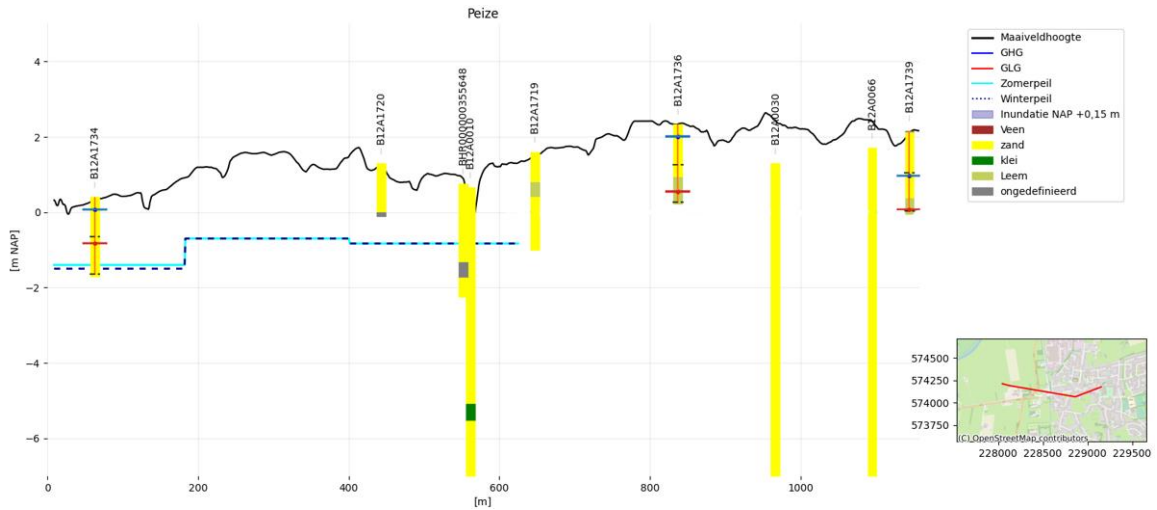
3.2.5 Peize

Afbeelding 3.25 overlapt voor deel met de snede Roden-Peize. De doorsnede begint na het Peizerdiep. De maaiveldhoogte neemt toe vanaf het Peizerdiep tot de hoogte waarop Peize zich bevindt. Het oppervlaktewaterpeil neemt stapsgewijs toe met de maaiveldhoogte, waardoor de ontwateringsdiepte relatief constant blijft. De ondergrond op deze locatie bestaat voornamelijk uit zand. Voor een meer gedetailleerde ligging van dit tracé, zie afbeelding 5.13.

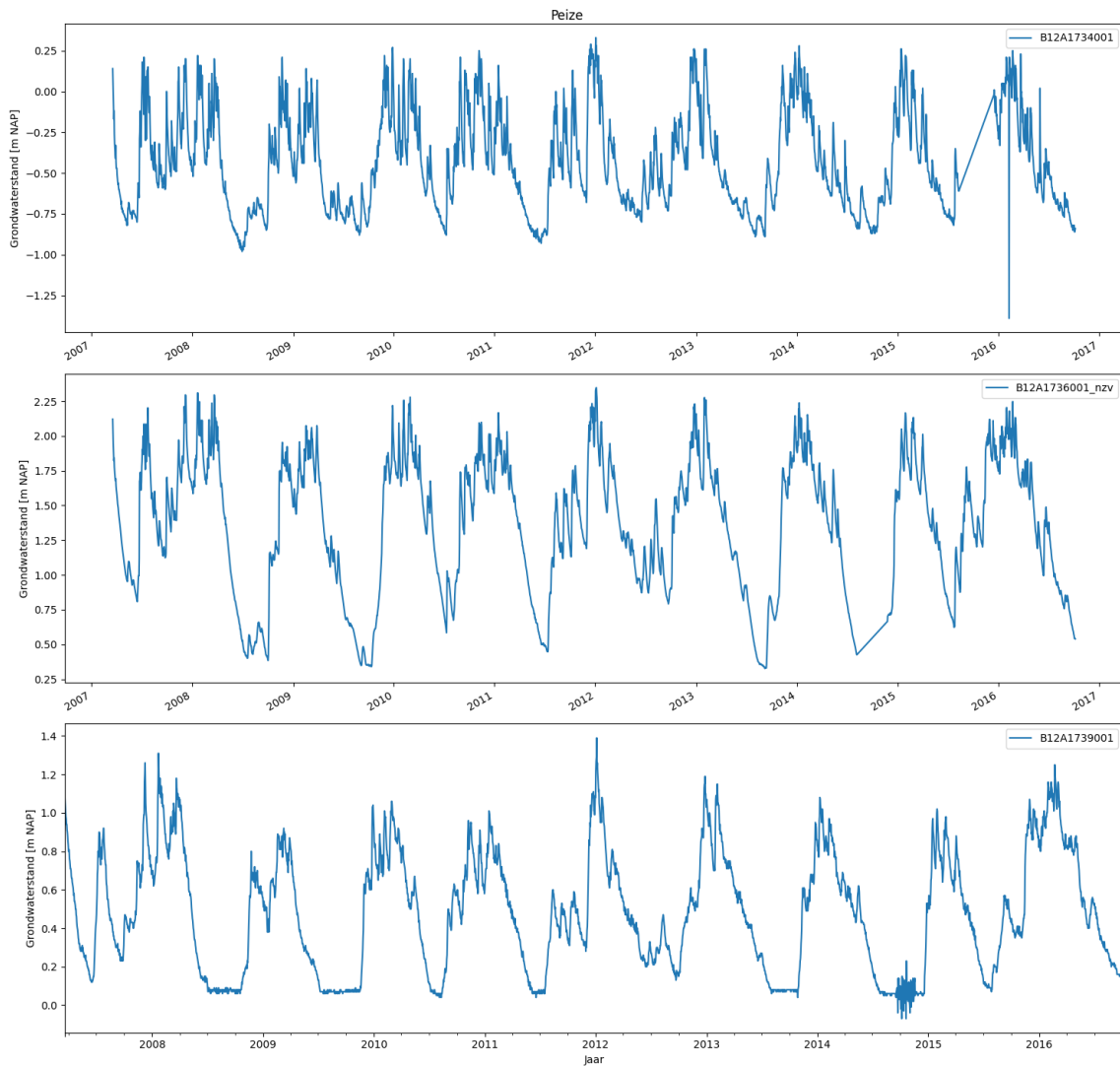
In de doorsnede zijn drie verschillende peilbuizen weergegeven. De meetreeksen van deze peilbuizen zijn gegeven in afbeelding 3.26. De peilbuizen bevatten data vanaf 2007 tot en met 2016. De gemeten grondwaterstanden volgen onderling hetzelfde patroon. Afhankelijk van de maaiveldhoogte op de locatie verschilt de gemeten grondwaterstand in absolute hoogte. De peilbuizen laten een grote seizoensgebonden variatie zien met hoge pieken in de winters en lage grondwaterstanden in de zomers.

De grote variatie kan worden verklaard door de zandige ondergrond. In deze omstandigheden kan het grondwater in droge periodes makkelijk wegzakken terwijl het tijdens natte periodes weer verder stijgt. Opvallend is dat peilbuis B12A1739 in de zomer maanden constante waarden aangeeft. Dit is het moment waarop de sensor in de peilbuis droog komt te liggen. Dit is ook zichtbaar in de doorsnede, waarbij de GLG van deze peilbuis gelijk is aan de onderkant van het peilfilter. Opvallend is dat de gemeten grondwaterstanden in peilbuizen B12A1736 en B12A1739 circa 1 m verschillen, terwijl de maaiveldhoogte relatief constant is. Beide peilbuizen staan in een vrij afwaterend peilgebied. Voor tijdreeksanalyse is de absolute hoogte van de grondwaterstand niet relevant. De meetreeksen laten een betrouwbaar beeld zien en zullen daarom worden meegenomen in de analyse.

Abbeelding 3.25 Systeemoverzicht locatie Peize (west-oost)



Abbeelding 3.26 Peilbuizen Peize

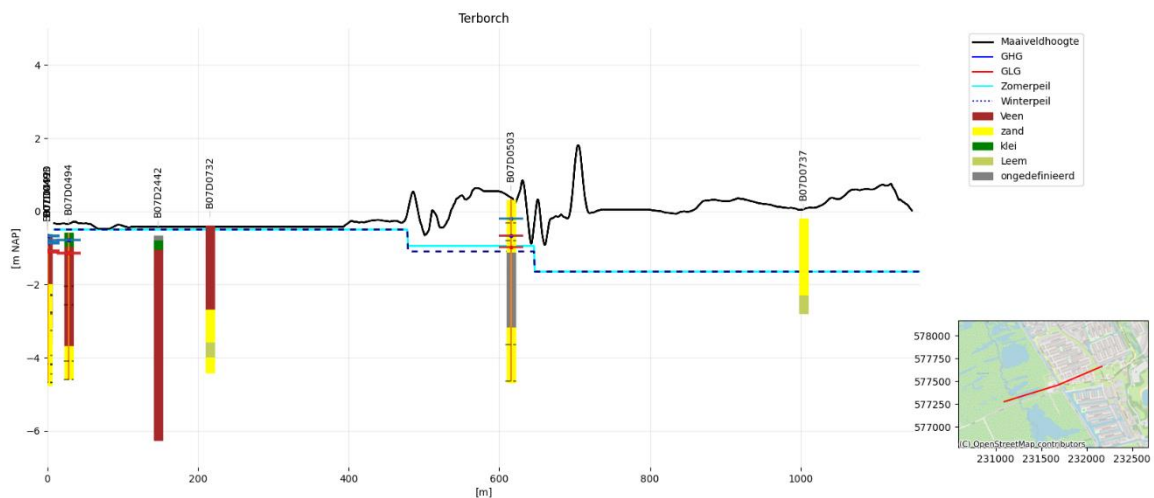


3.2.6 Ter Borch

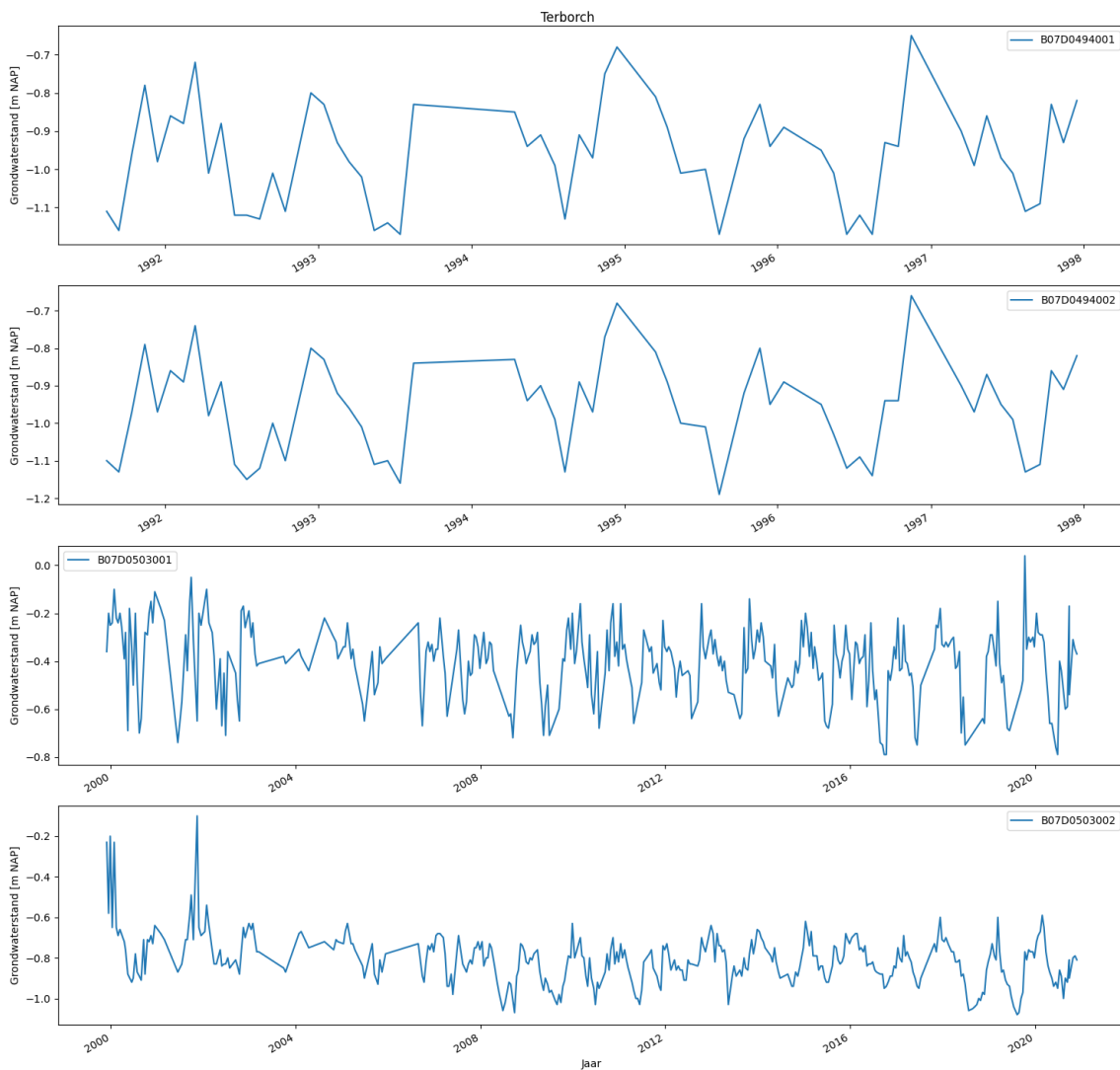
Afbeelding 3.27 laat de doorsnede zien voor het tracé van Ter Borch. Afbeelding 5.15 geeft een gedetailleerde kaart van dit tracé. Tot 420 m ligt het tracé in de Onlanden, daarna kruist het tracé het Omgelegde Eelderdiep, vanaf circa 700 m begint de wijk Ter Borch in Eelderwolde. Deze overgangen zijn terug te zien in de oppervlaktewaterpeilen. In de Onlanden ligt het oppervlaktewaterpeil dicht aan het maaiveld. In het Omgelegde Eelderdiep daalt het oppervlaktewaterpeil waardoor de droogleggingsdiepte toeneemt. De overgang van het Omgelegde Eelderdiep naar Ter Borch daalt het oppervlaktewaterpeil nogmaals en neemt de droogleggingsdiepte nog verder toe. De ondergrond in de Onlanden is venig en dit verandert in de richting van Ter Borch in een zandige ondergrond.

De verschillende gebieden worden ook zichtbaar in de grondwaterstanden. Afbeelding 3.28 laat de meetreeksen zien van de verschillende peilbuizen. De peilbuizen in de Onlanden bevatten data tussen 1992 en 1998. Deze grondwaterstanden fluctueerde in deze tijd tussen NAP -0,7 en -1,2 m. Deze grondwaterstanden zijn gemeten voor de herinrichting van de Onlanden, waardoor het geen betrouwbaar beeld geeft van de huidige grondwaterstand in het gebied. De peilbuis in het Omgelegde Eelderdiep bevat data tussen 2000 en 2022. Deze peilbuis heeft twee filterstellingen. Het eerste filter meet met een gemiddelde van NAP -0,4 m hogere grondwaterstanden dan het onderste filter met een gemiddelde van NAP -0,8 m. Dit verschil kan worden verklaard door de aanwezigheid van een scheidende laag in de ondergrond tussen beide filters.

Afbeelding 3.27 Systeemoverzicht locatie Ter Borch (west-oost)



Afbeelding 3.28 Peilbuizen Ter Borch

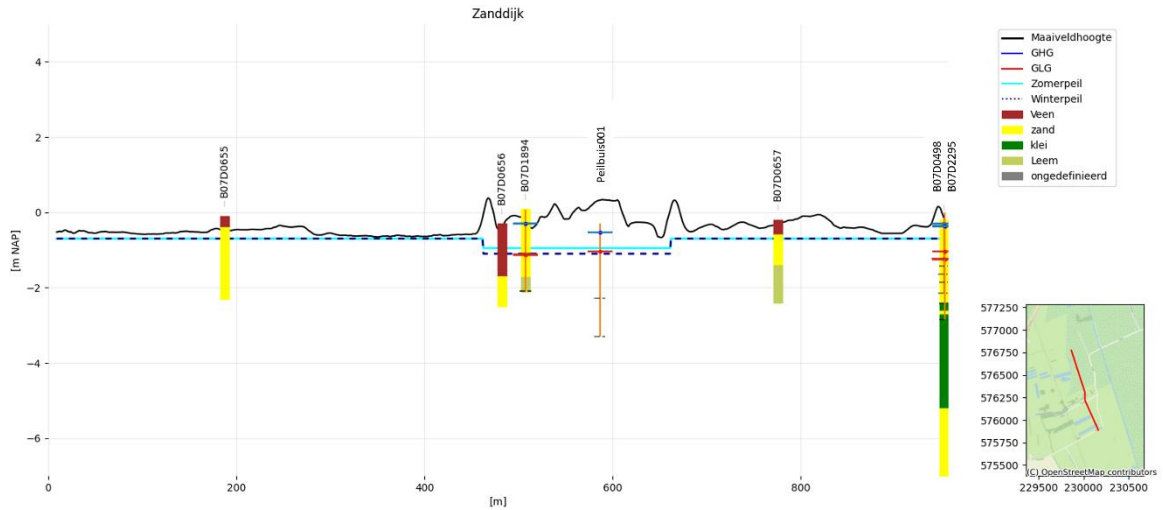


3.2.7 Zanddijk

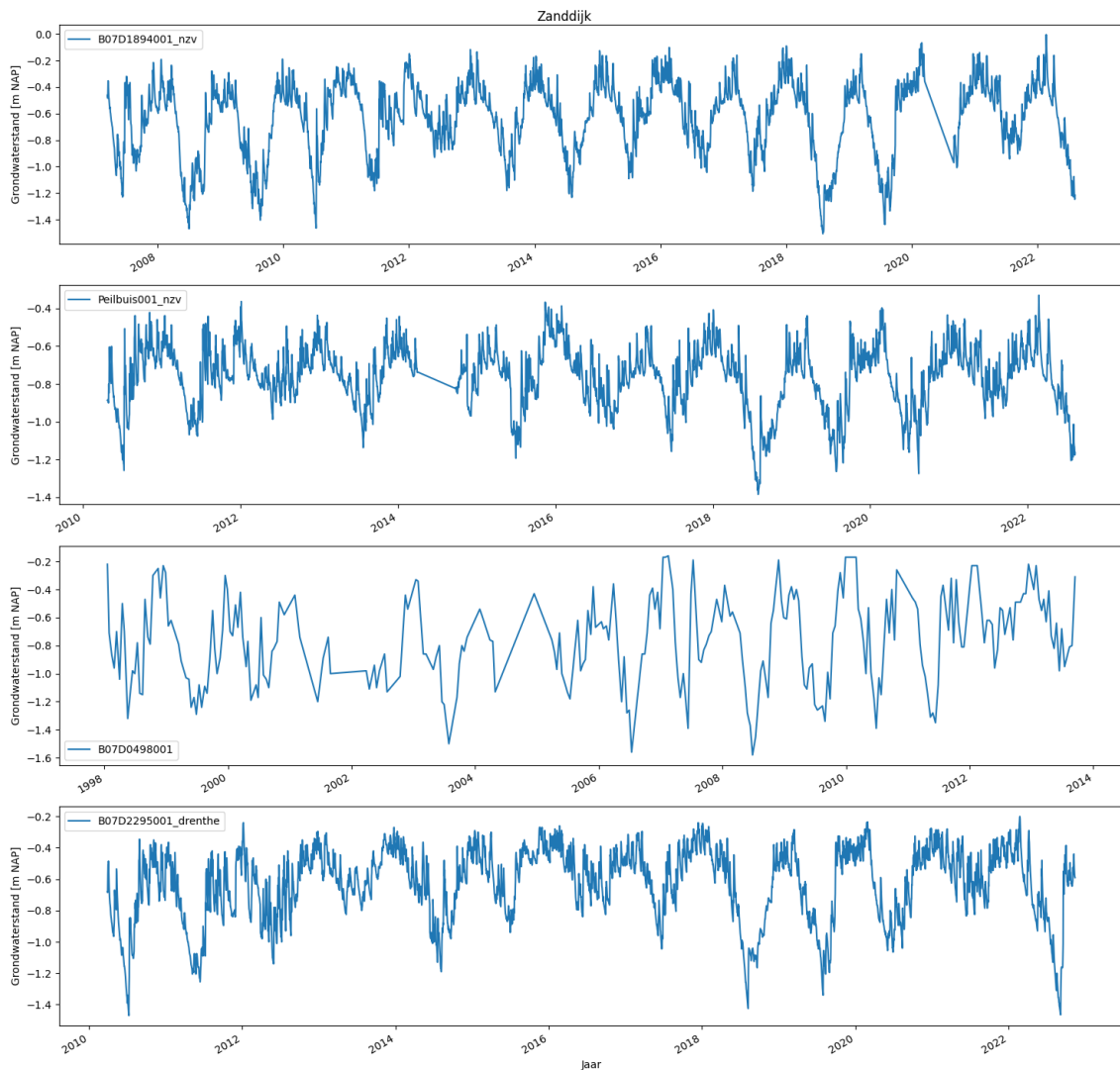
Afbeelding 3.29 geeft de doorsnede van het tracé Zanddijk, zie afbeelding 5.17 voor een detailkaart van dit tracé. Zanddijk is een kleine polder midden in het waterbergingsgebied Onlanden. In de doorsnede ligt de polder tussen circa 450 m en 650 m. Het resterende gedeelte van het tracé ligt in de Onlanden. De polder bestaat uit een zandig, venige ondergrond en ligt relatief hoog ten opzichte van de Onlanden. Het oppervlaktewaterpeil in de Onlanden ligt dicht aan het maaiveld, waardoor de droogleggingsdiepte minimaal is. In de polder daalt het oppervlaktewaterpeil en neemt de droogleggingsdiepte toe.

Afbeelding 3.30 geeft de meetreeksen van de peilbuizen in het tracé. De peilbuizen in de polder laten een vergelijkbaar patroon zien, met een fluctuatie tussen NAP -0,2 en -1,4 m. De peilbuis in de Onlanden geeft een soort gelijk patroon weer, de meetintensiteit van deze peilbuis is lager dan de peilbuizen in de polder.

Afbeelding 3.29 Systeemoverzicht locatie Zanddijk (noord-zuid)



Afbeelding 3.30 Peilbuizen Zanddijk

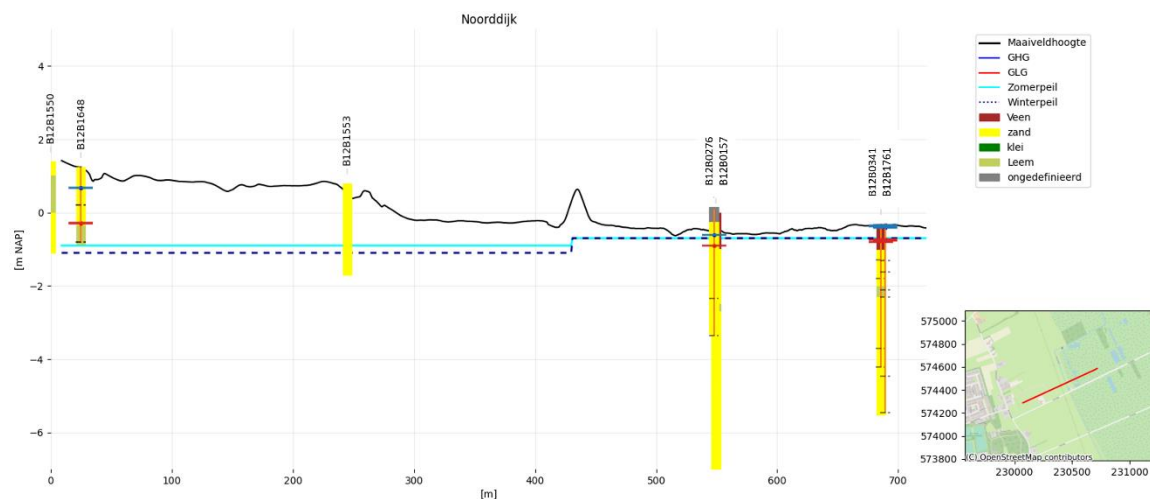


3.2.8 Noorddijk

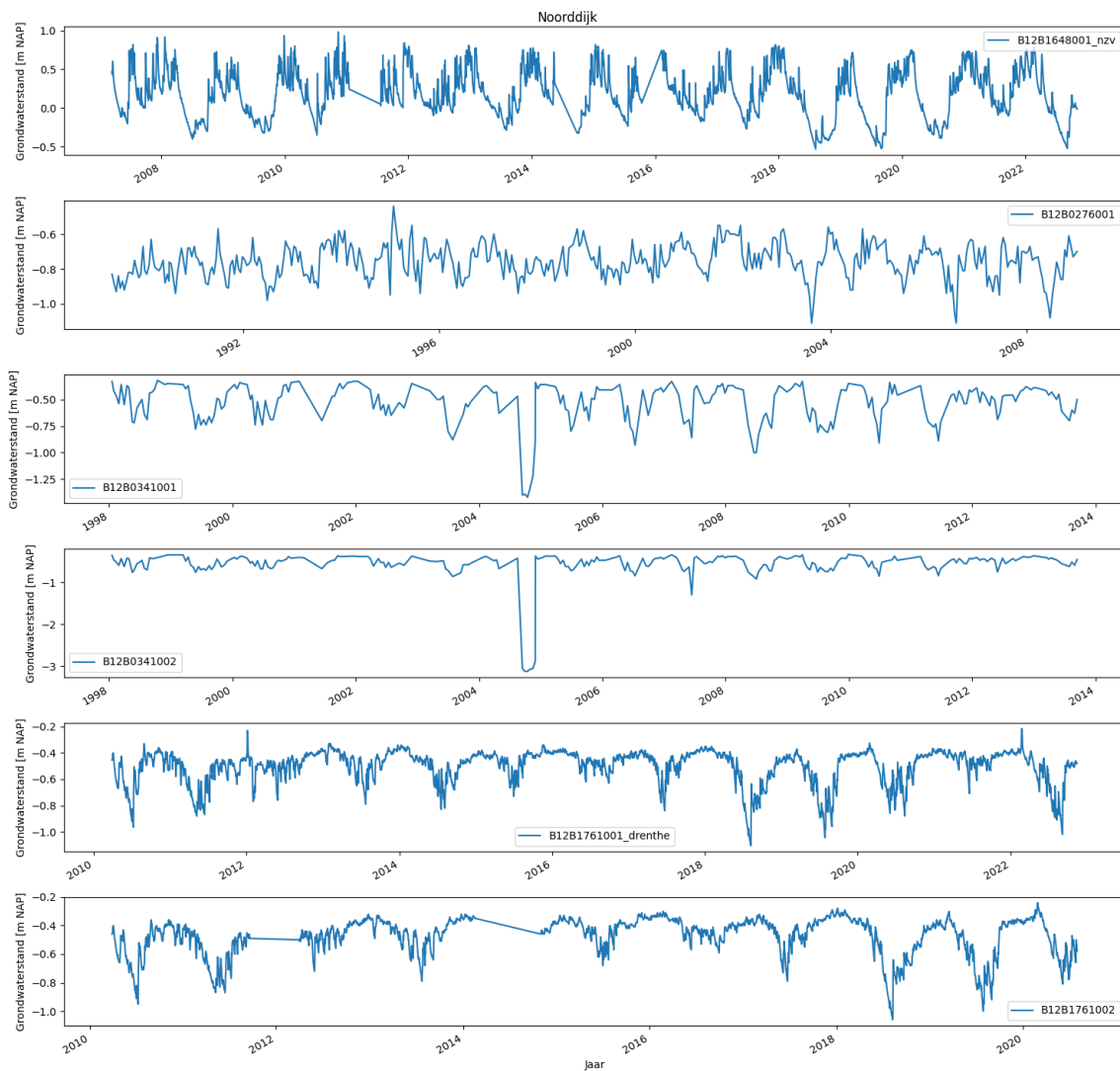
Afbeelding 3.31 geeft de doorsnede voor het tracé Noorddijk, zie afbeelding 5.19 voor een detailkaart van dit tracé. Deze locatie wordt gekenmerkt als de overgang tussen het dorp Peize en het waterbergingsgebied Onlanden. Peize is een relatief hooggelegen gebied, de droogleggingsdiepte op deze locatie is relatief groot en de ondergrond is zandig. Richting de Onlanden neemt de maaiveldhoogte af. De overgang naar de Onlanden is terug te zien in het veranderende oppervlaktepeil. De droogleggingsdiepte in de Onlanden is minimaal en de ondergrond bevat veen.

De meetreeksen van de peilbuizen zijn gegeven in afbeelding 3.32. De grondwaterstand in Peize fluctueert tussen NAP +1 en -0,5 m. Dit is een grotere fluctuatie vergeleken met de peilbuizen in de Onlanden waar de grondwaterstand tussen NAP -0,2 en -1,0 m fluctueert. Deze grote fluctuatie kan worden verklaard door de grote droogleggingsdiepte waardoor de grondwaterstand in Peize tijdens de zomer dieper kan wegzakken. Peilbuizen B121761 en B12B0341 zijn gelegen in de Onlanden en hebben beide 2 filterhoogtes. De verschillende filters geven dezelfde grondwaterstanden. Deze metingen bevestigen het beeld dat er op deze locatie geen scheidende lagen aanwezig zijn in de ondergrond.

Afbeelding 3.31 Systeemoverzicht locatie Noorddijk (west-oost)



Afbeelding 3.32 Peilbuizen Noorddijk

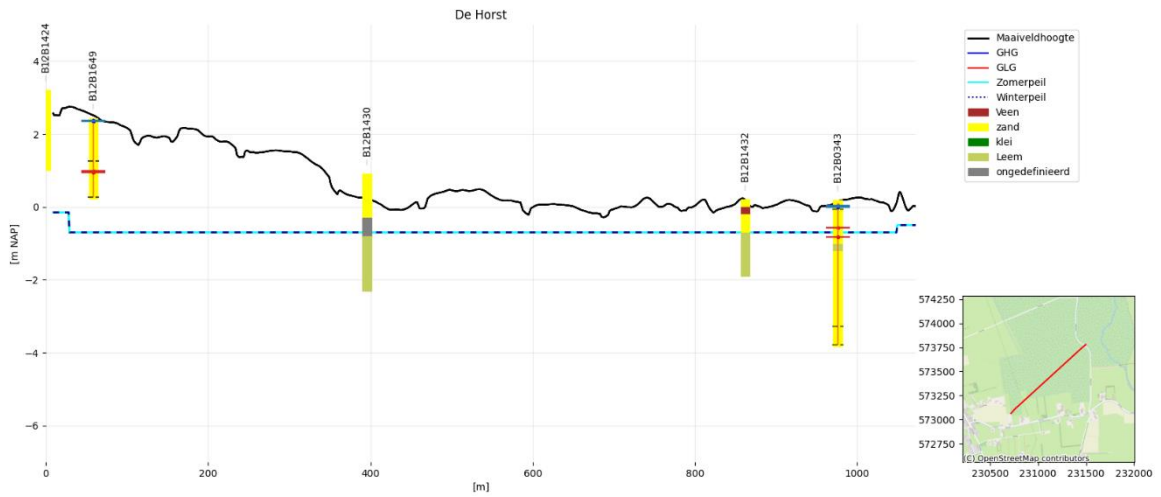


3.2.9 De Horst

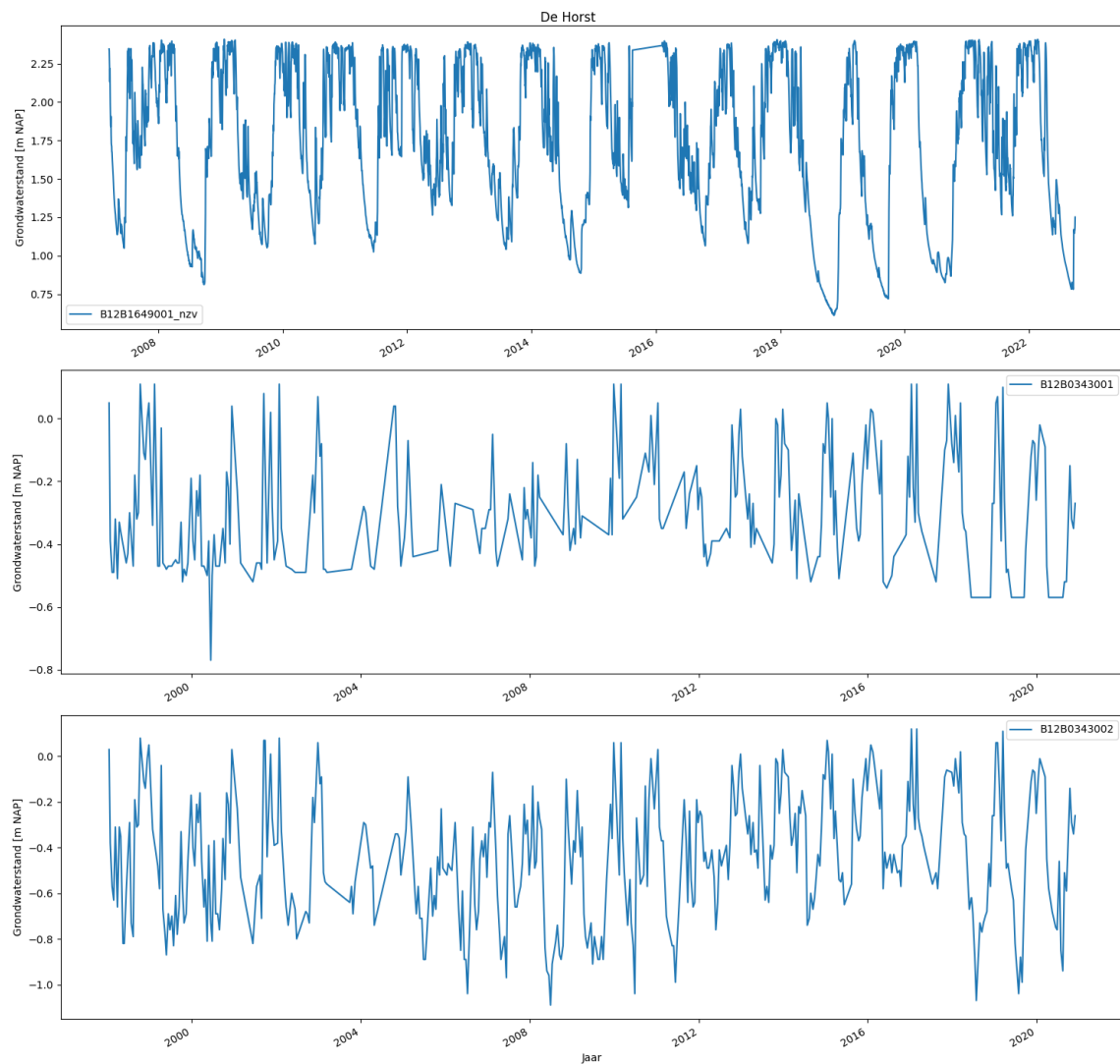
Afbeelding 3.33 geeft de doorsnede tussen Peize en de Onlanden, zie afbeelding 5.21 voor een detailkaart van dit tracé. De doorsnede is genomen vanaf Peize richting de Onlanden. Net als bij de locatie Noorddijk is hier te zien dat de droogleggingsdiepte afneemt richting de Onlanden. Peize ligt relatief hoog en heeft een zandige ondergrond met een grote droogleggingsdiepte. De Onlanden ligt relatief laag en heeft een licht venig maar voornamelijk zandige ondergrond met een lagere droogleggingsdiepte.

Afbeelding 3.34 geeft de meetreeksen van de peilbuizen in de omgeving van het tracé. De meetreeksen laten een duidelijke seizoensgebonden variatie zien. Met hoge pieken in de winters en lage grondwaterstanden in de zomers. In de zomers van 2018, 2019 en 2020 zijn lagere grondwaterstanden dan gemiddeld in een zomerperiode gemeten. De variatie in de grondwaterstand ter hoogte van Peize is circa 1,4 m, van NAP +1,0 tot +2,4 m. Deze variatie is te verklaren op basis van de grote droogleggingsdiepte en zandige ondergrond waardoor de grondwaterstand kan wegzakken. De peilbuis in de Onlanden laat een kleinere variatie zien, tussen NAP -0,6 en 0,0 m. Deze peilbuis bestaat uit twee peilfilters. De GLG van het eerste filter is gelijk aan de onderkant van het filter. Op basis van de meetreeks is de verwachting dat de peilbuis droog is komen te vallen in de zomermaanden van 2018, 2019 en 2020. De grondwaterstand die wordt gemeten in het tweede filter volgt het eerste filter, maar zakt tijdens de droge periode verder uit. Dit komt doordat deze peilbuis niet droogvalt.

Afbeelding 3.33 Systeemoverzicht locatie De Horst (zuidwest-noordoost)



Afbeelding 3.34 Peilbuizen De Horst

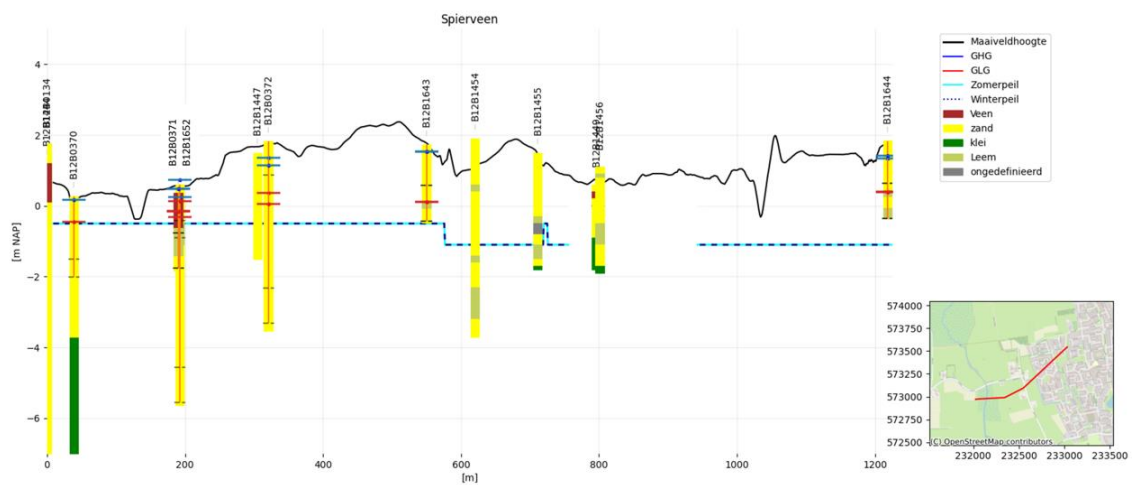


3.2.10 Spierveen

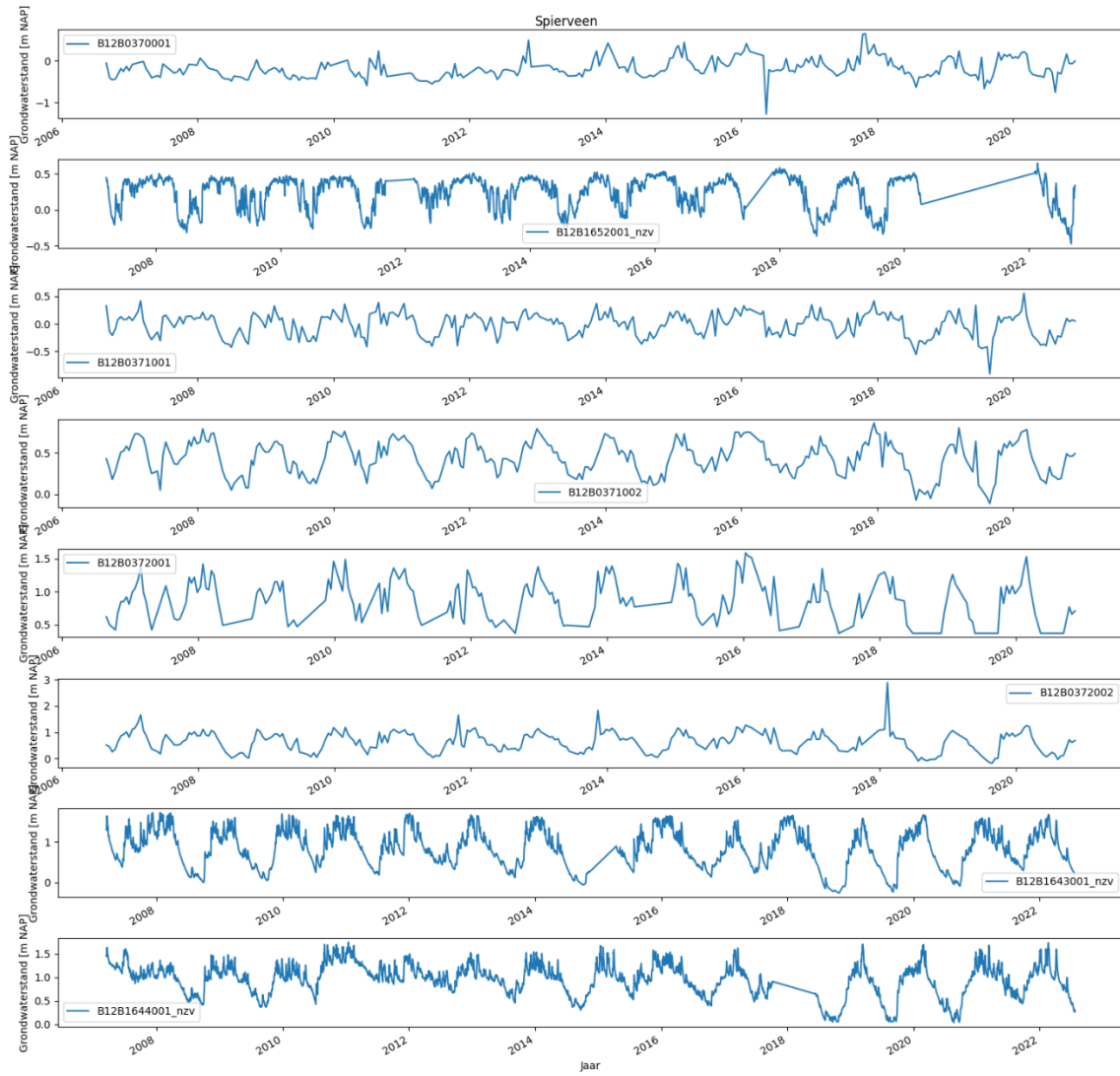
Afbeelding 3.35 laat het verloop zien vanaf het Eelderdiep richting het dorp Eelde, zie afbeelding 5.23 voor een detailkaart van dit tracé. Het Eelderdiep ligt in deze doorsnede op circa 180 m. De ondergrond ter plaatse van het Eelderdiep is een afwisseling tussen veen aan het maaiveld gevolgd door zand en klei. Vanaf het Eelderdiep loopt de maaiveldhoogte op in de richting van Eelde. De oppervlaktewaterpeilen blijven gelijk waardoor de droogleggingsdiepte geleidelijk toeneemt.

Afbeelding 3.36 geeft de meetreeksen van de peilbuizen die worden weergegeven in de doorsnede. De peilbuizen fluctueren in de omgeving van het Eelderdiep tussen NAP -0,5 en +0,5 m. Richting Eelde fluctueert de grondwaterstand tussen NAP +0,0 en +1,5 m. De toename van de fluctuatie kan worden verklaard door de grotere droogleggingsdiepte en de zandige ondergrond, wat ervoor zorgt dat de grondwaterstand verder kan wegzakken.

Afbeelding 3.35 Systeemoverzicht locatie Spierveen (west-oost)



Afbeelding 3.36 Peilbuizen Spierveen



4

TIJDREEKSANALYSE

4.1 Uitleg van twee methoden

Om te onderzoeken of de grondwaterstand wordt beïnvloed door de peilopzet zijn er tijdreeksmodellen opgesteld. De tijdreeksanalyse wordt uitgevoerd met de tijdreeksanalyse software Pastas [ref. 12]. Voor alle methodes wordt per peilbuis een tijdreeksmodel gemaakt. Het verschil tussen een tijdreeksmodel en een numeriek grondwatermodel voor de verklaring van geohydrologische effecten is beschreven in bijlage III.

De grondwaterstand wordt gesimuleerd aan de hand van verschillende verklarende variabelen. In deze studie worden neerslag, verdamping en oppervlaktewaterstanden gebruikt als verklarende variabelen. De grondwateronttrekkingen zijn niet meegenomen in de analyse, omdat de meetfrequentie van deze data niet voldoet aan de dagelijkse frequentie waarop de modellen zijn gebaseerd. Voor elk model is gekeken naar de periode waarin de verschillende data overlapt, zodat de grondwaterstand zo goed mogelijk kan worden gesimuleerd. Een model wordt geaccepteerd wanneer minimaal 70 % van de variantie kan worden verklaard. Daarnaast wordt elk model ook hydrologisch beoordeeld. In sommige gevallen is de oppervlaktewaterstand genormaliseerd om te compenseren voor de afstand naar het meetstation.

Om de invloed van een toekomstige peilopzet te bepalen is voor elke peilbuis een hoogwaterperiode uit het verleden meegenomen in het tijdreeksmodel. Deze periode wordt meegenomen om het model te leren hoe het systeem zich gedraagt tijdens zulke momenten. In de Onlanden heeft er in 2012 en 2022 een hoogwaterperiode plaatsgevonden. Met behulp van de tijdreeksmodellen kan de invloed van het oppervlaktewater op de grondwaterstand worden bepaald. Het modelresultaat bevat de parameter 'waterlevel_d', deze parameter geeft aan hoeveel de grondwaterstand stijgt bij een stijging van 1 m in de oppervlaktewaterstand. Met de nieuwe peilopzet zal de oppervlaktewaterstand maximaal 0,35 m (van NAP -0,20 m naar NAP +0,15 m) stijgen. Door waterlevel_d te schalen naar 0,35 m kan worden bepaald hoeveel de grondwaterstand in de nieuwe situatie zal stijgen, hierbij wordt uitgegaan van een lineaire relatie tussen de oppervlaktewaterstanden en de grondwaterstand. De stijging die wordt berekend is een toename van de grondwaterstand ten tijde van een hoogwaterperiode, dit komt dus boven op de grondwaterstand die in 2012 of 2022 is gemeten.

Om de invloed van de nieuwe peilopzet te bepalen zijn er twee verschillende methodes toegepast voor de opzet van het tijdreeksmodel:

- de eerste methode gebruikt de neerslag, verdamping en de gemeten oppervlaktewaterstand als verklarende variabele (waarbij de hoogwatersituatie in de oppervlaktewatermeetreeks is meegenomen). Met deze methode wordt de invloed van de oppervlaktewaterstand op de grondwaterstand bepaald. Daarmee kan worden bepaald hoeveel de grondwaterstand veranderd als gevolg van een verandering van het oppervlaktewater, zoals een peilopzet. Echter deze methode houdt geen rekening met de oorzaak van de verandering van de oppervlaktewaterstand: is dat de peilopzet of een andere oorzaak zoals hevige neerslag? Daarom is een aanvullende tweede methode toegepast;
- de tweede methode wordt gebruikt om meer inzicht te krijgen in het systeem. De pieken in de oppervlaktewaterstand tijdens hoogwater worden veroorzaakt door verschillende processen. Onderscheid maken tussen de verschillende processen is complex. Om enkel het effect van de peilopzet te kunnen onderscheiden wordt methode 2 toegepast. Methode 2 maakt ook gebruik van neerslag, verdamping en oppervlaktewaterstanden als verklarende variabele.

Het verschil met de eerste methode zit in het gebruik van de oppervlaktewaterstanden. Om de invloed van de peilopzet te isoleren, wordt de invloed van de peilopzet tijdens voorgaande hoogwaterperiodes geïsoleerd. Om dit te realiseren is de oppervlaktewaterstand in twee stukken verdeeld. Het eerste deel bevat de gemeten waarden met op het moment van hoogwater een constante waarde, welke gelijk is aan de gemiddelde oppervlaktewaterstand de dag voor en de dag na de hoogwaterperiode. Voor 2012 betekent dit dat de oppervlaktewaterstand tijdens de hoogwaterpiek gelijk is aan het gemiddelde van de oppervlaktewaterstand op 2 en 10 januari. In 2022 is deze waarde uitgerekend als het gemiddelde van de oppervlaktewaterstand op 19 februari en 1 maart. De extra toename in oppervlaktewaterstand boven deze gemiddelde waarden is gemodelleerd als de hoogwaterpiek die is veroorzaakt door de peilopzet en is als aparte verklarende variabele toegevoegd aan het model. De oppervlaktewater reeks met enkel de hoogwaterpiek geeft dan de invloed van de peilopzet op de grondwaterstand. Beide reeksen bevatten een parameter genaamd waterlevel_d. De eerste beschrijft de reactie van de natuurlijke oppervlaktewaterstand. Deze waarde is anders dan methode 1 omdat hier de oppervlaktewaterstand zonder de hoogwaterpiek wordt gemodelleerd. De tweede waterlevel_d parameter van methode 2 beschrijft de reactie van de hoogwaterperiode als gevolg van de peilopzet in 2012 en 2022. Door deze parameter te schalen naar 0,35 m kan de invloed van de nieuwe peilopzet op de grondwaterstand worden bepaald.

Beide methodes geven inzicht in het systeem. In het volgende hoofdstuk zullen de resultaten van beide methodes hydrologisch worden beoordeeld. Op basis van deze beoordeling wordt per peilbuis een keuze gemaakt welke methode wordt gebruikt.

4.2 Selectie peilbuizen

4.2.1 Criteria

Peilbuizen van DINOloket, waterschap Noorderzijlvest en provincie Drenthe zijn gebruikt voor het opstellen van de tijdreeksmodellen. Om de analyse uit te kunnen voeren is een nadere selectie gemaakt van de peilbuizen op basis van een aantal criteria:

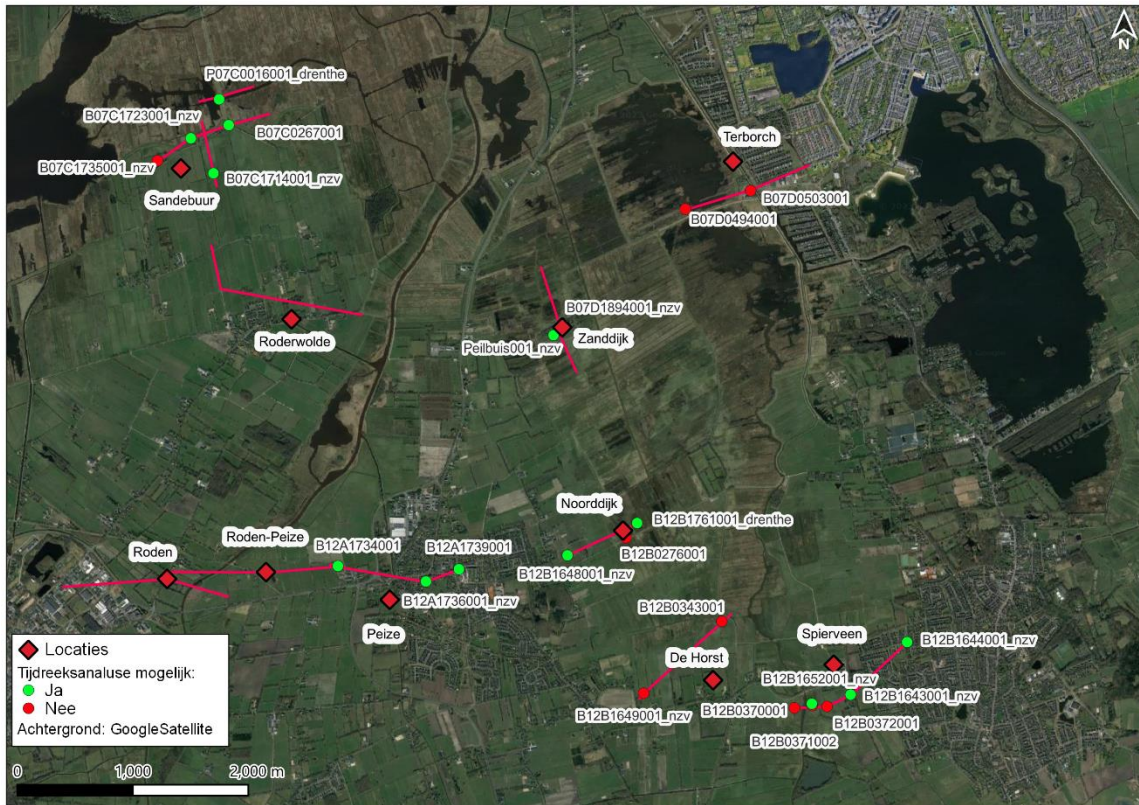
- beschikbaarheid van metingen tijdens de hoogwaterperiode van 2012 of 2022;
- voldoende metingen tijdens de hoogwaterperiode van 2012 of 2022;
- een maximale afstand van 80 m tot het tracé van een locatie;
- de peilbuis meet de freatische grondwaterstand.

Enkele peilbuizen komen in meerdere datasets voor. Van de peilbuizen die meerdere keren voorkomen in de databases zijn de peilbuizen met de langste meetreeks gebruikt. In het geval dat er twee peilfilters de freatische grondwaterstand meten is het eerste filter gebruikt. De maximale afstand van de peilbuizen tot het tracé is op 80 m gelegd om ervoor te zorgen dat peilbuizen redelijk nabij het tracé liggen en daardoor ook representatief zijn voor de locaties. Na de selectie is er een controle uitgevoerd om te bepalen of er op basis van dit criteria geen geschikte peilbuizen waren weggefallen. Dit was niet van toepassing, waardoor 80 m als criteria is aangehouden.

4.2.2 Resulterende peilbuizen

Voor 5 locaties zijn er geschikte peilbuizen gevonden om tijdreeksanalyse uit te voeren. Deze locaties zijn Sandebuurt, Peize, Noorddijk, Zanddijk en Spierveen. De overige locaties bevatten geen geschikte peilbuizen voor tijdreeksanalyse. De geselecteerde peilbuizen zijn weergegeven in afbeelding 4.1. Bijlage IV bevat een overzicht met de peilbuizen die in aanmerking komen voor tijdreeksanalyse en de redenering waarom tijdreeksanalyse wel of niet kan worden toegepast.

Afbeelding 4.1 Overzicht peilbuizen waar tijdreeksanalyse mogelijk is



4.3 Selectie verklarende variabelen

4.3.1 Criteria

Voor de neerslag en de verdamping is per peilbuis het dichtstbijzijnde meetstation gekozen.

De oppervlaktewaterstanden zijn aangeleverd door waterschap Noorderzijlvest. Om de analyse te kunnen uitvoeren is voor elke peilbuis een oppervlaktewatermeetpunt geselecteerd. Deze selectie is via de volgende stappen uitgevoerd:

- het dichtstbijzijnde meetstation dat het boezemwaterpeil meet;
- de metingen moeten overlappen met de peilbuisdata tijdens een hoogwaterperiode;
- de oppervlaktewaterstanden mogen geen gaten bevatten tijdens de hoogwaterperiode;
- als er een verandering in het systeem heeft opgetreden moet enkel de meetreeks na deze verandering worden gebruikt.

Het is van belang dat het boezemwaterpeil in de Onlanden wordt gebruikt, aangezien het doel is om de invloed van de peilopzet in de Onlanden te relateren aan veranderingen in de grondwaterstand. Voor een aantal peilbuizen overlapt de metingen van de grondwaterstanden niet met de metingen van de oppervlaktewaterstanden. In deze gevallen is er gebruik gemaakt van het oppervlaktewaterstation Sandebuur. Dit station heeft meetdata vanaf 2003 en bevat oppervlaktewaterstanden tijdens de hoogwaterperiodes van 2012 en 2022. Om te voorkomen dat de data wordt beïnvloed door de exacte locatie van de metingen zijn de oppervlaktewaterstanden genormaliseerd. Op deze manier wordt enkel de variatie in de oppervlaktewaterstand als verklarende variabele meegenomen. Deze methode brengt een onzekerheid mee aangezien het moment waarop de peilstijging optreedt in Sandebuur kan afwijken van het moment van hoogwater op een andere locatie in de Onlanden.

4.3.2 Resulterende verklarende variabele

Voor elke peilbuis is een verdamping, neerslag en oppervlaktewaterstation geselecteerd. Tabel 4.1 geeft per peilbuis de geselecteerde stations.

Idealiter had voor de tijdreeksanalyse in Peize het Peizerdiep als oppervlaktewater meetstation worden gebruikt. De peilbuizen in Peize bevatten gegevens tussen 2007 en 2017 waardoor het oppervlaktewatermeetstation gegevens moet bevatten tijdens de hoogwaterperiode van 2012 aangezien 2022 buiten de peilbuismeetreeks valt. Het meetstation Peizerdiep bevat gegevens vanaf juli 2014 tot heden en is daarom niet geschikt voor de tijdreeksanalyse. Aangezien meetstation Sandebuurt wel gegevens bevat tijdens deze periode is gekozen om de genormaliseerde waarden van dit meetstation te gebruiken voor de tijdreeksanalyse van Peize. Deze genormaliseerde oppervlaktewaterstanden geven een indicatie van de verandering in de oppervlaktewaterstand in de omgeving van Peize, welke als verklarende variabele aan de modellen wordt toegevoegd. De meetreeks van Sandebuurt laat een aftopping zien tijdens het hoogwater van 2012. Gemaal Matsloot laat deze aftopping niet zien, volgend uit tijdreeksanalyse geeft dit station een gelijkwaardige fit als de modellen van Sandebuurt. Sandebuurt zal daardoor voor de locaties worden gebruikt.

Tabel 4.1 Verklarende variabele per peilbuis

Locatie	Peilbuizen	Binnen de Onlanden?	Verdampingstation	Neerslagstation	Oppervlaktewaterstation
Sandebuurt	P07C0016001_drenthe	ja	Eelde	Roden	Sandebuurt
	B07C0267001_nzv	ja	Eelde	Roden	Sandebuurt
	B07C1723001_nzv	ja	Eelde	Roden	Sandebuurt
	B07C1714001_nzv	nee	Eelde	Roden	Sandebuurt
Peize	B12A1734001_nzv	nee	Eelde	Roden	Sandebuurt
	B12A1736001_nzv	nee	Eelde	Roden	Sandebuurt
	B12A1739001_nzv	nee	Eelde	Roden	Sandebuurt
Zanddijk	B07D1894001_nzv	nee	Eelde	Groningen	Zanddijk
	Peilbuis001_nzv	nee	Eelde	Groningen	Zanddijk
Noorddijk	B12B1648001_nzv	nee	Eelde	Groningen	Broekstukken
	B12B1761001_drenthe	ja	Eelde	Groningen	Broekstukken
Spierveen	B12B1652001_nzv	nee	Eelde	Eelde	Eelderdiep
	B12B1643001_nzv	nee	Eelde	Eelde	Eelderdiep
	B12B1644001_nzv	nee	Eelde	Eelde	Eelderdiep

4.4 Resultaten tijdreeksanalyse

4.4.1 Methode 1

De resultaten van de tijdreeksanalyse zijn gepresenteerd aan de hand van de gehanteerde methoden. De volledige tijdreeksmodellen per peilbuis zijn gegeven in bijlage V. De kwaliteit van een model is beoordeeld op basis van de verklaarde variantie (EVP), standaarddeviatie van de parameters en de overeenkomst tussen de gemeten en berekende meetreeksen.

Tabel 4.2 geeft de resultaten van de tijdreeksmodellen volgens methode 1. In de tabel staat de verklaarde variantie per model. Voor alle modellen behalve B07C0267001_nzv is deze waarde boven het minimum van 70 %. Naast de verklaarde variantie is ook de parameter waterlevel_d en de bijbehorende standaard error gegeven. De standaard error geeft het 95 % betrouwbaarheidsinterval van de parameter waterlevel_d. In de laatste kolom is de waarde van waterlevel_d geschaald naar de stijging van 0,35 m in de oppervlaktewaterstand met daarbij de onzekerheid op basis van de standaard error.

Het model van peilbuis B07C0267001_nzv heeft een verklaarde variantie van minder dan 70 %. Dit wordt veroorzaakt door een trend in de metingen waarvan de oorzaak niet bekend is. Dit model zal niet worden meegenomen in de analyse.

Peilbuis B12B1652001_nzv is niet geschaald naar 0,35 m. De waterlevel_d van dit tijdreeksmodel is gelijk aan 0 wat betekent dat de oppervlaktewaterstand volgens het model geen significante invloed heeft op de grondwaterstand. Het effect kan niet worden gemodelleerd en dus niet worden geschaald naar 0,35 m. Dat er nu geen effect wordt gemodelleerd betekent niet dat er bij de nieuwe peilopzet geen effect zal optreden.

Tabel 4.2 Resultaten van tijdreeksmodellen voor methode 1

Locatie	Peilbuis	Verklaarde variantie (EVP) [%]	Waterlevel_d [m]	Standaard error [%]	Schalen waterlevel_d naar +0,35 m [m]
Sandebuur	B07C1723001_nzv	80,86	0,57	1,52	0,20 ±0,003
	B07C0267001_nzv	65,71	0,28	3,29	0,10 ±0,003
	P07C0016001_drenthe	91,60	0,91	0,97	0,32 ±0,003
	B07C1714001_nzv	77,34	0,22	6,31	0,08 ±0,005
Peize	B12A1734001_nzv	86,28	0,38	13,00	0,13 ±0,017
	B12A1736001_nzv	73,41	0,4	6,66	0,14 ±0,009
	B12A1739001_nzv	76,40	0,17	11,09	0,06 ±0,009
Zanddijk	B07D1894001_nzv	91,96	0,49	9,31	0,17 ±0,016
	Peilbuis001_nzv	84,81	0,18	28,35	0,06 ±0,018
Noorddijk	B12B1648001_nzv	88,75	0,41	11,76	0,14 ±0,017
	B12B1761001_drenthe	77,59	0,17	17,05	0,06 ±0,010
Spierveen	B12B1652001_nzv*	85,99	~0	2,32 · 10 ¹⁰	onbekend
	B12B1643001_nzv	92,71	0,62	4,13	0,22 ±0,009
	B12B1644001_nzv	84,61	0,81	2,59	0,28 ±0,007

4.4.2 Methode 2

De tweede methode wordt gebruikt als aanvulling op methode 1. De pieken in de oppervlaktewaterstand tijdens hoogwater worden veroorzaakt door verschillende processen. Onderscheid maken tussen de verschillende processen is complex. Om enkel het effect van de peilopzet te kunnen onderscheiden wordt methode 2 toegepast.

Tabel 4.3 geeft de resultaten van de tijdreeksmodellen volgens methode 2. Voor elke peilbuis is de verklaarde variantie gegeven. De waarde van waterlevel_d voor de oppervlaktewaterstand met de constante waarde tijdens de hoogwaterpiek en de bijbehorende standaard error is gegeven. Deze waarde wijkt af van de parameter waterlevel_d van methode 1, omdat hier de hoogwaterpiek niet is meegenomen. Daarnaast is waterlevel_d en de bijbehorende standaard error gegeven voor de variabele met enkel de hoogwaterpiek die is veroorzaakt door de peilopzet. Deze waarde is in de laatste kolom geschaald naar een peilopzet van +0,35 m. De standaard error geeft het 95 % betrouwbaarheidsinterval van de parameter waterlevel_d.

Een deel van de peilbuizen heeft een waterlevel_d van 0 voor de peilopzet, aangegeven met * in de tabel. Het model geeft geen resultaat voor de invloed van de peilopzet op de grondwaterstand. Dit betekent niet dat er helemaal geen effect is, maar dat het effect niet met deze methode kan worden bepaald. Hierdoor kan op basis van deze berekeningen er geen uitspraak worden gedaan over de invloed van de peilopzet op de grondwaterstand. Dit geldt voor peilbuizen B12B1648001_nzv, B12B1652001_nzv en B12B1643001_nzv. Daarnaast zijn er nog enkele peilbuizen waarbij de waarde van waterlevel_d groter is dan 1 m, aangegeven met ** in de tabel. Dit betekent dat de stijging van de grondwaterstand groter is dan de stijging in de oppervlaktewaterstand. Hoewel het model statistisch gezien de grondwaterstand goed kan verklaren, is het hydrologisch gezien niet te verklaren. Het tijdreeksmodel is niet in staat om de invloed van de neerslag en de oppervlaktewaterstand te scheiden, door de hoge mate van correlatie tussen deze variabelen. Als gevolg van deze correlatie ontstaat er geen hydrologisch plausibel model. Deze peilbuizen zullen om die reden niet worden meegenomen in de analyse.

Tabel 4.3 Resultaten van de tijdreeksmodellen voor methode 2

Locatie	Peilbuis	Verklaarde variantie (EVP) [%]	Waterlevel_d voor de 'natuurlijke oppervlakte waterstand' [m]	Standaard error [%]	Waterlevel_d voor de hoogwaterpiek [m]	Standaard error [%]	Schalen waterlevel_d voor de hoogwaterpiek naar +0,35 m opzet [m]
Sandebuurt	B07C1723001_nzv**	84,62	0,55	1,59	1,18	3,88	0,41 ± 0,02
	B07C0267001_nzv	68,38	0,25	3,73	0,57	4,36	0,20 ± 0,01
	P07C0016001_drenthe	93,19	0,93	0,86	0,33	8,86	0,12 ± 0,01
	B07C1714001_nzv	76,64	0,19	7,37	0,82	7,19	0,29 ± 0,02
Peize	B12A1734001_nzv	86,33	0,38	13,19	0,29	87,22	0,10 ± 0,09
	B12A1736001_nzv	73,64	0,39	6,95	0,25	55,33	0,09 ± 0,05
	B12A1739001_nzv	87,61	0,15	12,48	0,30	32,34	0,11 ± 0,04
Zanddijk	B07D1894001_nzv**	87,78	2,36	1,95	0,07	128,09	0,02 ± 0,03
	Peilbuis001_nzv**	77,25	1,68	2,91	0,005	2046,05	0,0018 ± 0,04
Noorddijk	B12B1648001_nzv*/**	86,71	1,8	3,14	~0	$2,76 \cdot 10^{10}$	onbekend
	B12B1761001_drenthe	73,03	0,1	31,83	0,15	66,09	0,05 ± 0,03
Spierveen	B12B1652001_nzv*	85,56	~0	$6,12 \cdot 10^{11}$	~0	$8,63 \cdot 10^{12}$	onbekend
	B12B1643001_nzv*	93,25	0,64	4,06	~0	$3,76 \cdot 10^8$	onbekend
	B12B1644001_nzv	84,48	0,83	2,59	0,24	38,53	0,08 ± 0,03

4.4.3 Conclusie

Tabel 4.4 geeft per methode een overzicht van de invloed op de grondwaterstand door de stijging van 0,35 m peilopzet. Deze resultaten zijn enkel statistisch en zijn nog niet hydrologisch beoordeeld. In hoofdstuk 5 zullen deze resultaten worden beschouwd in combinatie met de systeemanalyse om de invloed van de peilopzet op de omgeving te bepalen. Bij een standaard error van meer dan 50 % is het model als niet betrouwbaar geacht. Deze standaard error is gekozen om te voorkomen dat de bandbreedte van het effect te groot wordt.

Tabel 4.4 Resultaten van tijdreeksmodellen voor methode 1 en 2

Locatie	Peilbuis	Methode	Verklaarde variantie (EVP) [%]	Opmerking	Schalen waterlevel_d naar +0,35 m [m]
Sandebuurt	B07C1723001_nzv	1	80,86	-	0,20 ±0,003
		2	84,62	waterlevel_d > 1	onbekend
	B07C0267001_nzv	1	65,71	variantie <70 %	onbekend
		2	68,38	variantie <70 %	onbekend
P07C0016001_drenthe	1	91,60	-	0,32 ±0,003	
	2	93,19	-	0,12 ±0,01	
B07C1714001_nzv	1	77,34	-	0,08 ±0,005	
	2	76,64	-	0,29 ±0,02	
Peize	B12A1734001_nzv	1	86,28	-	0,13 ±0,017
		2	86,33	std err > 50 %	onbekend
	B12A1736001_nzv	1	73,41	-	0,14 ±0,009
2		73,64	std err > 50 %	onbekend	
B12A1739001_nzv	1	76,40	-	0,06 ±0,009	
	2	87,61	-	0,11 ±0,04	
Zanddijk	B07D1894001_nzv	1	91,96	-	0,17 ±0,016
		2	87,78	waterlevel_d > 1	onbekend
Peilbuis001_nzv	1	84,81	-	0,06 ±0,018	
	2	77,25	waterlevel_d > 1	onbekend	
Noorddijk	B12B1648001_nzv	1	88,75	-	0,14 ±0,017
		2	86,71	waterlevel_d > 1	onbekend
B12B1761001_drenthe	1	77,59	-	0,06 ±0,010	
	2	73,03	std err > 50 %	onbekend	
Spierveen	B12B1652001_nzv	1	85,99	waterlevel_d ~ 0	onbekend
		2	85,56	waterlevel_d ~ 0	onbekend
	B12B1643001_nzv	1	92,71	-	0,22 ±0,009
2		93,25	waterlevel_d ~ 0	onbekend	
B12B1644001_nzv	1	84,61	-	0,28 ±0,007	
	2	84,48	-	0,08 ±0,03	

5

INVLOED OP DE OMGEVING

De verwachte invloed van de nieuwe inrichtingsmaatregel zal per locatie worden beschouwd. Deze beschouwing zal worden gemaakt op basis van de resultaten van de systeemanalyse in combinatie met de tijdreeksanalyse. In hoofdstuk 6 wordt beknopt overzicht gegeven van de effecten.

Voor alle locaties is aangenomen dat de gemalen voldoende capaciteit hebben voor het afvoeren van het additionele water tijdens een hoogwaterperiode, hierdoor zal het oppervlaktewaterpeil in de aangrenzende peilvakken niet stijgen. Behalve voor gemaal Sandebuurt, aangezien dit gemaal tijdens periodes van hoogwater een te kleine capaciteit heeft om het water weg te pompen.

Voor elke locatie is de bestaande doorsnede langs het tracé aangevuld met welke gebieden zullen inunderen. De aangegeven inundatie komt overeen met de inundatiekaart tot NAP +0,15 m uit paragraaf 2.3.2. In deze inundatie kaart is rekening gehouden met de aanwezige kades in het gebied. Het doel van deze beschouwingen is om een beeld te schetsen van het verwachte effect van de oppervlaktewater stijging op bebouwing, landbouw en natuur in het gebied.

5.1 Sandebuurt

Het gemaal Sandebuurt heeft een beperkte capaciteit. Volgens het waterschap resulteert dit in de praktijk tijdens hoogwaterperiodes in een stijging van de oppervlaktewaterstand in het te bemalen gebied van het gemaal van gemiddeld 30-40 cm. Het water blijft binnen de watergangen, waardoor er geen inundatie optreedt. Deze kennis wordt meegenomen bij het beschrijven van deze locatie. Tijdens de hoogwaterperiodes van 2012 en 2022 reikt de oppervlaktewaterstand in de Onlanden, ter hoogte van Sandebuurt, niet tot NAP -0,20 m. De oppervlaktewaterstand is in 2012 maximaal NAP -0,49 m en in 2022 maximaal NAP -0,35 m geweest. De gemeten NAP -0,49 m betreft een afgetopte waterhoogte. Op basis van de gemeten waterhoogte bij station Matsloot is het aannemelijk dat de oppervlaktewaterstand in 2012 gelijk is geweest aan NAP -0,30 m. Dit betekent dat de nieuwe inrichtingsmaatregel een stijging bedraagt van 0,45 m ten opzichte van 2012 en 0,50 m ten opzichte van 2022 in plaats van 0,35 m. Daarmee is de berekende geschaalde grondwaterstijging groter dan beschreven in tabel 4.4.

5.1.1 Sandebuurt (a)

De locatie Sandebuurt (a) ligt op de grens tussen de Onlanden en het landbouwgebied. In afbeelding 5.1 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Sandebuurt (a) en omliggende watergangen en peilbuizen. Het tracé volgt de weg die de scheiding vormt tussen de twee gebieden, hierdoor bevindt het tracé deels in het waterbergingsgebied en deels in de polder. Afbeelding 5.2 laat zien dat met een peilopzet tot NAP +0,15 m de Onlanden zal inunderen.

Peilbuis B07C1723 staat in het gebied van de Onlanden en zal tijdens het inunderen niet langer de grondwaterstand maar de oppervlaktewaterstand in het gebied meten. De grondwaterstand in het gebied zal worden beïnvloed door de peilopzet maar dit heeft niet direct negatieve effecten, aangezien het een aangewezen gebied is voor inundatie.

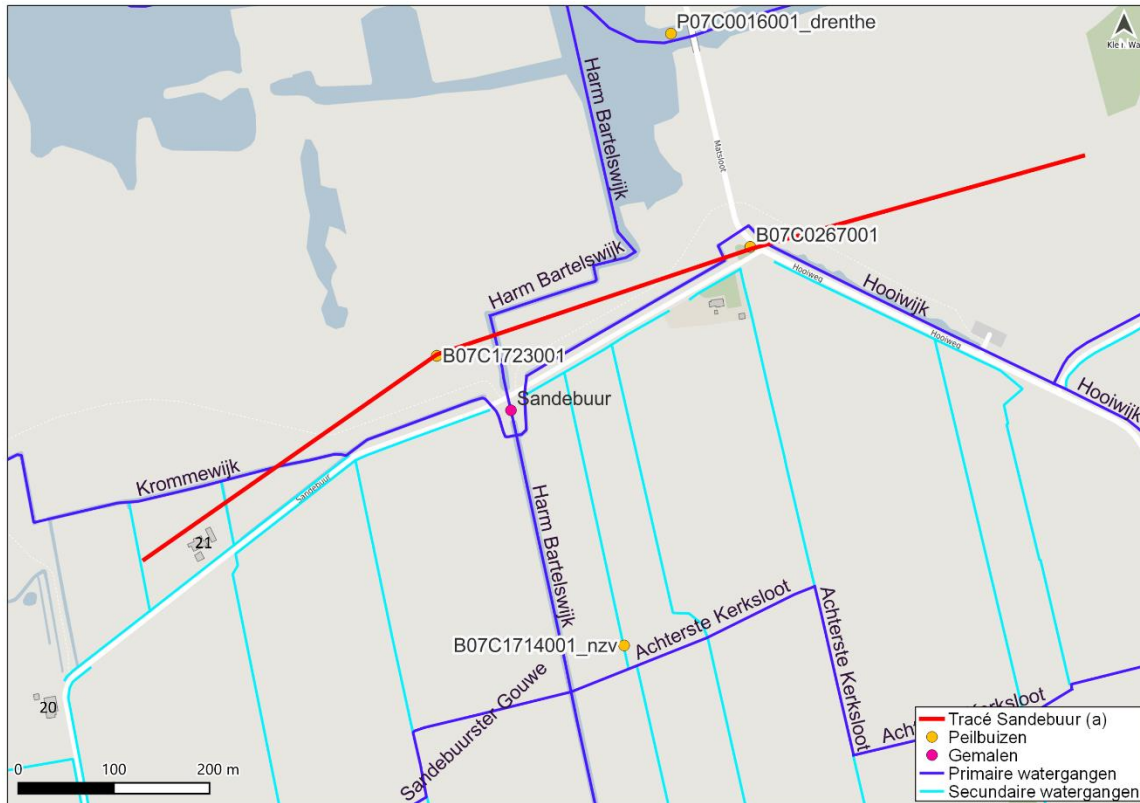
Peilbuis B07C0267 ligt op een verhoogde weg in het landbouwgebied. Het tijdreeksmodel voor deze peilbuis heeft een te lage verklaarde variantie waardoor het model niet als betrouwbaar kan worden beschouwd. Om deze reden zijn onderstaande locaties kwalitatief beschouwd.

De westkant van het tracé ligt in het peilgebied West-Sandebuurt. Dit peilgebied heeft een oppervlaktewaterpeil van NAP -1,30 m. Het gebouw Sandebuurt 20 heeft een maaiveldhoogte van ten minste NAP +0,2 m en Sandebuurt 21 van ten minste NAP -0,3 m. De droogleggingsdiepte is hierdoor ten minste 1,0 m. De gemeten grondwaterstand is tijdens een gemiddelde wintersituatie circa NAP -0,8 m. Hierdoor is de ontwateringsdiepte ten minste 0,5 m. De verwachting is dat de watergang Krommewijk de effecten van de peilopzet zal bufferen en het water zal wegvoeren via de Sandebuurtstuw-West. Sandebuurt 20 en 21 liggen ten zuiden van deze watergang. Een stijging van de grondwaterstand resulteert in een afname van de ontwateringsdiepte. Op basis van voorgaande is het aannemelijk dat de stijging beperkt blijft en hooguit enkele dagen aanhoudt, waardoor geen negatieve effecten optreden.

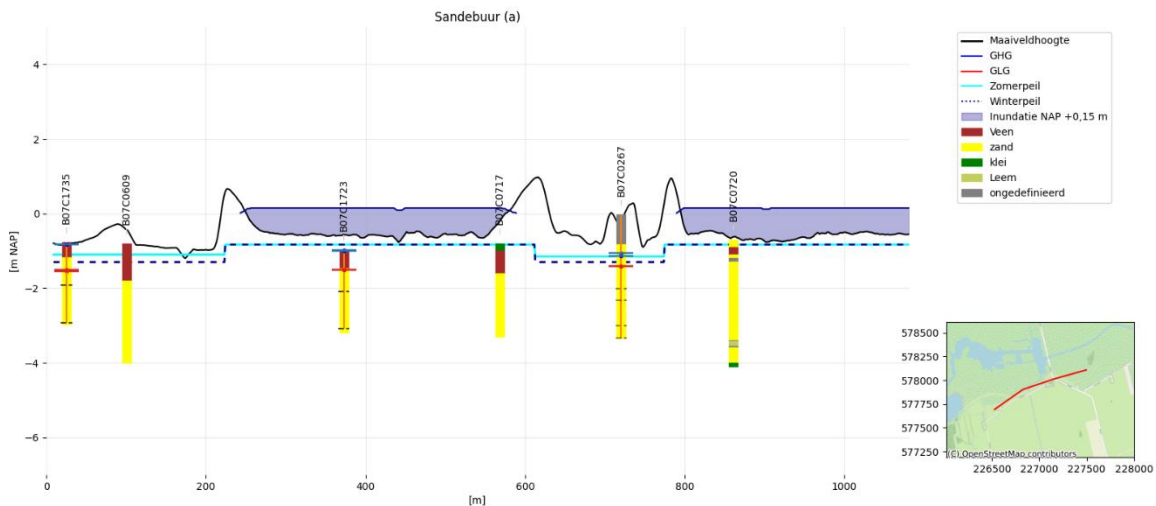
De landbouwgebieden rondom de Krommewijk hebben een maaiveldhoogte van ten minste NAP -0,9 m. De gebieden ten noorden van de Krommewijk kunnen een grondwaterstandstijging ondervinden aangezien er geen watergang is tussen de Onlanden en dit gebied om de peilopzet te bufferen. De verwachting is dat de venige ondergrond de effecten van de peilopzet gedeeltelijk zal dempen. De exacte stijging is niet te bepalen op basis van de beschikbare gegevens. De freatische grondwaterstand in dit gebied is waarschijnlijk vergelijkbaar met de grondwaterstand ten zuiden van de Krommewijk. Uit peilbuis B07C1735 volgt is de grondwaterstand in de winter tot aan maaiveld reikt. Dit betekent dat er geen ontwateringsdiepte meer over is. Gezien de zeer beperkte tot geen aanwezigheid van een ontwateringsdiepte in de huidige winters is niet uit te sluiten dat er negatieve effecten optreden als gevolg van de peilopzet.

In het oosten doorkruist het tracé het peilgebied Oost-Sandebuurt. Dit peilgebied bevat op deze locatie de watergang Hooiwijk met een natuurvriendelijke oever. Er zijn geen gebouwen of landbouwgronden op dit punt in het tracé. De verwachting is dat de Hooiwijk de effecten van de peilopzet buffert en het water afvoert naar de Sandebuurtstuw-Oost. De natuurvriendelijke oever kan een grondwaterstijging ondervinden door de peilopzet in de Onlanden. Op basis van voorgaande is het aannemelijk dat als gevolg van deze stijging geen negatieve effecten optreden op deze locatie.

Afbeelding 5.1 Overzicht tracé Sandebuur (a)



Afbeelding 5.2 Systeemoverzicht met inundatie langs het tracé van Sandebuur (a) (west-oost)



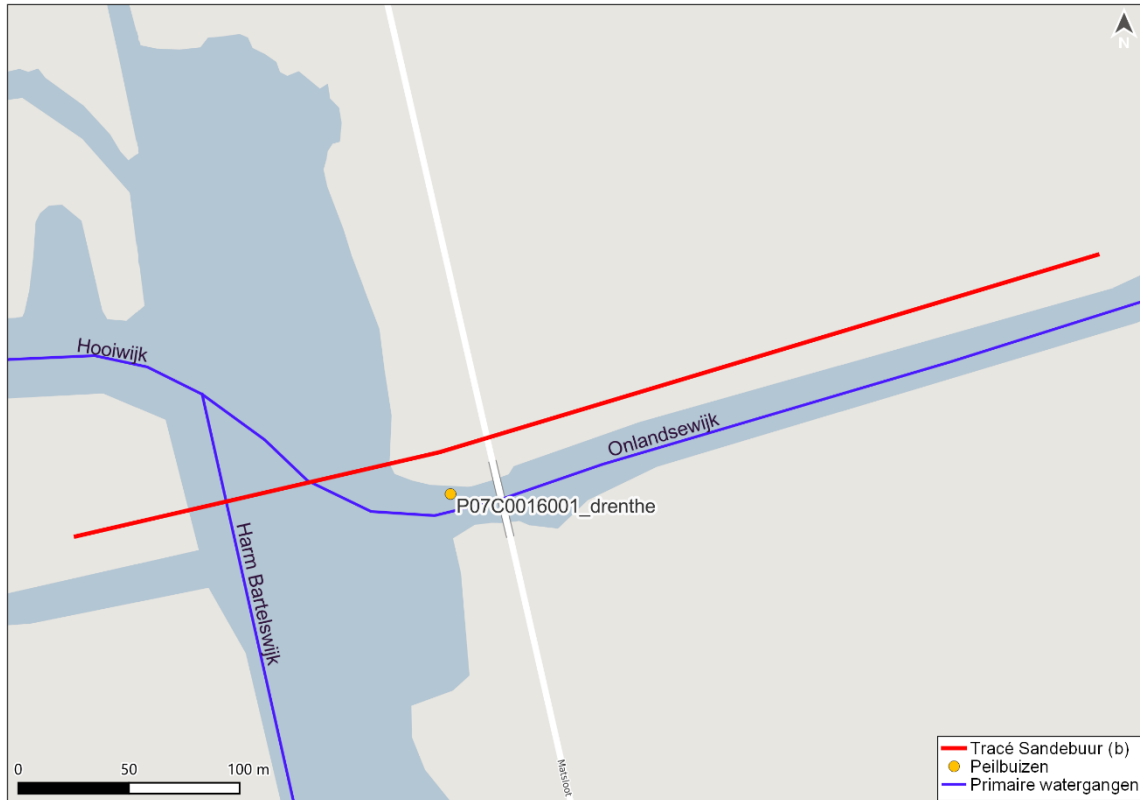
5.1.2 Sandebuur (b)

De doorsnede van Sandebuur (b) ligt volledig in het waterbergingsgebied de Onlanden. In afbeelding 5.3 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Sandebuur (b) en omliggende watergangen en peilbuizen. Tijdens een periode van hoogwater inundeert het gebied aan beide kanten van de verhoogde weg, zie afbeelding 5.4. Wanneer dit gebeurt, komt de peilbuis onder water te staan. De grondwaterstand in de verhoogde weg zal meestijgen met het peil van de peilbuis. Het tijdreeksmodel laat zien dat de peilopzet van +0,35 m zorgt voor een grondwaterstandstijging van 0,12 m.

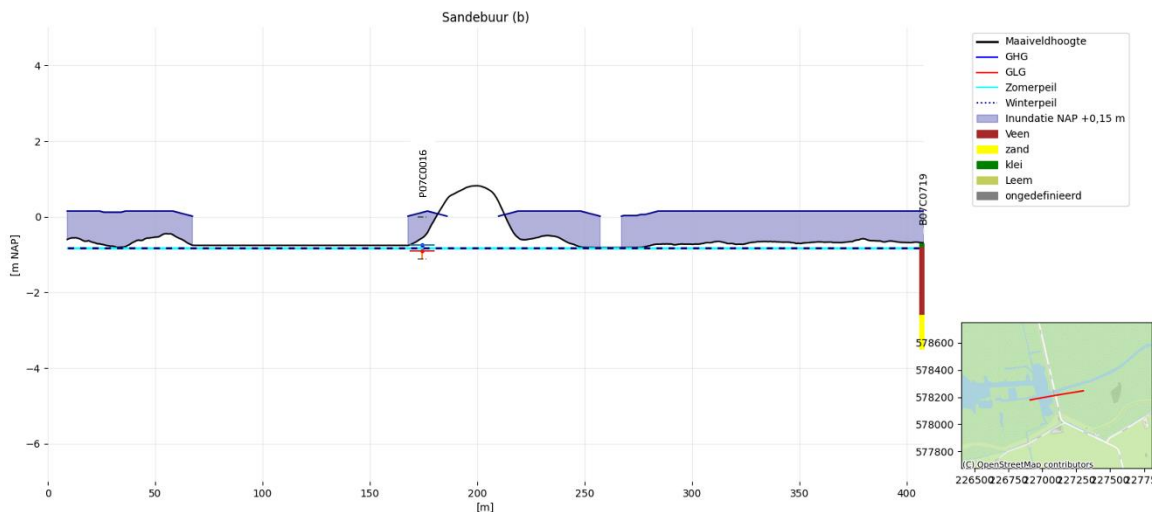
Deze stijging is niet geheel betrouwbaar, aangezien het systeem verandert wanneer de grondwaterstand boven het maaiveld uitkomt. Hierdoor heeft het model een onzekerheid en gaat uit van een lineair systeem terwijl dat in de praktijk waarschijnlijk niet is.

Op basis van de systeem- en tijdreeksanalyse is de verwachting dat met de nieuwe peilopzet de grondwaterstand net als tijdens afgelopen hoogwaterperiodes boven het maaiveld zal uitkomen en zal inunderen tot ten minste de gehanteerde oppervlaktewaterstand. De stijging van de grondwaterstand zal ook in de verhoogde weg plaatsvinden. Net als tijdens de voorgaande inundaties betekent deze verandering geen negatief effect, aangezien dit gebied mag inunderen op het moment van hoogwater.

Afbeelding 5.3 Overzicht tracé Sandebuur (b)



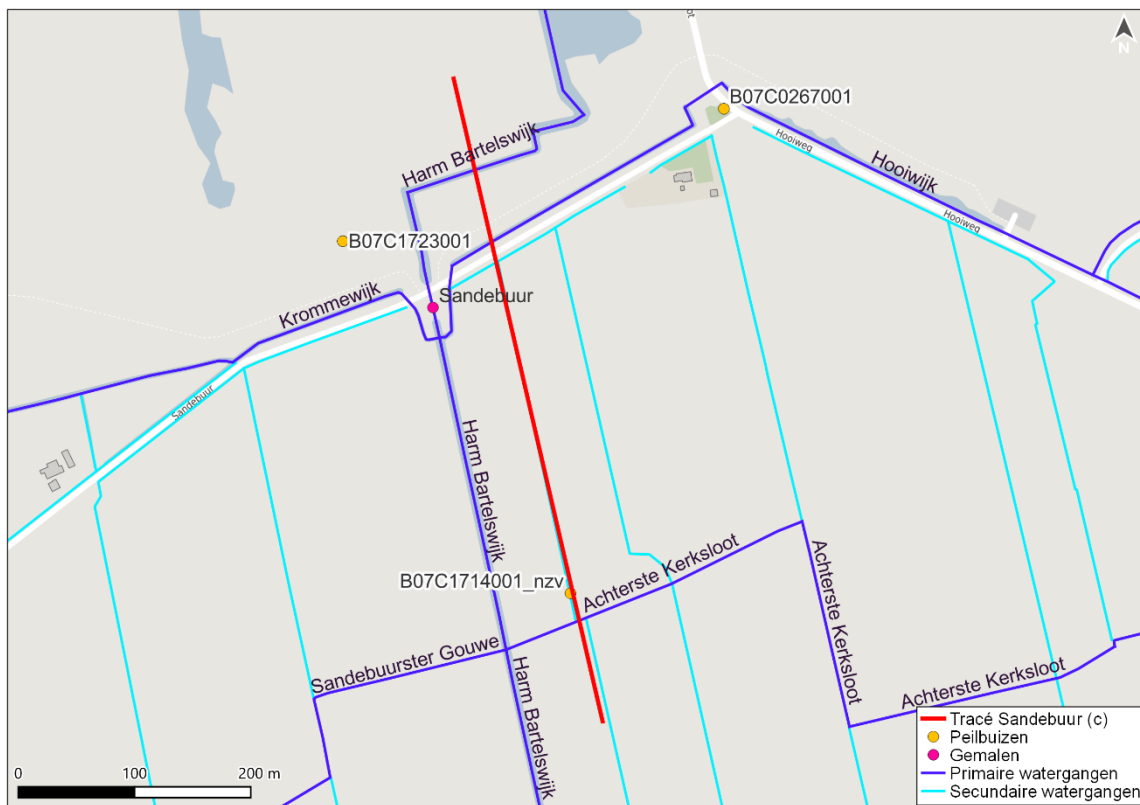
Afbeelding 5.4 Systeemoverzicht met inundatie langs het tracé van Sandebuur (b) (west-oost)



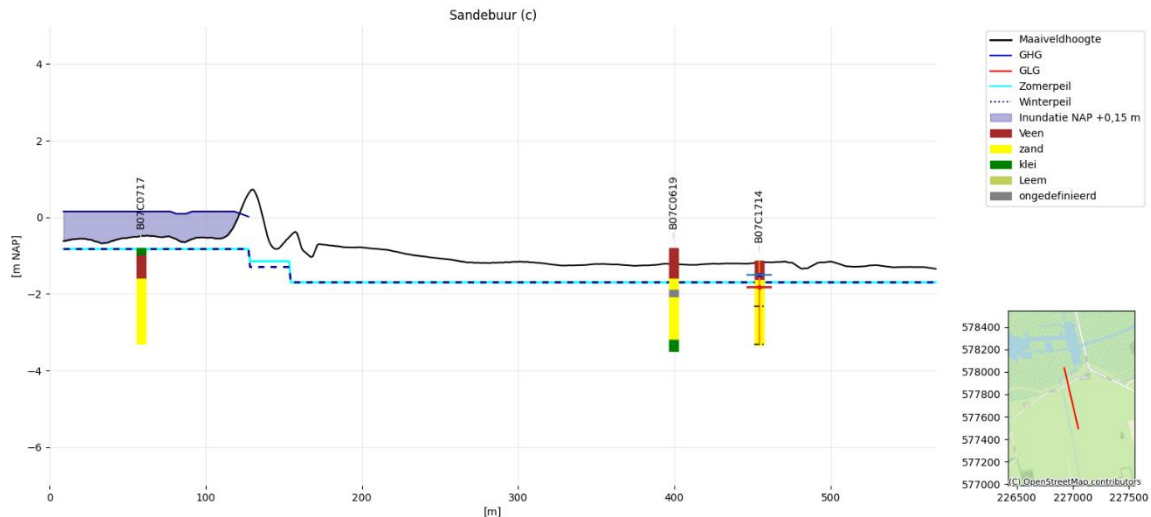
5.1.3 Sandebuur (c)

Sandebuur (c) loopt vanaf de Onlanden richting de polders in het zuiden. In afbeelding 5.5 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Sandebuur (c) en omliggende watergangen en peilbuizen. De systeemanalyse in de vorm van een dwarsdoorsnede is weergegeven in afbeelding 5.6. Deze polders worden bemalen en bestaan voornamelijk uit landbouwgronden. Het tijdreeksmodel geeft een stijging van de grondwaterstand van 0,29 m als gevolg van de nieuwe peilopzet van +0,35 m. Echter doordat de oppervlaktewaterstand in 2022 niet NAP -0,20, maar NAP -0,35 m was, is de daadwerkelijk peilopzet +0,50 m. Hiermee rekening houdende resulteert de nieuwe peilopzet in een stijging van 0,41 m ten opzichte van de gemeten grondwaterstand in 2022. Dit geeft aan dat de peilopzet een grote invloed heeft op de grondwaterstand in het gebied. Deze grote invloed kan worden verklaard doordat het gemaal bij Sandebuur te weinig capaciteit heeft om de polder leeg te pompen tijdens periodes van hoogwater. Met name de laaggelegen gebieden voor het gemaal inunderen nu in extreme situaties. De nieuwe peilopzet zal hoogstwaarschijnlijk zorgen voor een verhoging van de grondwaterstand in dit gebied. Dit kan eventueel leiden tot het inunderen van een groter gedeelte van het landbouwgebied. Het is, in de huidige analyse, niet te voorspellen hoe het systeem zal reageren wanneer het gemaal wel voldoende capaciteit heeft, aangezien geen gegevens beschikbaar zijn van deze situatie. De verwachting is echter dat bij een gemaal met voldoende capaciteit de verandering van de grondwaterstand in het landbouwgebied beperkt is door de bufferende werking van de watergang tussen de Onlanden en het landbouwgebied in.

Afbeelding 5.5 Overzicht tracé Sandebuur (c)



Afbeelding 5.6 Systemoverzicht met inundatie langs het tracé van Sandebuurt (c) (noord-zuid)



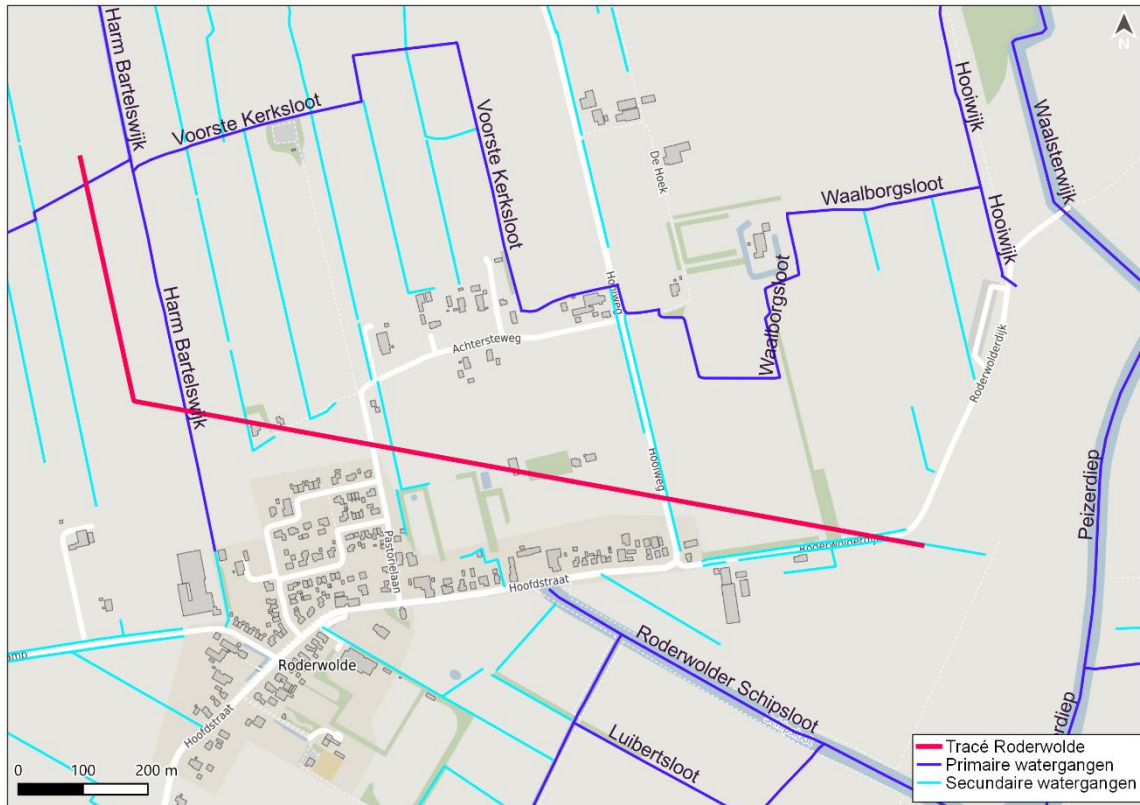
5.2 Roderwolde

In afbeelding 5.7 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Roderwolde en omliggende watergangen en peilbuizen. Roderwolde is in verbinding met de Onlanden via de (Roderwolder) Schipsloot. In Roderwolde is geen tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn.

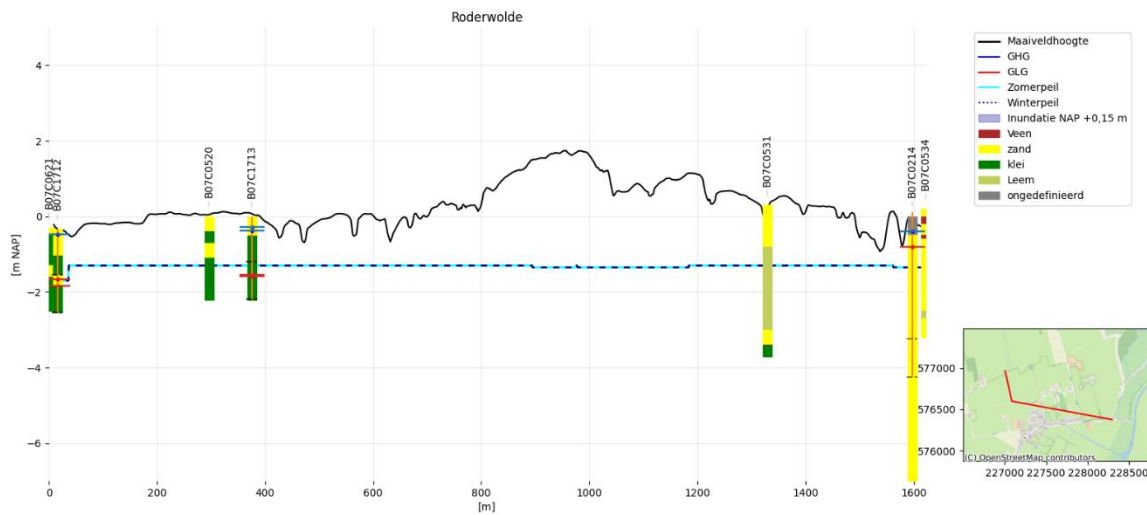
Tijdens een hoogwaterperiode zal de oppervlaktewaterstand in deze watergang stijgen tot maximaal NAP +0,15 m. De stijging van de Schipsloot wordt gebufferd door de watergangen in de omgeving. Deze watergangen bevinden zich parallel aan de Schipsloot en in een ander peilgebied waardoor het additionele water dat vanuit de Schipsloot richting de omringende watergangen kwelt wordt afgevoerd. Aan de kop van de Schipsloot ter plaatse van de Hoofdstraat bevindt zich geen watergang, hierdoor is er geen buffer aanwezig tussen de Schipsloot en de bebouwing.

De ondergrond op deze locatie bestaat uit voornamelijk zand en veen/klei lagen, zie afbeelding 5.8. Hoe zandiger de ondergrond hoe verder het effect op de grondwaterstand kan reiken. Op basis van de bodemopbouw en het feit dat er geen bufferende watergang aanwezig is, wordt er een effect verwacht op de grondwaterstand in Roderwolde. In Roderwolde is geen tijdreeksanalyse mogelijk om de verwachting te toetsen. Het effect is afhankelijk van de huidige grondwaterstand in het gebied. Wanneer deze grondwaterstand onder NAP +0,15 m ligt, is het mogelijk dat de grondwaterstand tot dit niveau stijgt. In het geval dat de grondwaterstand in Roderwolde hoger ligt dan NAP +0,15 m, zal de gradiënt grondwaterstand in de richting van de Schipsloot afnemen, waardoor naast de Schipsloot de grondwaterstand zal toenemen. Deze stijging in de grondwaterstand heeft niet direct negatieve gevolgen. De gebouwen nabij de Schipsloot in Roderwolde liggen op circa NAP +0,6 tot +1 m hoogte. De droogleggingsdiepte varieert van ten minste 0,45 m tot 0,85 m. Deze droogleggingsdiepte is voor met name woningen met kelders beperkt, echter over het algemeen treedt de waterberging en dus de verhoogde grondwaterstand gedurende enkele dagen op waardoor in deze korte periode geen negatieve effecten worden verwacht.

Afbeelding 5.7 Overzicht tracé Roderwolde



Afbeelding 5.8 Systeemoverzicht met inundatie langs het tracé van Roderwolde (west-oost)



5.3 Roden

In afbeelding 5.9 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Roden en omliggende watergangen en peilbuizen. Het Peizerdiep bevindt zich in het peilgebied van de Onlanden en ligt op circa 1.150 m in afbeelding 5.10. In Roden is geen tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn.

De nieuwe inrichtingsmaatregel heeft invloed op de directe omgeving van het Peizerdiep. Het gebied tussen het Peizerdiep en de Oude Diep van Weehorst bestaat uit landbouwgronden. In dit gebied kan de grondwaterstand stijgen als gevolg van de nieuwe peilopzet. Het maaiveld bevindt zich hier op NAP -1,0 m. Gelet op het polderpeil in de winter van NAP -1,50 m bedraagt de droogleggingsdiepte ten minste 0,5 m. Het is aannemelijk dat in natte periodes de grondwaterstand dicht tegen maaiveld aan staat. Daardoor kan een stijging in de grondwaterstand als gevolg van de peilopzet negatieve gevolgen hebben op de landbouw. Verder richting het oosten bevindt zich de Oude Diep van Weehorst. Deze watergang is onderdeel van het peilgebied van Weehorst en stijgt niet mee met de Onlanden en zal daardoor het effect van de waterstijging bufferen. De effecten van de peilopzet ten oosten van de Oude Diep van Weehorst worden in de volgende paragraaf beschreven.

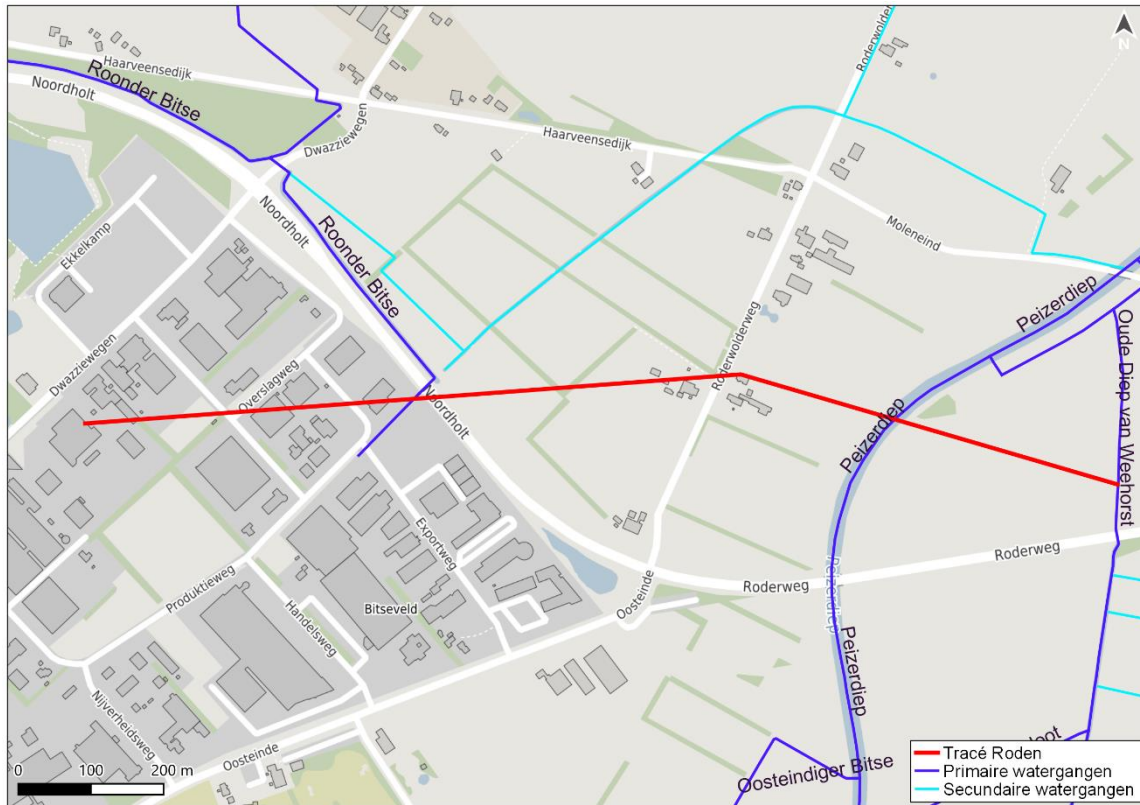
Ten westen van het Peizerdiep bij de Roderwolderweg is de ondergrond voornamelijk zandig met op een aantal locaties een zeer ondiepe potklei laag. Het systeem reageert ter plaatse van de potklei sterk op neerslag en er is sprake van minimale afwatering. Het is onbekend waar de potklei precies aanwezig is. Er zijn daardoor twee mogelijkheden:

- in het geval dat de potklei lagen aanwezig zijn, in de buurt van het Peizerdiep, zal het effect van de peilopzet worden gedempt door de grote weerstand in de potklei;
- indien er geen potklei aanwezig is nabij het Peizerdiep dan wordt het effect van de peilopzet niet gedempt waardoor het effect verder reikt in de richting van Roden.

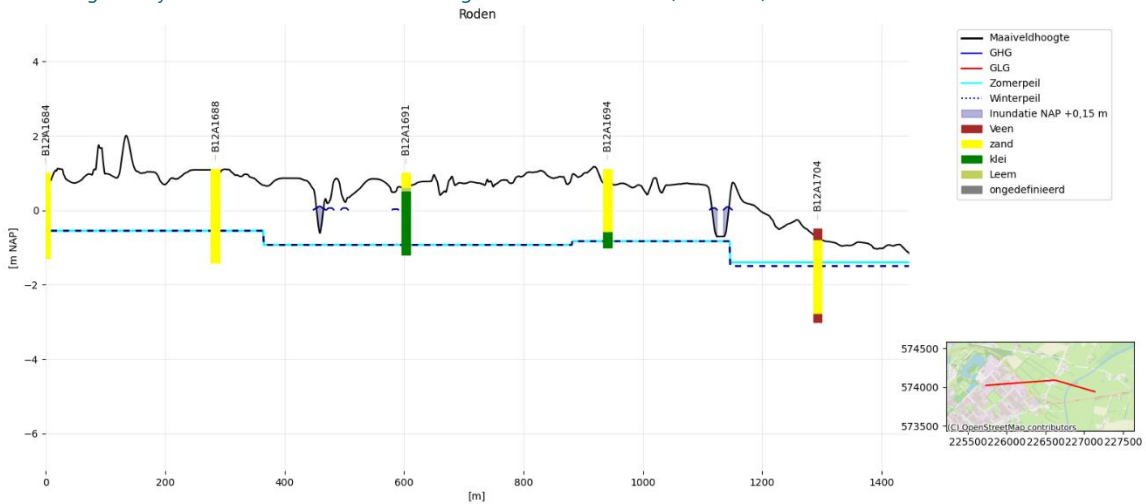
Het is echter onbekend hoe ver de verandering van de grondwaterstand reikt. Het maaiveld ter plaatse van bebouwing bij de Roderwolderweg is ten minste NAP +0,8 m. Het maaiveld ter plaatse van de landbouwgebieden rondom de Roderwolderweg is ten minste NAP +0,5 m. Daarmee is de droogleggingsdiepte ten minste 1,3 m bij de landbouwgebieden tot 1,6 m ter plaatse van de gebouwen. Het is onbekend wat de ontwateringsdiepte is ter plaatse van de huizen in een natte periode. Gezien de relatief grote droogleggingsdiepte en de maaiveldhoogte is de verwachting dat de mogelijke grondwaterstandstijging geen negatieve invloed heeft op de omgeving bij de Roderwolderweg.

Ten westen van de Roderwolderweg ligt de Roonder Bitse grenzend aan het bedrijventerrein in Roden. Mogelijke resterende effecten van de peilopzet worden door de Roonder Bitse gebufferd. Het is niet uit te sluiten dat in het zuidoostelijke gedeelte van Roden enig effect optreedt. Daar is de droogleggingsdiepte circa 1,9 m. Gezien deze grote drooglegging is het aannemelijk dat de grondwaterstandstijging geen negatieve invloed heeft in Roden.

Afbeelding 5.9 Overzicht tracé Roden



Afbeelding 5.10 Systeemoverzicht met inundatie langs het tracé van Roden (west-oost)



5.4 Roden-Peize

In afbeelding 5.11 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Roden-Peize en omliggende watergangen en peilbuizen.

Het Peizerdiep bevindt zich in het peilgebied van de Onlanden en ligt op circa 400 m in afbeelding 5.12. Als gevolg van de nieuwe peilopzet zal tijdens een hoogwaterperiode de waterhoogte in het Peizerdiep stijgen tot maximaal NAP +0,15 m. In Roden-Peize is geen tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn.

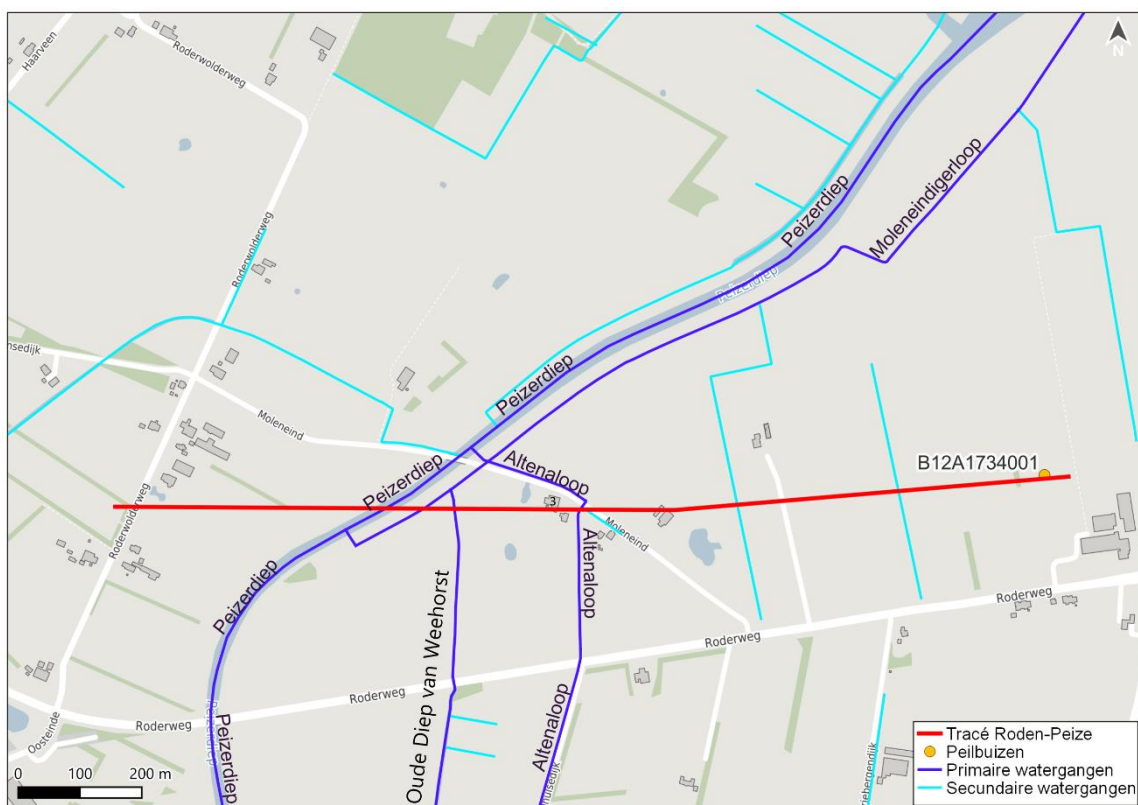
Het gebied ten westen van het Peizerdiep is in de voorgaande paragraaf beschreven. Direct ten oosten van het Peizerdiep liggen landbouwgebieden met een zandige ondergrond en een maaiveldhoogte tussen NAP -1 en +0,5 m. De Moleneindigerloop ligt parallel aan het Peizerdiep. Deze primaire watergang is onderdeel van peilgebied Weehorst. De verwachting is dat de Moleneindigerloop de effecten van de peilopzet gedeeltelijk zal bufferen.

Ten zuiden van het tracé, bij Moleneind, doorkruist de Altenaloop het peilgebied Weehorst. De Altenaloop is onderdeel van peilgebied de Onlanden en zal tijdens hoogwaterperiodes meegaan met de peilopzet. Het gebied tussen de Altenaloop en de Oude Diep van Weehorst bestaat uit landbouwgronden met een maaiveldhoogte van ten minste NAP -1,0 m. De maaiveldhoogte ter hoogte van Moleneind 3 is circa NAP +0,7 m. De peilopzet vanuit de Altenaloop heeft effect op de omgeving. Ter plaatse van de landbouwgebieden in peilgebied de Weehorst is de droogleggingsdiepte minimaal 0,4 m. Het is aannemelijk dat in natte periodes de grondwaterstand bij de laag gelegen landbouwgebieden dicht tegen maaiveld aan staat. Daardoor kan daar een stijging in de grondwaterstand als gevolg van de peilopzet negatieve gevolgen hebben op de landbouw. De droogleggingsdiepte bij Moleneind 3 is circa 2,1 m. Gezien de grote drooglegging is het aannemelijk dat er geen negatieve effecten op deze locatie optreden.

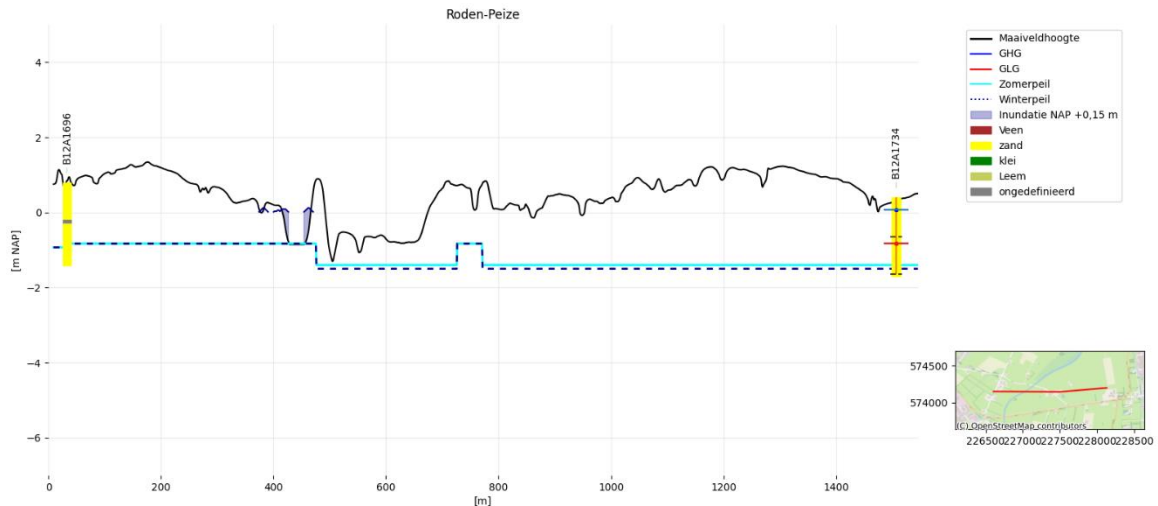
Ten noorden van de Altenaloop zijn geen primaire watergangen aanwezig. In het gebied liggen enkele secundaire watergangen in het peilgebied Weehorst. De ondergrond is voornamelijk zandig. De maaiveldhoogte in het gebied varieert tussen NAP -1 en +1 m. Het is onbekend hoever de verandering van de grondwaterstand reikt. De droogleggingsdiepte is tussen 0,4 en 2,4 m. Het is niet uit te sluiten dat in de lagere delen van het gebied waar het maaiveld circa NAP -1 m is de grondwaterstand dicht tegen maaiveld aan staat in natte periodes. Daardoor kan een stijging in de grondwaterstand als gevolg van de peilopzet negatieve gevolgen hebben op de lageregelegen landbouwgebieden.

Het oostelijke gedeelte van dit tracé ter hoogte van Roderweg 22 wordt in de volgende paragraaf besproken.

Afbeelding 5.11 Overzicht tracé Roden-Peize



Abbeelding 5.12 Systeemoverzicht met inundatie langs het tracé van Roden-Peize (west-oost)



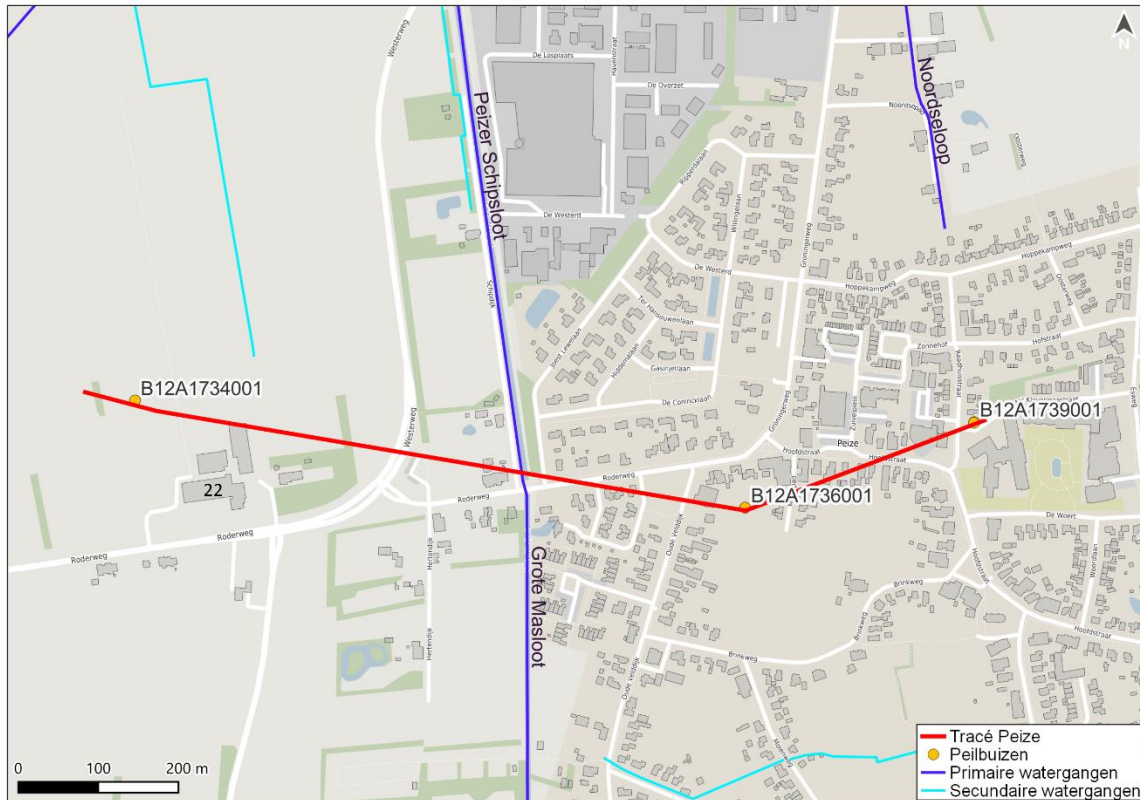
5.5 Peize

Het tracé Peize sluit aan op het tracé Roden-Peize. In afbeelding 5.13 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Peize en omliggende watergangen en peilbuizen. Aan de westzijde van Peize ligt de Grote Masloot die in hoogwaterperiode samen met de Onlanden een peilopzet kent. Deze watergang ligt in de doorsnede op circa 575 m, zie afbeelding 5.14. Ten westen van de Grote Masloot ligt peilgebied de Weehorst. De ondergrond is overwegend zandig. In dit gebied ligt Roderweg 22, de maaiveldhoogte ter plaatse van de gebouwen is circa NAP +1,4 m. Ten noordwesten van Roderweg 22 is lokaal een laagte in het maaiveld. Daar is het maaiveld circa NAP +0,3 m. Peilbuis B12A1734 staat in deze lokale laagte. De maaiveldhoogte ter plaatse van de peilbuis is NAP +0,4 m. De grondwaterstand tijdens de hoogwaterperiode in 2022 is daar circa NAP +0,25 m. Tijdens de waterberging is de ontwateringsdiepte op deze locatie 0,15 m. De ontwateringsdiepte buiten deze laagte, waaronder ook ter plaatse van Roderweg 20, is circa 1,15 en de droogleggingsdiepte varieert tussen 2,1 en 2,8 m. De resultaten van de tijdreeksanalyse geven een grondwaterstijging van 0,13 m als gevolg van een oppervlaktewater stijging van 0,35 m. Het is onbekend of dit effect wordt veroorzaakt door de peilopzet of door hevige neerslag. Het is aannemelijk dat als gevolg van de peilopzet in de Grote Masloot en overige watergangen in peilgebied Onlanden, de grondwaterstand in aangrenzende gebieden zal stijgen. Op basis van de tijdreeksanalyse en gemeten grondwaterstand is de ontwateringsdiepte tijdens de nieuwe peilopzet circa 1 m. Op basis van deze ontwateringsdiepte worden geen negatieve effecten verwacht ter hoogte van Roderweg 22 als gevolg van de tijdelijke peilopzet. Doordat de grondwaterstand in de laagte ten noordwesten van Roderweg 22 tussen 0 en 0,15 m beneden maaiveld staat is het aannemelijk dat daar tijdelijk lokaal negatieve effecten optreden.

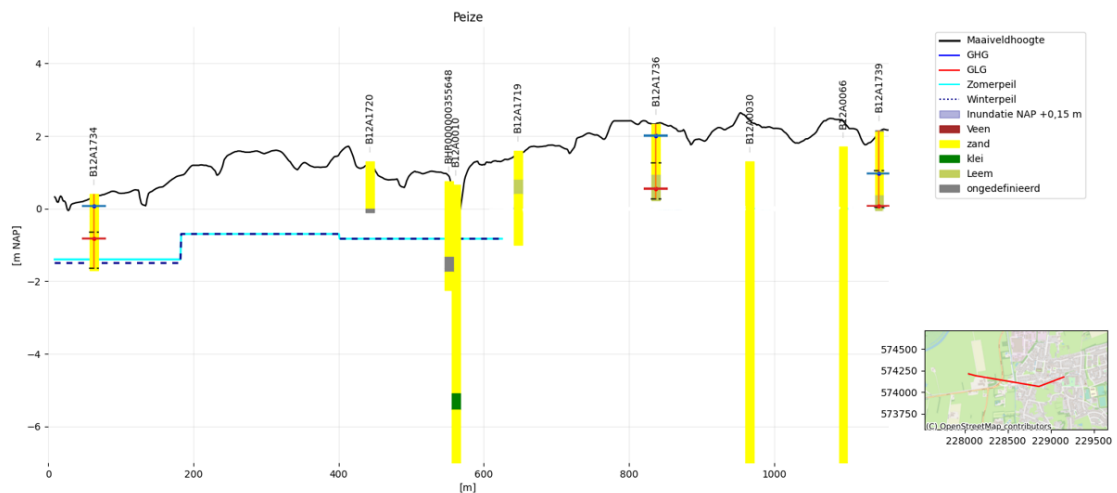
Peize heeft een voornamelijk zandige ondergrond. Het peilgebied Peize grenst aan het peilgebied van de Onlanden. Het peilgebied kent geen operationeel streefpeil, omdat het gebied direct gekoppeld is aan het riool. Het bevat enkel secundaire watergangen. De grondwaterstand in de omgeving van de Grote Masloot zal stijgen als gevolg van de peilopzet. Het effect in de omgeving wordt minimaal gedempt als gevolg van de zandige ondergrond en de afwezigheid van bufferende watergangen. Het is onbekend hoe ver de invloed van de peilopzet reikt. De maaiveldhoogte ter hoogte van Peize varieert tussen NAP +1,2 tot +3,0 m. Peilbuizen B12A1736 en B12A1739 meten de grondwaterstand in Peize. Tijdens de hoogwaterperiode van 2012 was de grondwaterstand in deze peilbuizen NAP +2,5 en +1,4 m. De maaiveldhoogte ter plaatse van peilbuis B12A1736 is NAP +2,3 m. In 2012 is geconstateerd door het Waterschap dat de grondwaterstand hier niet aan het maaiveld lag. De ondergrond is zandig waardoor neerslag en grondwater goed kan infiltreren draineert op watergangen. Daardoor is het niet aannemelijk dat grondwaterstand tot aan maaiveld reikt. Daarnaast zijn de hoogste grondwaterstanden in peilbuis B12A1739 meer dan 1 m lager dan in B12A1736. Terwijl de omgeving vergelijkbaar is. Hierdoor wordt peilbuis B12A1736 enkel ter indicatie meegenomen. De maaiveldhoogte ter hoogte van peilbuis B12A1739 is circa NAP +2,1 m.

De resultaten van de tijdreeksanalyse voor peilbuis B12A1739 geeft een stijging in de grondwaterstand van circa 0,11 m als gevolg van de 0,35 m peilopzet. Het is onbekend hoe ver het effect van de peilopzet in de Grote Masloot reikt. Het is niet uit te sluiten dat de grondwaterstand in Peize stijgt als gevolg van de peilopzet. Op basis van deze tijdreeksanalyse en de gemeten grondwaterstand is de ontwateringsdiepte tijdens de nieuwe peilopzet circa 0,6 m. Op basis van deze ontwateringsdiepte kan niet worden uitgesloten dat er beperkte negatieve effecten kunnen optreden in Peize bij huizen met kelders als gevolg van de peilopzet. Het is echter de verwachting dat er geen negatieve effecten optreden aangezien de verandering tijdelijk is en tot maximaal een paar dagen na peilopzet aanhoudt.

Afbeelding 5.13 Overzicht tracé Peize



Afbeelding 5.14 Systemoverzicht met inundatie langs het tracé van Peize (west-oost)



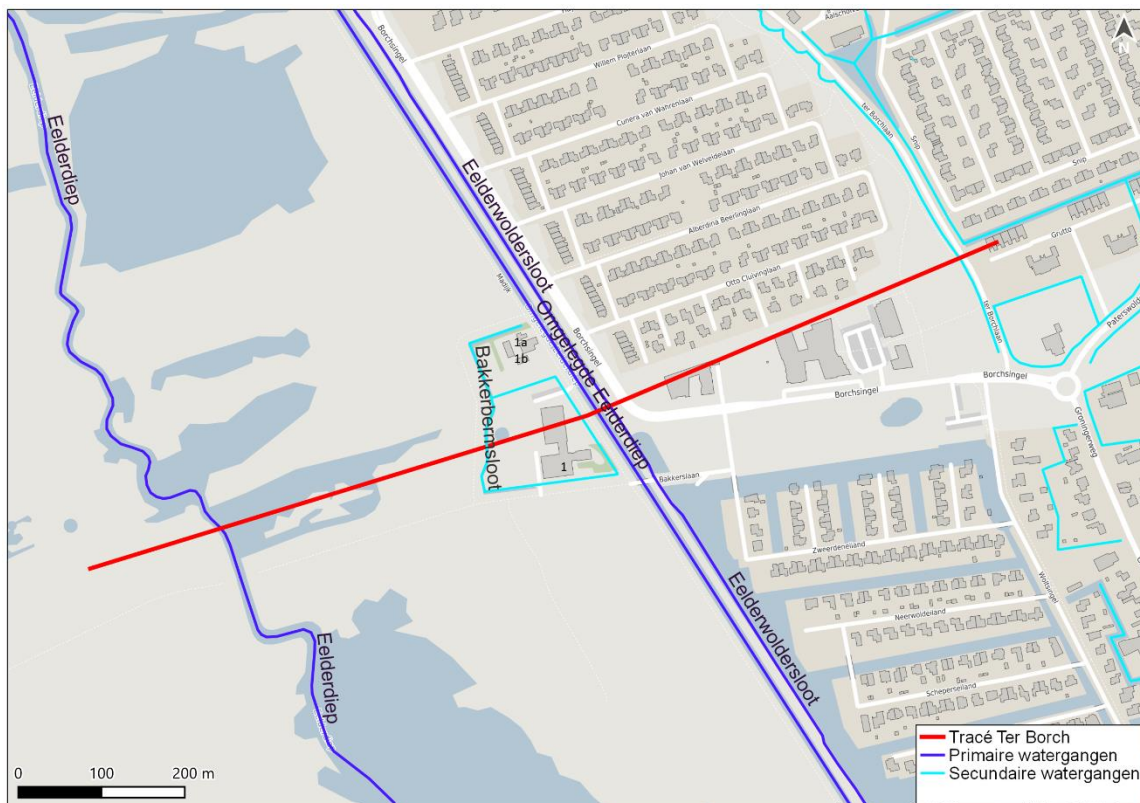
5.6 Ter Borch

In afbeelding 5.15 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Ter Borch en omliggende watergangen en peilbuizen. De doorsnede Ter Borch begint in de Onlanden, gaat door het Eelderdiep en eindigt in de wijk Ter Borch. In Ter Borch is geen tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn.

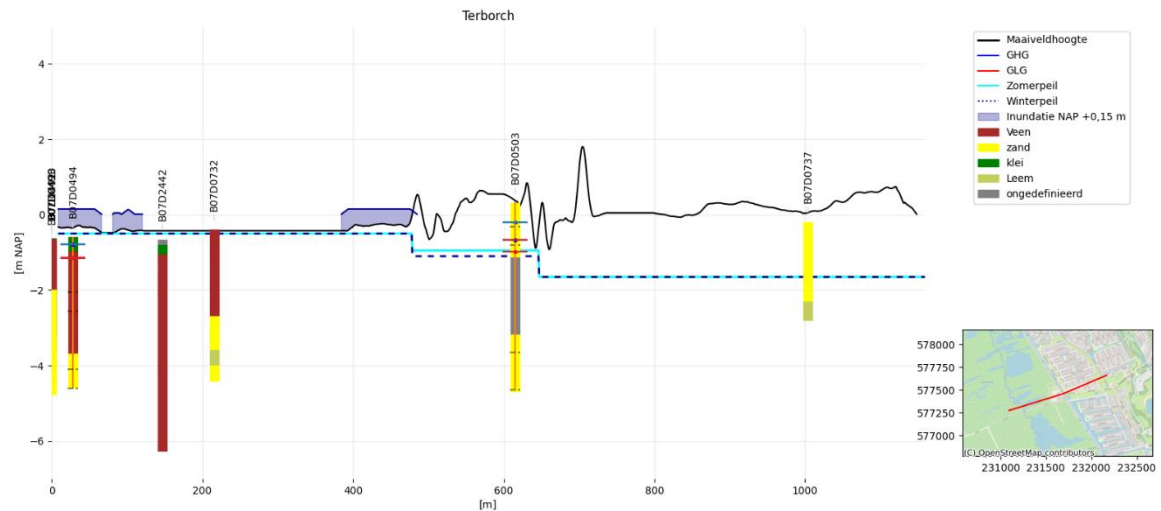
Afbeelding 5.16 laat zien dat de Onlanden zal inunderen bij een peilopzet van NAP +0,15 m. In het algemeen grenst de Onlanden via het Omgelegde Eelderdiep aan Ter Borch. In het gekozen tracé Ter Borch grenst de Onlanden aan Peizer- en Eeldermeden. In dit gebied is het peil gelijk aan het peil van het Omgelegde Eelderdiep. In Peizer- en Eeldermeden bevindt zich de Bakkersbermsloot langs de randen van het peilgebied. Op deze locatie staan enkele gebouwen. De ondergrond varieert tussen zand, klei en veen. De maaiveldhoogte ter plaatse van Madijk 1 is circa NAP +0,6 m en ter plaatse van Madijk 1a en 1b ten minste NAP +0,1 m. In peilbuis B07D0503 is de freatische grondwaterstand in natte periodes circa NAP -0,2 m. De peilopzet in de Onlanden wordt door de Bakkersbermsloot gebufferd. Het is onbekend of het volledig effect wordt afgevangen door de Bakkersbermsloot. Een niet gebaggerde ondiepe sloot heeft een kleinere bufferende werking. Indien de grondwaterstand wordt beïnvloed door de peilopzet zijn negatieve effecten niet uitgesloten op dit gedeelte van peilgebied Peizer- en Eeldermeden.

Tussen de Onlanden en Ter Borch ligt het Omgelegde Eelderdiep. Naar verwachting buffert deze primaire watergang grotendeels de effecten van de peilopzet in de Onlanden. Parallel aan het Omgelegde Eelderdiep ligt de Eelderwoldersloot. Eventueel resterende stijging van de grondwaterstand als gevolg van de peilopzet zal door de Eelderwoldersloot worden afgevangen. Hierdoor worden er geen significante invloeden op de grondwaterstanden in Ter Borch verwacht. Daarmee zijn negatieve effecten uitgesloten in Ter Borch.

Afbeelding 5.15 Overzicht tracé Ter Borch



Abbeelding 5.16 Systeemoverzicht met inundatie langs het tracé van Ter Borch (west-oost)



5.7 Zanddijk

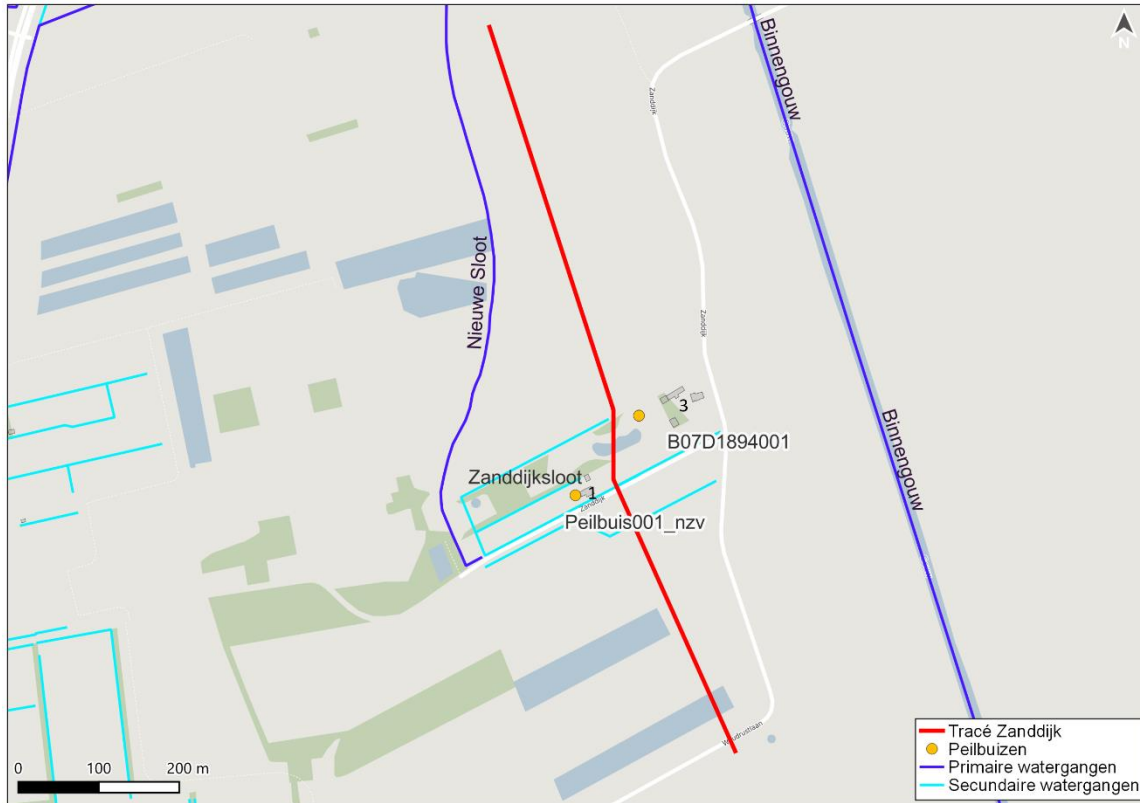
In afbeelding 5.17 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Zanddijk en omliggende watergangen en peilbuizen. De polder Zanddijk ligt midden in waterbergingsgebied Onlanden, zie afbeelding 5.18. Tijdens een hoogwaterperiode zal de Onlanden inunderen tot NAP +0,15 m. De polder Zanddijk heeft een ondergrond van zand en veen. Het winterpeil in de polder is gelijk aan NAP -1,10 m. De Zanddijksloot is een secundaire watergang die langs de rand van de Zanddijk polder loopt. In het noordoosten en oosten van de polder ontbreekt de Zanddijksloot, hier bevindt zich een kleinere zaksloot.

De maaiveldhoogte ter plaatse van Zanddijk 1 is circa NAP +0,15 m. Peilbuis001 meet de grondwaterstand naast Zanddijk 1. Tijdens de hoogwaterperiode van 2022 was daar de grondwaterstand NAP -0,3 m. De oppervlaktewaterstand in de Onlanden bij HWZ-gemaal Zanddijk was op hetzelfde moment ook NAP -0,30 m. Opvallend is dat het moment van hoge grondwaterstanden in de peilbuizen eerder optreedt om een reactie te zijn op de waterberging. Mogelijk komt dat door sterke toename van de oppervlakkige afstroom van regenwater aan het maaiveld naar de watergangen. Het is aannemelijk dat eventuele effecten van de peilopzet in de Onlanden op deze locatie zal worden gebufferd door de Zanddijksloot. Hierdoor is het mogelijk dat een beperkt effect wordt verwacht op de grondwaterstand ter hoogte van Zanddijk 1. Het tijdreeksmodel voor Peilbuis001 geeft een stijging van 0,06 m als gevolg van de 0,35 m stijging in de oppervlaktewaterstand. Aangezien de oppervlaktewaterstand in 2022 tot maximaal NAP -0,28 reikte, resulteert dit een grondwaterstijging van 0,07 m als gevolg van de peilstijging van 0,42 m. Dit effect komt overeen met de verwachting. De verhoging in de grondwaterstand resulteert in een ontwateringsdiepte van circa 0,38 m tijdens een toekomstige hoogwaterperiode. Bij een tijdelijke ontwateringsdiepte van 0,4 m worden geen negatieve effecten verwacht als gevolg van de peilopzet ter hoogte van Zanddijk 1. Daarbij is belangrijk om te realiseren dat de grondwaterstand snel reageert op het gemaal, waardoor de ontwateringsdiepte van 0,38 m niet langer dan enkele dagen zal aanhouden. Ter illustratie, in 2022 was de grondwaterstand 2-3 dagen zo hoog, waarna de grondwaterstand daalde naar het oude niveau.

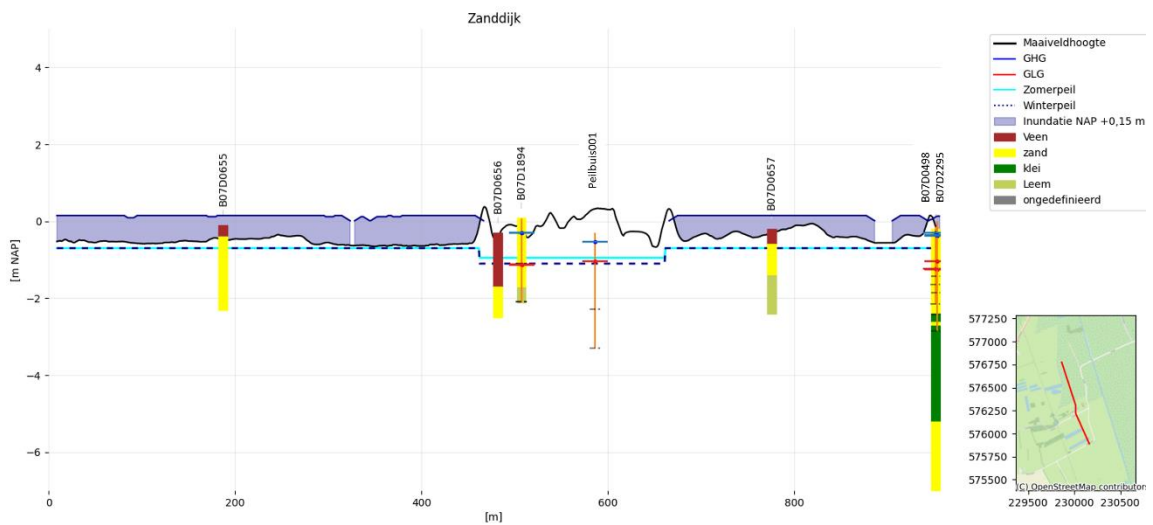
De maaiveldhoogte ter plaatse van Zanddijk 3 is ten minste NAP +0,3 m en ter plaatse van Zanddijk 3b ten minste NAP 0 m. Peilbuis B07D1894 meet de grondwaterstand in de buurt van Zanddijk 3 en 3b. Tijdens de hoogwaterperiode van 2022 was de grondwaterstand op deze locatie gelijk aan NAP 0 m. Dit betekent dat in 2022 de grondwaterstand het maaiveld bereikte ter hoogte van Zanddijk 3b. In de buurt van Zanddijk 3 en 3b zijn zaksloten aanwezig welke een gedeelte van de effecten van de peilopzet afvangen. De mate van afvangen is afhankelijk van de sloot. Op basis van satellietbeelden is vastgesteld dat deze zaksloten begroeiing bevatten. De maaiveldhoogte van de zaksloten is circa NAP -0,5 m ten opzichte van de Zanddijksloot welke een maaiveldhoogte heeft van NAP -0,9 m. Deze gegevens wijzen erop dat de zaksloten beperkt of niet worden uitgebaggerd. Dit kan ervoor zorgen dat deze zaksloten minder effectief zijn in het afvangen van het water.

Het tijdreeksmodel voor deze peilbuis laat zien dat de grondwaterstand met 0,17 m toeneemt als gevolg van de 0,35 m toename in de oppervlaktewaterstand. Dit komt overeen met het beeld dat de zaksloten minder effectief zijn dan de Zanddijksloot om het water af te vangen. Tijdens de hoogwaterperiode van 2022 stond de grondwaterstand aan het maaiveld. Daardoor stroomt de extra toename in het grondwater via het maaiveld oppervlakkig af richting de sloten in de omgeving. Daarmee is het aannemelijk dat een extra stijging van 0,17 m niet resulteert in grotere negatieve effecten dan eerder opgetreden bij Zanddijk 3 en 3b.

Afbeelding 5.17 Overzicht tracé Zanddijk



Afbeelding 5.18 Systeemoverzicht met inundatie langs het tracé van Zanddijk (noord-zuid)



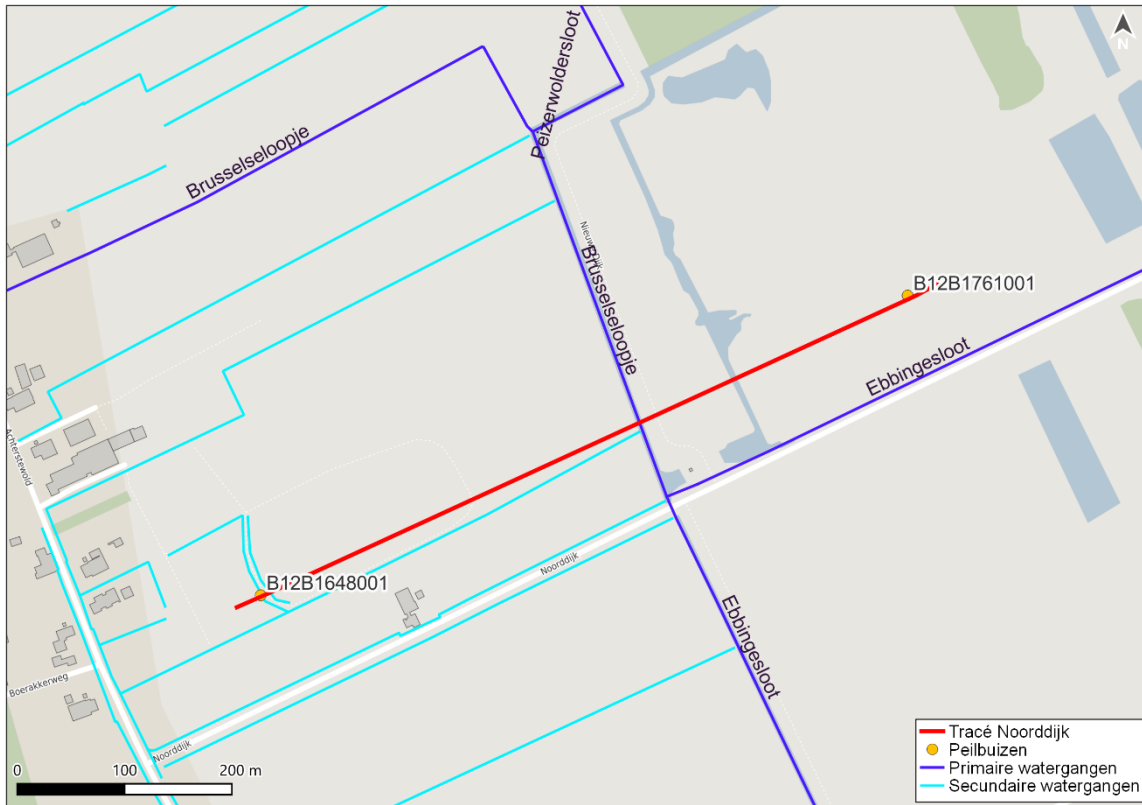
5.8 Noorddijk

In afbeelding 5.19 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Noorddijk en omliggende watergangen en peilbuizen. De doorsnede van Noorddijk laat zien dat het volledige gebied van de Onlanden zal inunderen bij een peilopzet van NAP +0,15 m, zie afbeelding 5.20. De grondwaterstand in het gebied zal meebewegen met de peilopzet totdat de grondwaterstand boven maaiveld uitkomt. Echter dit is geen negatief effect aangezien dit gebied mag inunderen tijdens een hoogwaterperiode.

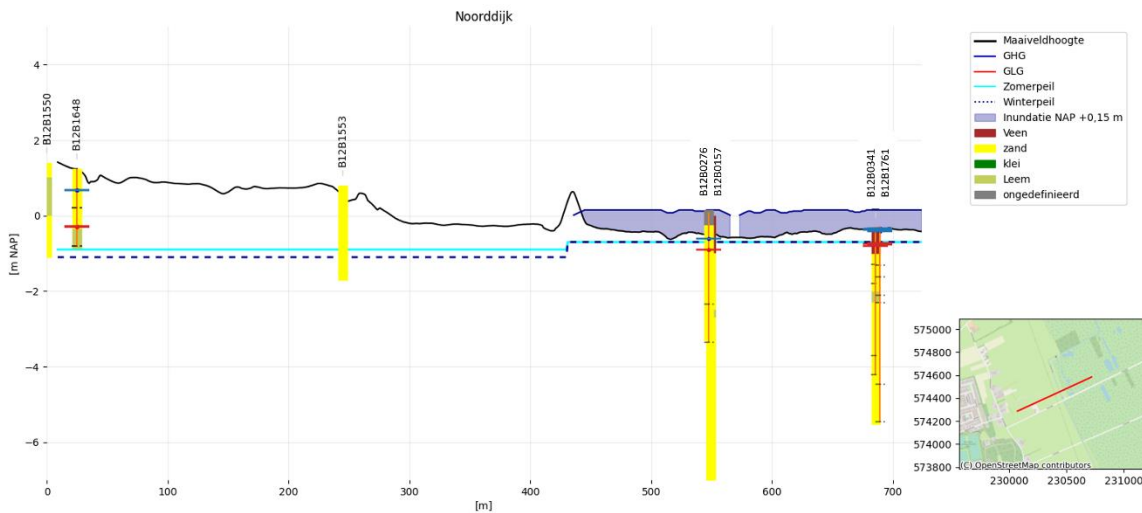
Peilbuis B12B1761 ligt in het waterbergingsgebied. Het tijdreeksmodel geeft een grondwaterstijging van 0,06 m als gevolg van de oppervlaktewaterstijging van 0,35 m. Aangezien de grondwaterstand tijdens de hoogwaterperiode boven het maaiveld komt onderschat dit model de impact van de oppervlaktewaterstijging. Dit is een beperking van het tijdreeksmodel, aangezien er geen rekening gehouden wordt met de maaiveldhoogte en de processen die spelen wanneer de grondwaterstand aan het maaiveld reikt.

Ten westen van de Onlanden ligt het peilgebied Broekstukken. Aan de rand van dit peilgebied, aan de kant van de Onlanden, bevinden zich verschillende primaire watergangen, waaronder Peizerwoldersloot, Brusselseloopje en Ebbingesloot. De ondergrond in dit peilgebied is zandig en de maaiveldhoogte loopt vanaf de Onlanden op vanaf NAP -0,3 m tot NAP +1,8 m in het westen. Peilbuis B12B1648 staat in het bemalen peilgebied Broekstukken. De peilbuis ligt naast een watergang, waardoor de grondwaterstand daar wordt beïnvloed door de watergang. Het tijdreeksmodel voor peilbuis B12B1648 geeft een grondwaterstijging van 0,14 m bij een oppervlaktewaterstand van +0,35 m. Het is onduidelijk of de mogelijke stijging van de grondwaterstand het gevolg is van de peilopzet of door hevige neerslag. Op basis van de systeemanalyse is het aannemelijk dat het effect van de peilopzet grotendeels wordt afgevangen door de primaire watergangen aan de rand van het peilgebied. Mogelijk is enige invloed op de grondwaterstand vanuit de Onlanden op de Broekstukken. Het is waarschijnlijk dat in de laag gelegen landbouwgebieden direct aangrenzend aan de Onlanden extra kwel vanuit de Onlanden komt. Het is onbekend of in de huidige situatie de grondwaterstand tijdens natte perioden aan maaiveld komt. Mogelijk zijn er negatieve effecten te verwachten van de peilopzet op de laag gelegen landbouwgebieden in de Broekstukken.

Afbeelding 5.19 Overzicht tracé Noorddijk



Afbeelding 5.20 Systeemoverzicht met inundatie langs het tracé van Noorddijk (west-oost)



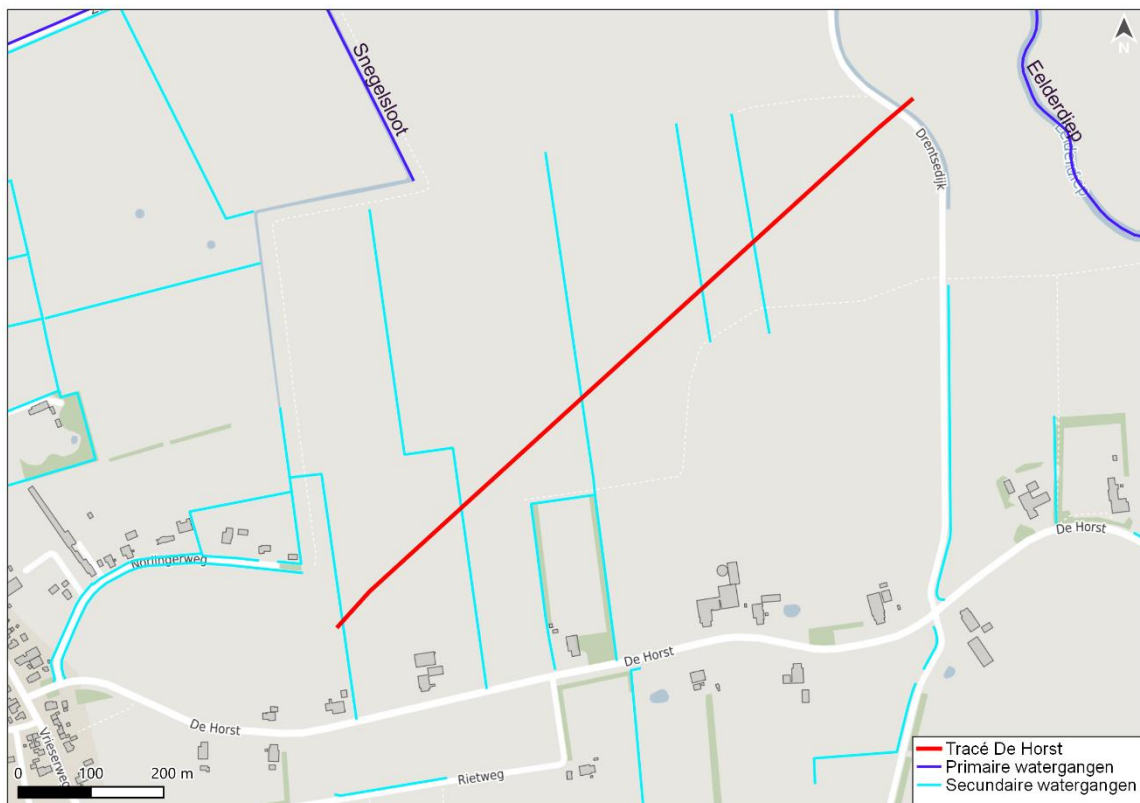
5.9 De Horst

In afbeelding 5.21 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé De Horst en omliggende watergangen en peilbuizen. Het tracé De Horst begint bij nabij Peize en eindigt in waterbergingsgebied de Onlanden. In De Horst is geen tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn.

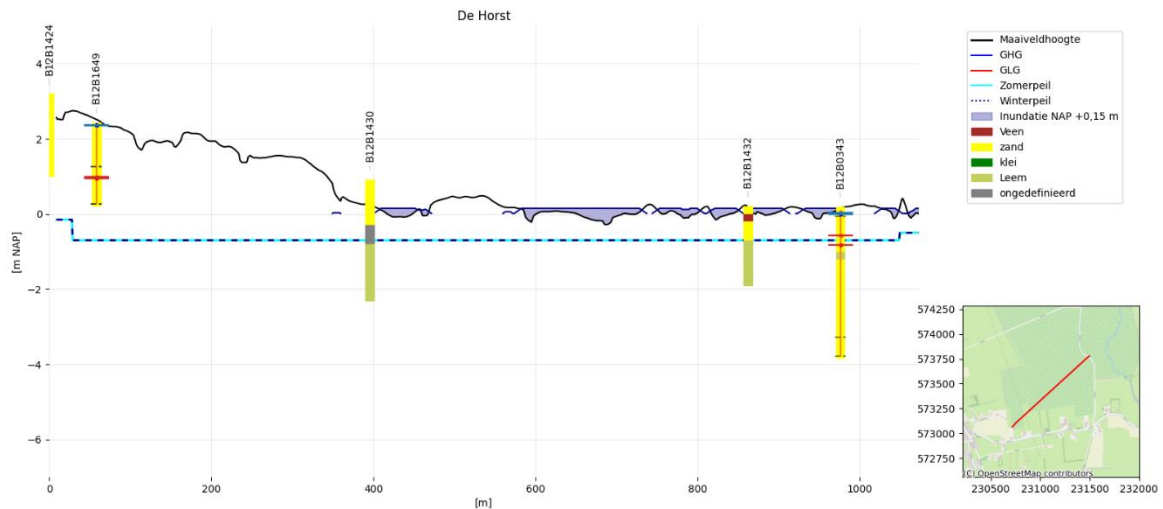
Het gehele tracé ligt in de Onlanden waar het oppervlaktewaterpeil zal toenemen tot NAP +0,15 m. In Peize is de ondergrond voornamelijk zandig en in de richting van de Onlanden bevat de ondergrond steeds meer klei en leem, zie afbeelding 5.22. De maaiveldhoogte in de richting van Peize is relatief hoog en neemt af richting de Onlanden. De doorsnede begint in het zuiden bij de weg De Horst. Langs deze weg staan verschillende gebouwen welke mogelijk effect zullen ondervinden van de nieuwe peilopzet. De ondergrond is zandig en er zijn geen watergangen aanwezig om het effect van de peilopzet te bufferen. Het is onbekend hoe ver het effect van de peilopzet zal reiken. De gebouwen langs De Horst hebben een maaiveldhoogte van ten minste NAP +1,5 m. De droogleggingsdiepte op deze locatie is daardoor minstens 1,35 m bij inzet van de waterberging tot +0,15 m NAP. Peilbuis B12B1649 staat in de hoger gelegen landbouwgebieden ten noorden van De Horst. Het maaiveld is daar NAP +2,4 m. Het is opvallend dat jaarlijks in de wintersituatie de grondwaterstand regelmatig aan maaiveld staat. Dat zou erop duiden dat ondanks de grote droogleggingsdiepte het grondwater in natte periodes aan maaiveld staat. Het is onduidelijk of dit een lokale situatie is of geldt voor het gehele hoger gelegen gebied rondom De Horst. In beide situaties zal het effect van de peilopzet geen grotere negatieve effecten hebben op het gebied rondom De Horst.

Ten zuiden van de weg De Horst bevindt zich een ander peilgebied, waar het zomer- en winterpeil hoger ligt dan NAP +0,15 m. Hierdoor zal effect van de peilopzet niet tot aan de andere kant van de weg reiken.

Afbeelding 5.21 Overzicht tracé De Horst



Abbeelding 5.22 Systeemoverzicht met inundatie langs het tracé van De Horst (zuidwest-noordoost)



5.10 Spierveen

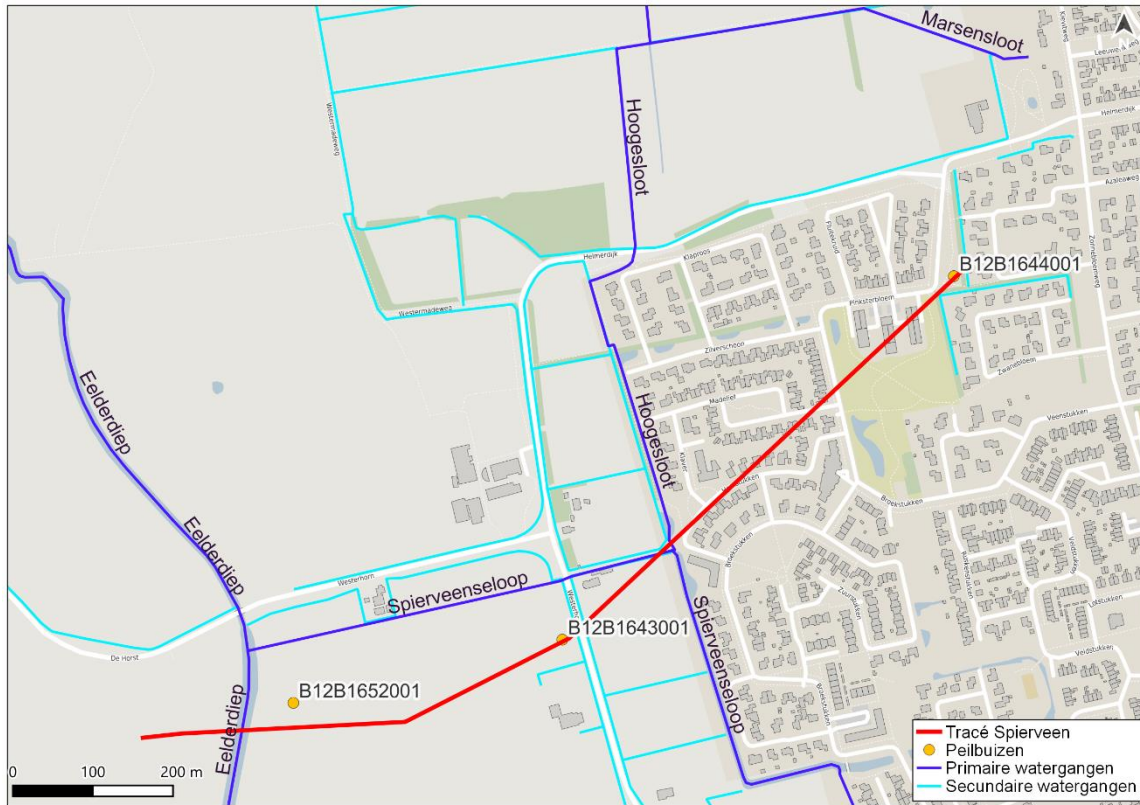
In afbeelding 5.23 is een overzicht weergegeven van de ligging van het tracé Spierveen en omliggende watergangen en peilbuizen. Het tracé van Spierveen loopt vanaf het Eelderdiep in de richting van Eelde. De ondergrond in Eelde is overwegend zandig met enkele klei en veen lagen. Het Eelderdiep, in peilgebied Wering, is onderdeel van de Onlanden en ligt op circa 180 m in afbeelding 5.24. Het peil zal tijdens de waterberging meestijgen tot NAP +0,15 m. Delen van de landbouwpercelen direct ten noorden van De Horst grenzend aan het Eelderdiep gaan inunderen. Op ongeveer 50 m van het Eelderdiep staat peilbuis B12B1652. Methode 1 van de tijdreeksanalyse geeft dat de peilbuis B12B1652 geen invloed ondervindt van de oppervlaktewaterstand in het Eelderdiep. Gezien de afstand tot het Eelderdiep is dit hydrologisch niet te verklaren. Uit de resultaten lijkt het model niet in staat om de invloed van de neerslag en verdamping te scheiden van de invloed van de oppervlaktewaterstand. Mogelijk komt dit doordat in de winterperiode de grondwaterstand regelmatig rond maaiveld fluctueert. Voor dit gebied is het aannemelijk dat door de peilopzet geen grotere negatieve effecten ontstaan omdat de grondwaterstand al jaarlijks tijdens natte periodes aan maaiveld staat.

Ten oosten van het Eelderdiep is vanaf de wegen Westerhorn en Helmerdijk een ander bemaalen peilgebied Spierveen. In dit peilgebied ligt de Spierveense Oosterloop en de Hoogesloot met een streefpeil van NAP -1,1 m. Peilbuis B12B1643 staat kort naast de Westerhorn in de overgang van peilgebied Wering naar Spierveen. Het maaiveld is ter plaatse van de peilbuis NAP +1,7 m. In natte periodes fluctueert de grondwaterstand, ondanks een grote droogleggingsdiepte, dicht aan maaiveld. Uit de tijdreeksanalyse volgt dat in deze peilbuis bij een oppervlaktewaterstand van NAP +0,15 m een stijging van de grondwaterstand is van 0,22 m. De resultaten uit de tijdreeksanalyse zijn door de invloeden van het maaiveld enkel te gebruiken ter indicatie. Het is onduidelijk of de mogelijk stijging van de grondwaterstand het gevolg is van de peilopzet of door hevige neerslag. Waarschijnlijk is het effect als gevolg van de peilopzet kleiner is dan 0,22 m. De peilopzet zal enkel worden toegepast tijdens natte periodes gedurende het jaar. Doordat de grondwaterstand jaarlijks in natte periodes aan maaiveld staat resulteert de peilopzet niet in grotere negatieve effecten.

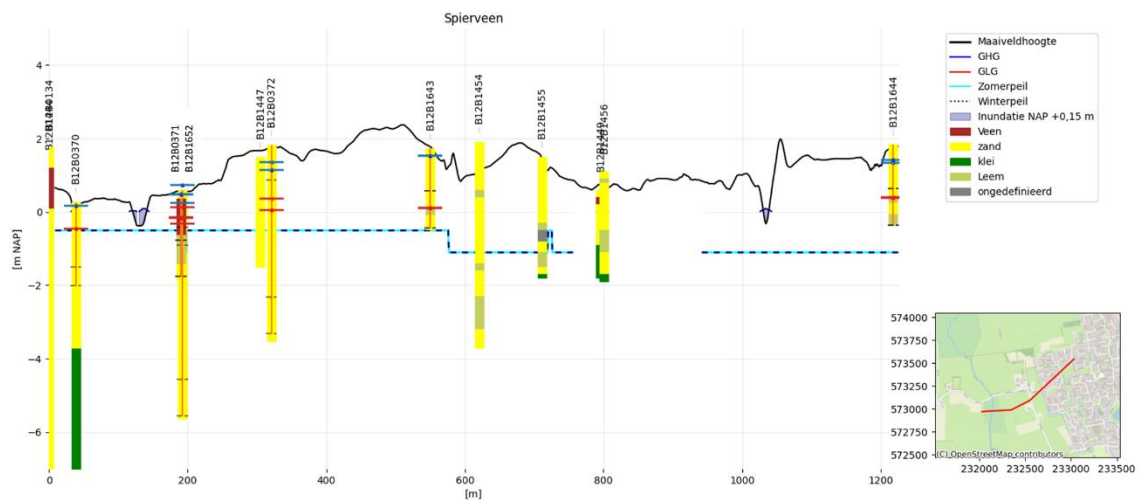
In Eelde ten oosten van de Spierveense Oosterloop en de Hoogesloot en ten zuidoosten van de Marsensloot zijn twee peilgebieden, Spierveen en Eelde-Paterswolde. Eelde-Paterswolde is niet peilgestuurd. Het maaiveld ter plaatse van de woningen in Eelde is ten minste NAP +0,8 m. De droogleggingsdiepte voor de peilgestuurde gebieden in het peilgebied Spierveen is ten minste 1,9 m. Peilbuis B12B1644 staat in het noordwestelijk deel van Eelde. De grondwaterstand fluctueert daar tussen NAP +0,1 en +1,75 m. Het maaiveld is ter plaatse van de peilbuis NAP +1,85 m. Ondanks de grote droogleggingsdiepte kan de grondwaterstand in natte periode tot kort onder het maaiveld staan. Uit de tijdreeksanalyse volgt bij een oppervlaktewaterstand van NAP +0,15 m een stijging van de grondwaterstand van 0,28 m.

Volgend uit methode 2 is daarvan de invloed van de peilopzet gelijk aan 0,08 m. Gezien de afstand, maaieldhoogte en bufferende tussenliggende watergangen is het waarschijnlijk dat de tijdreeksanalyse een overschatting geeft en dat het effect van de peilopzet bij Eelde zeer beperkt zal zijn.

Afbeelding 5.23 Overzicht tracé Spierveen



Afbeelding 5.24 Systemoverzicht met inundatie langs het tracé van Spierveen (west-oost)



6

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Conclusies

De toekomstig peilopzet in de Onlanden leidt er toe dat tijdens hoogwaterperiodes het waterpeil verhoogd van NAP -0,20 m naar NAP +0,15 m. Deze extra peilopzet kan effecten hebben op de grondwaterstand in de omgeving. Op basis van systeem- en tijdreeksanalyse is op 10 locaties het effect van de peilopzet op de grondwaterstand onderzocht. Tabel 6.1 geeft een overzicht van de invloed die de peilopzet heeft op deze locaties. Op de locaties waar mogelijk effecten optreden, wordt verwacht dat deze beperkt blijven tot enkele dagen na het moment van waterbergen.

Tabel 6.1 Invloed van de peilopzet op de omgeving van de onderzoeklocaties

Locaties	Invloed op de omgeving
Sandebuurt (a)	<p>In Sandebuurt (a) is geen betrouwbare tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn. De westkant van het tracé ligt in het peilgebied West-Sandebuurt. Dit peilgebied heeft een oppervlaktewaterpeil van NAP -1,30 m. Sandebuurt 20 heeft een maaiveldhoogte van ten minste NAP +0,2 m en Sandebuurt 21 van ten minste NAP -0,3 m. De droogleggingsdiepte is hierdoor ten minste 1 m. De gemeten grondwaterstand is tijdens een gemiddelde wintersituatie circa NAP -0,8 m. Hierdoor is de ontwateringsdiepte ten minste 0,5 m. De verwachting is dat de watergang Krommewijk de effecten van de peilopzet zal bufferen en het water zal wegvoeren via de Sandebuurtstuw-West. Sandebuurt 20 en 21 liggen ten zuiden van deze watergang. Een stijging van de grondwaterstand resulteert in een afname van de ontwateringsdiepte. Op basis van voorgaande is het aannemelijk dat de stijging beperkt blijft en hooguit enkele dagen aanhoudt, waardoor geen negatieve effecten optreden.</p> <p>De landbouwgebieden rondom de Krommewijk hebben een maaiveldhoogte van ten minste NAP -0,9 m. De gebieden ten noorden van de Krommewijk kunnen een grondwaterstandstijging ondervinden aangezien er geen watergang is tussen de Onlanden en dit gebied om de peilopzet te bufferen. De verwachting is dat de venige ondergrond de effecten van de peilopzet gedeeltelijk zal dempen. De exacte stijging is niet te bepalen op basis van de beschikbare gegevens. De freatische grondwaterstand in dit gebied is waarschijnlijk vergelijkbaar met de grondwaterstand ten zuiden van de Krommewijk. Uit peilbuis B07C1735 volgt is de grondwaterstand in de winter tot aan maaiveld reikt. Dit betekent dat er geen ontwateringsdiepte meer over is. Gezien de zeer beperkte tot geen aanwezigheid van een ontwateringsdiepte in de huidige winters is niet uit te sluiten dat er negatieve effecten optreden als gevolg van de peilopzet.</p> <p>In het oosten doorkruist het tracé het peilgebied Oost-Sandebuurt. Dit peilgebied bevat op deze locatie de watergang Hooiwijk met een natuurvriendelijke oever. Er zijn geen gebouwen of landbouwgronden op dit punt in het tracé. De verwachting is dat de Hooiwijk de effecten van de peilopzet buffert en het water afvoert naar de Sandebuurtstuw-Oost. De natuurvriendelijke oever kan een grondwaterstijging ondervinden door de peilopzet in de Onlanden. Op basis van voorgaande is het aannemelijk dat als gevolg van deze stijging geen negatieve effecten optreden op deze locatie.</p>
Sandebuurt (b)	<p>Tijdens een periode van hoogwater inundeert het gebied aan beide kanten van de verhoogde weg. De grondwaterstand in de verhoogde weg zal meestijgen met het peil van de peilbuis. Op basis van de systeem- en tijdreeksanalyse is de verwachting dat met de nieuwe peilopzet de grondwaterstand net als tijdens afgelopen hoogwaterperiodes boven het maaiveld (ca. NAP -0,5m) zal uitkomen en zal inunderen tot ten minste de gehanteerde oppervlaktewaterstand. De stijging van de grondwaterstand zal ook in de verhoogde weg plaatsvinden. De verhoogde weg kent een maaiveld van NAP +0,6 m. Net als tijdens de voorgaande inundaties betekent deze verandering geen negatief effect, aangezien dit gebied mag</p>

Locaties	Invloed op de omgeving
	inunderen op het moment van hoogwater. Aanbevolen wordt om stabiliteit van het dijklichaam van de verhoogde weg te controleren bij hogere waterstanden dan eerder opgetreden.
Sandebuurt (c)	<p>Sandebuurt (c) loopt vanaf de Onlanden richting de polders in het zuiden. Deze polders worden bemalen en bestaan voornamelijk uit landbouwgronden. Het tijdreeksmodel geeft een stijging van 0,29 m als gevolg van de nieuwe peilopzet van 0,35 m. Echter doordat de oppervlaktewaterstand in 2022 niet NAP -0,20, maar NAP -0,35 m was, is de daadwerkelijk peilopzet 0,50 m. Hiermee rekening houdende resulteert de nieuwe peilopzet in een stijging van 0,41 m ten opzichte van de gemeten grondwaterstand in 2022. Dit geeft aan dat de peilopzet een grote invloed heeft op de grondwaterstand in het gebied. Deze grote invloed kan worden verklaard doordat het gemaal bij Sandebuurt te weinig capaciteit heeft om de polder leeg te pompen tijdens periodes van hoogwater. De nieuwe peilopzet zal hoogstwaarschijnlijk zorgen voor een verhoging van de grondwaterstand in dit gebied. Het is, in de huidige analyse, niet te voorspellen hoe het systeem zal reageren wanneer het gemaal wel voldoende capaciteit heeft, aangezien geen gegevens beschikbaar zijn van deze situatie. De verwachting is echter dat bij een gemaal met voldoende capaciteit de verandering van de grondwaterstand in het landbouwgebied beperkt is door de bufferende werking van de watergang tussen de Onlanden en het landbouwgebied in.</p>
Roderwolde	<p>In Roderwolde is geen tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn. Roderwolde is in contact met de Onlanden via de Schipsloot. De stijging van de Schipsloot tot maximaal NAP +0,15 m zal worden gebufferd door de watergangen in de omgeving. Deze watergangen bevinden zich parallel aan de Schipsloot en in een ander peilgebied waardoor het additionele water dat vanuit de Schipsloot richting de omringende watergangen kwelt wordt afgevoerd. Aan de kop van de Schipsloot ter plaatse van de Hoofdstraat bevindt zich geen watergang, hierdoor is er geen buffer aanwezig tussen de Schipsloot en de bebouwing.</p> <p>Op basis van de bodemopbouw en het feit dat er geen bufferende watergang aanwezig is, wordt er een effect verwacht op de grondwaterstand in Roderwolde. In Roderwolde is geen tijdreeksanalyse mogelijk om de verwachting te toetsen. Het effect is afhankelijk van de huidige grondwaterstand in het gebied. In het geval dat de grondwaterstand in Roderwolde hoger ligt dan NAP +0,15 m, zal de gradiënt grondwaterstand in de richting van de Schipsloot afnemen, waardoor naast de Schipsloot de grondwaterstand zal toenemen. Deze stijging in de grondwaterstand heeft niet direct negatieve gevolgen. De gebouwen nabij de Schipsloot in Roderwolde liggen op circa NAP +0,6 tot +1 m hoogte. De droogleggingsdiepte varieert ten opzichte van NAP +0,15 m van ten minste 0,45 m tot 0,85 m. Deze droogleggingsdiepte is voor met name woningen met kelders beperkt, echter over het algemeen treedt de waterberging en dus de verhoogde grondwaterstand gedurende enkele dagen op waardoor in deze korte periode geen negatieve effecten worden verwacht.</p>
Roden	<p>In Roden is geen tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn. Het gebied tussen het Peizerdiep en de Oude Diep van Weehorst bestaat uit landbouwgronden. In dit gebied kan de grondwaterstand stijgen als gevolg van de nieuwe peilopzet. Het maaiveld bevindt zich hier op NAP -1,0 m. Gelet op het polderpeil in de winter van NAP -1,50 m bedraagt de droogleggingsdiepte ten minste 0,5 m. Het is aannemelijk dat in natte periodes de grondwaterstand dicht tegen maaiveld aan staat. Daardoor kan een stijging in de grondwaterstand als gevolg van de peilopzet negatieve gevolgen hebben op de landbouw. Verder richting het oosten bevindt zich de Oude Diep van Weehorst in het peilgebied van Weehorst en stijgt niet mee met de Onlanden en zal daardoor het effect van de waterstijging bufferen.</p> <p>Ten westen van het Peizerdiep bij de Roderwolderweg is de ondergrond voornamelijk zandig met op een aantal locaties een zeer ondiepe potklei laag. Het maaiveld ter plaatse van bebouwing bij de Roderwolderweg is ten minste NAP +0,8 m. Het maaiveld ter plaatse van landbouw is ten minste NAP +0,5 m. De droogleggingsdiepte is ten minste 1,3 m bij de landbouwgebieden tot 1,6 m ter plaatse van de gebouwen. Het is niet bekend wat de ontwateringsdiepte is ter plaatse van de gebouwen in een natte periode en hoever de verandering van de grondwaterstand reikt. Gezien de relatief grote droogleggingsdiepte en de maaiveldhoogte is de verwachting dat de mogelijke grondwaterstandstijging geen negatieve invloed heeft op de omgeving bij de Roderwolderweg.</p> <p>Ten westen van de Roderwolderweg ligt de Roonder Bitse grenzend aan het bedrijventerrein in Roden. Mogelijke resterende effecten van de peilopzet worden door de Roonder Bitse gebufferd. Het is niet uit te sluiten dat in het zuidoostelijke gedeelte van Roden enig effect optreedt. De droogleggingsdiepte is daar circa 1,9 m. Gezien deze grote drooglegging is het aannemelijk dat de grondwaterstandstijging geen negatieve invloed heeft in Roden.</p>
Roden-Peize	<p>In Roden-Peize is geen tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn. Het Peizerdiep bevindt zich in het peilgebied van de Onlanden. Direct ten oosten van het Peizerdiep liggen landbouwgebieden met een zandige ondergrond en een maaiveldhoogte tussen NAP -1 en +0,5 m. De Moleneindigerloop ligt parallel aan het Peizerdiep. Deze primaire watergang</p>

Locaties	Invloed op de omgeving
	<p>is onderdeel van peilgebied Weehorst. De verwachting is dat de Moleneindigerloop de effecten van de peilopzet gedeeltelijk zal bufferen. Ten zuiden van het tracé, bij Moleneind, doorkruist de Altenaloopt het peilgebied Weehorst. De Altenaloopt is onderdeel van peilgebied de Onlanden en zal tijdens hoogwaterperiodes meegaan met de peilopzet. Het gebied tussen de Altenaloopt en de Oude Diep van Weehorst bestaat uit landbouwgronden met een maaiveldhoogte van ten minste NAP -1,0 m. De maaiveldhoogte ter hoogte van Moleneind 3 is circa NAP +0,7 m. De peilopzet vanuit de Altenaloopt heeft effect op de omgeving. Ter plaatse van de landbouwgebieden is de droogleggingsdiepte circa 0,4 m. Het is aannemelijk dat in natte periodes de grondwaterstand dicht tegen maaiveld aan staat. Daardoor kan een stijging in de grondwaterstand als gevolg van de peilopzet negatieve gevolgen hebben op de landbouw. Deze gevolgen zullen naar verwachting optreden tot enkele dagen na het moment van waterbergen. De droogleggingsdiepte bij Moleneind 3 is circa 2,1 m. Gezien de grote drooglegging is het aannemelijk dat er geen negatieve effecten op deze locatie optreden.</p> <p>Ten noorden van de Altenaloopt zijn geen primaire watergangen aanwezig. In het gebied liggen enkele secundaire watergangen in het peilgebied Weehorst. De ondergrond is voornamelijk zandig. De maaiveldhoogte in het gebied varieert tussen NAP -1 en +1 m. Het is onbekend hoever de verandering van de grondwaterstand reikt. De droogleggingsdiepte is tussen 0,4 en 2,4 m. Het is niet uit te sluiten dat in de lagere delen de grondwaterstand dicht tegen maaiveld aan staat in natte periodes. Daardoor kan een stijging in de grondwaterstand als gevolg van de peilopzet negatieve gevolgen hebben op de lagere gelegen landbouwgebieden waar het maaiveld circa NAP -1 m is. Deze gevolgen zullen naar verwachting optreden tot enkele dagen na het moment van waterbergen.</p>
Peize	<p>Aan de westzijde van Peize ligt de Grote Masloot die tijdens de hoogwaterperiode samen met de Onlanden een peilopzet kent. Ten westen van de Grote Masloot ligt peilgebied de Weehorst. Ten noordwesten van Roderweg 22 is lokaal een laagte in het maaiveld. Daar is het maaiveld circa NAP +0,3 m. Peilbuis B12A1734 staat in deze lokale laagte. De maaiveldhoogte ter plaatse van de peilbuis is NAP +0,4 m. De grondwaterstand tijdens de hoogwaterperiode in 2022 is daar circa NAP +0,25 m. Tijdens de waterberging is de ontwateringsdiepte op deze locatie 0,15 m. De ontwateringsdiepte buiten deze laagte, waaronder ook ter plaatse van Roderweg 20, is circa 1,15 en de droogleggingsdiepte varieert tussen 2,1 en 2,8 m. Tijdreeksanalyse geeft een grondwaterstijging van 0,13 m als gevolg van een oppervlaktewater stijging van 0,35 m. Op basis van de tijdreeksanalyse en gemeten grondwaterstand is de ontwateringsdiepte tijdens de nieuwe peilopzet circa 1 m. Er worden geen negatieve effecten verwacht ter hoogte van Roderweg 22 als gevolg van de tijdelijke peilopzet. Doordat de grondwaterstand in de laagte ten noordwesten van Roderweg 22 tussen 0 en 0,15 m beneden maaiveld staat is het aannemelijk dat daar tijdelijk lokaal negatieve effecten optreden.</p> <p>Het peilgebied Peize grenst aan het peilgebied van de Onlanden. De grondwaterstand in de omgeving van de Grote Masloot zal stijgen als gevolg van de peilopzet. Het effect in de omgeving wordt minimaal gedempt als gevolg van de zandige ondergrond en de afwezigheid van bufferende watergangen. Het is onbekend hoe ver de invloed van de peilopzet reikt. De maaiveldhoogte ter hoogte van Peize varieert tussen NAP +1,2 tot +3,0 m. Peilbuis B12A1739 meet de grondwaterstand in Peize. Tijdens de hoogwaterperiode van 2022 was de grondwaterstand in deze peilbuis NAP +1,4 m. De maaiveldhoogte ter hoogte van de peilbuis is circa NAP +2,1 m. De tijdreeksanalyse geeft een stijging in de grondwaterstand van circa 0,11 m als gevolg van de 0,35 m peilopzet. De ontwateringsdiepte tijdens de nieuwe peilopzet is circa 0,6 m. Op basis van deze ontwateringsdiepte kan niet worden uitgesloten dat er beperkte negatieve effecten kunnen optreden in Peize bij huizen met kelders als gevolg van de peilopzet. Het is echter de verwachting dat er geen negatieve effecten optreden aangezien de verandering tijdelijk is en tot maximaal een paar dagen na peilopzet aanhoudt.</p>
Ter Borch	<p>In Ter Borch is geen tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn. De doorsnede Ter Borch begint in de Onlanden, gaat door het Eelderdiep en eindigt in de wijk Ter Borch. De maaiveldhoogte ter plaatse van Madijk 1 is circa NAP +0,6 m en ter plaatse van Madijk 1a en 1b ten minste NAP +0,1 m. In peilbuis B07D0503 is de freatische grondwaterstand in natte periodes circa NAP -0,2 m. De peilopzet in de Onlanden wordt door de Bakkersbermsloot gebufferd. Het is onbekend of het volledig effect wordt afgevangen door de Bakkersbermsloot. Indien de grondwaterstand wordt beïnvloed door de peilopzet zijn negatieve effecten niet uitgesloten in het gebied Peizer- en Eeldermeden.</p> <p>Tussen de Onlanden en Ter Borch ligt het Omgelegde Eelderdiep. Naar verwachting buffert deze primaire watergang grotendeels de effecten van de peilopzet in de Onlanden. Parallel aan het Omgelegde Eelderdiep ligt de Eelderwoldersloot. Eventueel resterende stijging van de grondwaterstand als gevolg van de peilopzet zal door de Eelderwoldersloot worden afgevangen. Hierdoor worden er geen significante invloeden op de grondwaterstanden in Ter Borch verwacht. Daarmee zijn negatieve effecten uitgesloten in Ter Borch.</p>

Locaties	Invloed op de omgeving
Zanddijk	<p>De polder Zanddijk ligt midden in waterbergingsgebied Onlanden. Het winterpeil in de polder is gelijk aan NAP -1,10 m. De Zanddijksloot is een primaire watergang die langs de rand van de Zanddijk polder loopt. In het noordoosten en oosten van de polder ontbreekt de Zanddijksloot, hier bevindt zich een kleinere zaksloot.</p> <p>De maaiveldhoogte ter plaatse van Zanddijk 1 is circa NAP +0,15 m. Peilbuis001 meet de grondwaterstand naast Zanddijk 1. Tijdens de hoogwaterperiode van 2022 was daar de grondwaterstand NAP -0,3 m. Het is de aannemelijk dat eventuele effecten van de peilopzet in de Onlanden op deze locatie zal worden gebufferd door de Zanddijksloot. Hierdoor is het mogelijk dat een beperkt effect wordt verwacht op de grondwaterstand ter hoogte van Zanddijk 1. Het tijdreeksmodel voor Peilbuis001 geeft een stijging van 0,06 m als gevolg van de 0,35 m stijging in de oppervlaktewaterstand. Aangezien de oppervlaktewaterstand in 2022 tot maximaal NAP -0,28 reikte, resulteert dit een grondwaterstijging van 0,07 m als gevolg van de peilstijging van 0,42 m. Dit effect komt overeen met de verwachting. De verhoging in de grondwaterstand resulteert in een ontwateringsdiepte van circa 0,38 m tijdens een toekomstige hoogwaterperiode. Bij een tijdelijke ontwateringsdiepte van 0,38 m worden geen negatieve effecten verwacht als gevolg van de peilopzet ter hoogte van Zanddijk 1.</p> <p>De maaiveldhoogte ter plaatse van Zanddijk 3 is ten minste NAP +0,3 m en ter plaatse van Zanddijk 3b ten minste NAP 0 m. Tijdens de hoogwaterperiode van 2022 was de grondwaterstand op deze locatie gelijk aan NAP 0 m. Dit betekent dat in 2022 de grondwaterstand het maaiveld bereikte ter hoogte van Zanddijk 3b. In de buurt van Zanddijk 3 en 3b zijn zaksloten aanwezig welke een gedeelte van de effecten van de peilopzet afvangen. De maaiveldhoogte van de zaksloten is circa NAP -0,5 m ten opzichte van de Zanddijksloot welke een maaiveldhoogte heeft van NAP -0,9 m. Het tijdreeksmodel voor deze peilbuis laat zien dat de grondwaterstand met 0,17 m toeneemt als gevolg van de 0,35 m toename in de oppervlaktewaterstand. Dit komt overeen met het beeld dat de zaksloten minder effectief zijn dan de Zanddijksloot om het water af te vangen. Tijdens de hoogwaterperiode van 2022 stond de grondwaterstand aan het maaiveld. Daardoor stroomt de extra toename in het grondwater via het maaiveld oppervlakkig af richting de sloten in de omgeving. Daarmee is het aannemelijk dat een extra stijging van 0,17 m niet resulteert in grotere negatieve effecten dan eerder opgetreden bij Zanddijk 3 en 3b.</p>
Noorddijk	<p>De grondwaterstand in het gebied zal meebewegen met de peilopzet totdat de grondwaterstand boven maaiveld uitkomt. Echter dit is geen negatief effect aangezien dit gebied mag inunderen tijdens een hoogwaterperiode. Het tijdreeksmodel geeft een grondwaterstijging van 0,06 m als gevolg van de oppervlaktewaterstijging van 0,35 m. Aangezien de grondwaterstand tijdens de hoogwaterperiode boven het maaiveld komt onderschat dit model de impact van de oppervlaktewaterstijging.</p> <p>Ten westen van de Onlanden ligt het bemalen peilgebied Broekstukken. Aan de rand van dit peilgebied, aan de kant van de Onlanden, bevinden zich verschillende primaire watergangen, waaronder Peizerwoldersloot, Brusselseloopje, Ebbingesloot en Snegelsloot. Het tijdreeksmodel voor peilbuis B12B1648 geeft een grondwaterstijging van 0,14 m bij een oppervlaktewaterstand van +0,35 m. Het is onduidelijk of de mogelijke stijging van de grondwaterstand het gevolg is van de peilopzet of door hevige neerslag. Op basis van de systeemanalyse het is aannemelijk dat het effect van de peilopzet grotendeels wordt afgevangen door de primaire watergangen aan de rand van het peilgebied. Mogelijk is enige invloed op de grondwaterstand vanuit de Onlanden op de Broekstukken. Het is waarschijnlijk dat in de laag gelegen landbouwgebieden direct aangrenzend aan de Onlanden extra kwel vanuit de Onlanden komt. Het is onbekend of in de huidige situatie de grondwaterstand tijdens natte perioden aan maaiveld komt. Mogelijk zijn er negatieve effecten te verwachten van de peilopzet op de laag gelegen landbouwgebieden in de Broekstukken.</p>
De Horst	<p>In De Horst is geen tijdreeksanalyse beschikbaar waardoor om deze reden onderstaande locaties kwalitatief beschouwd zijn. Het tracé De Horst begint bij nabij Peize en eindigt in waterbergingsgebied de Onlanden. In Peize is de ondergrond voornamelijk zandig en in de richting van de Onlanden bevat de ondergrond steeds meer klei en leem. De maaiveldhoogte in de richting van Peize is relatief hoog en neemt af richting de Onlanden. Het is onbekend hoe ver het effect van de peilopzet zal reiken. De gebouwen langs De Horst hebben een maaiveldhoogte van ten minste NAP +1,5 m. De droogleggingsdiepte op deze locatie is daardoor minstens 1,35 m bij inzet van de waterberging tot NAP +0,15 m.</p> <p>In de hoger gelegen landbouwgebieden ten noorden van De Horst is het maaiveld NAP +2,4 m. Het is opvallend dat jaarlijks in de wintersituatie de grondwaterstand regelmatig aan maaiveld staat. Dat zou erop duiden dat ondanks de grote droogleggingsdiepte het grondwater in natte periodes aan maaiveld staat. Het is onduidelijk of dit een lokale situatie is of geldt voor het gehele hoger gelegen gebied rondom De Horst. In beide situaties zal het effect van de peilopzet geen grotere negatieve effecten hebben op het gebied rondom De Horst.</p>

Locaties	Invloed op de omgeving
	Ten zuiden van de weg De Horst bevindt zich een ander peilgebied, waar het zomer- en winterpeil hoger ligt dan NAP +0,15 m. Hierdoor zal effect van de peilopzet niet tot aan de andere kant van de weg reiken.
Spierveen	<p>Het tracé van Spierveen loopt vanaf het Eelderdiep in de richting van Eelde. Delen van de landbouwpercelen direct ten noorden van De Horst grenzend aan het Eelderdiep gaan inrunderen. Voor dit gebied is het aannemelijk dat door de peilopzet geen grotere negatieve effecten ontstaan omdat de grondwaterstand al jaarlijks tijdens natte periodes aan maaiveld staat. Ten oosten van het Eelderdiep is vanaf de wegen Westerhorn en Helmerdijk een ander bemalen peilgebied Spierveen. In dit peilgebied ligt de Spierveense Oosterloop en de Hoogesloot met een streefpeil van NAP -1,1 m. Het maaiveld is ter plaatse van de Westerhorn in de overgang van peilgebied Wering naar Spierveen NAP +1,7 m. In natte periodes fluctueert de grondwaterstand, ondanks een grote droogleggingsdiepte, dicht aan maaiveld. Uit de tijdreeksanalyse volgt dat in deze peilbuis bij een oppervlaktewaterstand van NAP +0,15 m een stijging van de grondwaterstand is van 0,22 m. De resultaten uit de tijdreeksanalyse zijn door de invloeden van het maaiveld enkel te gebruiken ter indicatie. Het is onduidelijk of de mogelijk stijging van de grondwaterstand het gevolg is van de peilopzet of door hevige neerslag. Waarschijnlijk is het effect als gevolg van de peilopzet kleiner is dan 0,22 m. De peilopzet zal enkel worden toegepast tijdens natte periodes gedurende het jaar. Doordat de grondwaterstand jaarlijks in natte periodes aan maaiveld staat resulteert dat de peilopzet niet in grotere negatieve effecten.</p> <p>In Eelde ten oosten van de Spierveense Oosterloop en de Hoogesloot en ten zuidoosten van de Marsensloot zijn twee peilgebieden, Spierveen en Eelde-Paterswolde. Eelde-Paterswolde is niet peilgestuurd. Het maaiveld ter plaatse van de woningen in Eelde is ten minste NAP +0,8 m. De droogleggingsdiepte voor de peilgestuurde gebieden in het peilgebied Spierveen is ten minste 1,9 m. De grondwaterstand in het noordwestelijk deel van Eelde fluctueert tussen NAP +0,1 en +1,75 m. Het maaiveld is daar ongeveer NAP +1,85 m. Ondanks de grote droogleggingsdiepte kan de grondwaterstand in natte periode tot kort onder het maaiveld staan. Uit de tijdreeksanalyse volgt bij een oppervlaktewaterstand van NAP +0,15 m een stijging van de grondwaterstand van 0,28 m. Volgend uit methode 2 is daarvan de invloed van de peilopzet gelijk aan 0,08 m. Gezien de afstand, maaiveldhoogte en bufferende tussenliggende watergangen is het waarschijnlijk dat de tijdreeksanalyse een overschatting geeft en dat het effect van de peilopzet bij Eelde zeer beperkt zal zijn.</p>

7

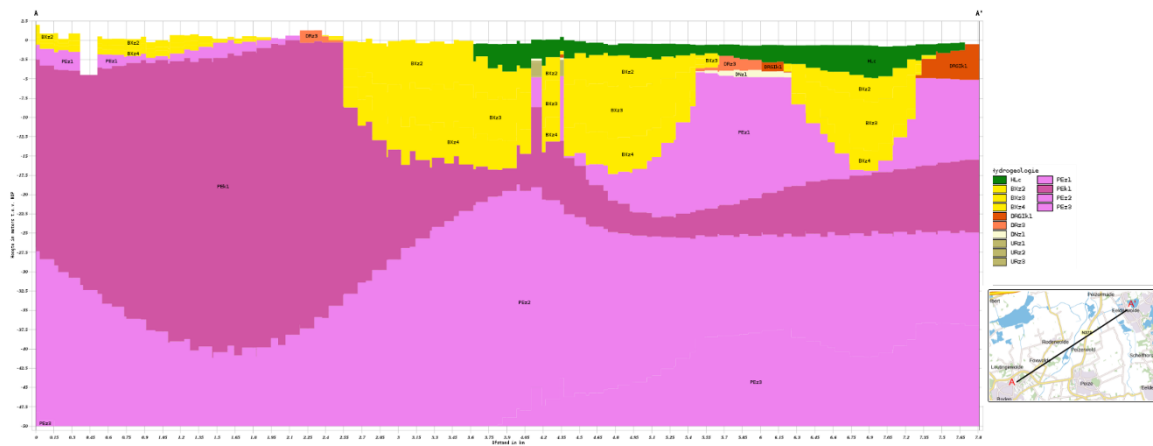
REFERENTIES

- 1 **Arcadis**. Maatregelenstudie Droge Voeten 2050. Apeldoorn: juni 2014.
- 2 **KWR**. Analyse grondwaterstanden Onlanden. Nieuwegein: juni 2016.
- 3 **Rijkswaterstaat**. Dataset: Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN4). ArcGIS. (Online) 2023.
<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=77da2e9eee8427aab2ac83b79097b1a>.
- 4 **TNO**. Ondergrondmodellen. DINOloket. (Online) 2023.
<https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/kaart>.
- 5 **Waterschap Noorderzijlvest**. Waterschapskaart. (Online 2023).
<https://geo.noorderzijlvest.nl/Geoweb/index.html?viewer=Waterschapskaart.Waterschapskaart>.
- 6 **Waterschap Noorderzijlvest**. Legger 2012. (Online 2023).
<https://geo.noorderzijlvest.nl/Geoweb/index.html?viewer=Leggers.Leggers>
- 7 **Waterschap Noorderzijlvest**. Wamportaal. Waterhoogte. (Online) 2023.
<https://wamportaal.noorderzijlvest.nl/wam>.
- 8 **Geologische Dienst Nederland**. Isohypsën. (Online) 2023. <https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld/>.
- 9 Kaartenportaal Drenthe. Kwel- en infiltratiegebied. (Online) 2023.
<https://kaartportaal.drenthe.nl/portal/apps/webappviewer/index.html?id=df1650fbe86d4b038d69a1af02a98207>.
- 10 **KNMI**. Dagwaarden neerslagstations: Eelde, Roden en Groningen. (Online) 2023.
<https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/monv/reeksen>.
- 11 **KNMI**. Dagwaarnemingen: referentiegewasverdamping weerstation Eelde. (Online) 2023.
<https://www.daggegevens.knmi.nl/klimatologie/daggegevens>.
- 12 Collenteur, R. A., Bakker, M. , Caljé, R. , Klop, S. A. and Schaars, F. (2019), Pastas: open source software for the analysis of groundwater time series. Groundwater, versie 0.18.

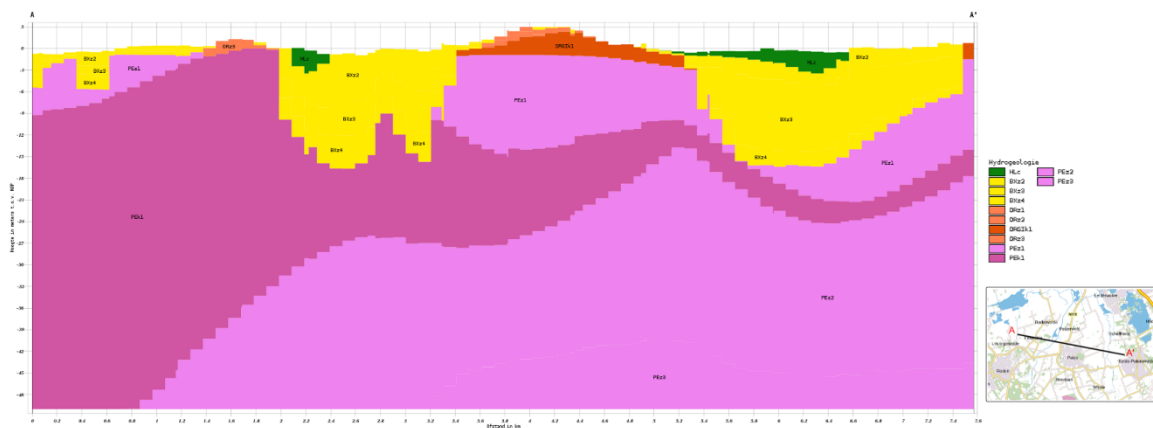
Bijlage(n)

BIJLAGE: REGIONALE GRONDOPBOUW

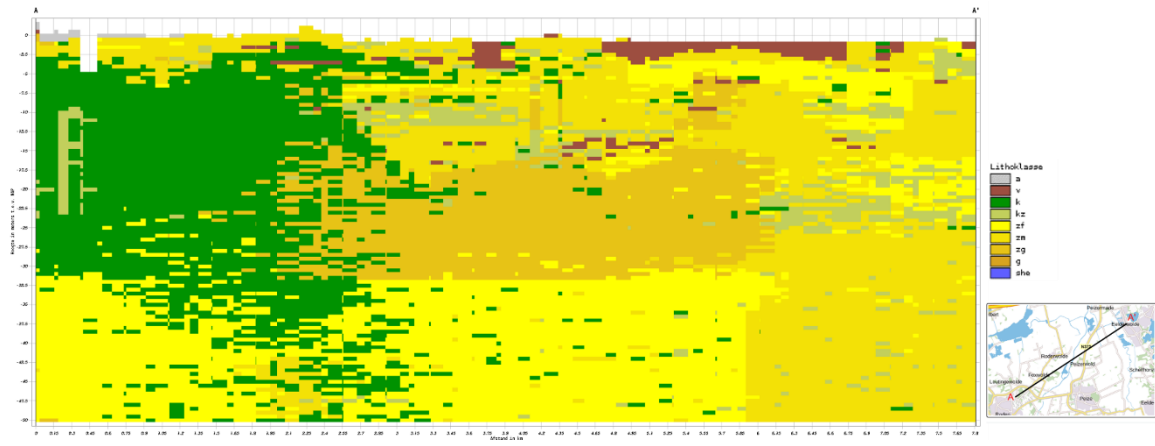
Afbeelding I.1 Regionale grondopbouw volgens REGIS v2.2 [ref. 4]



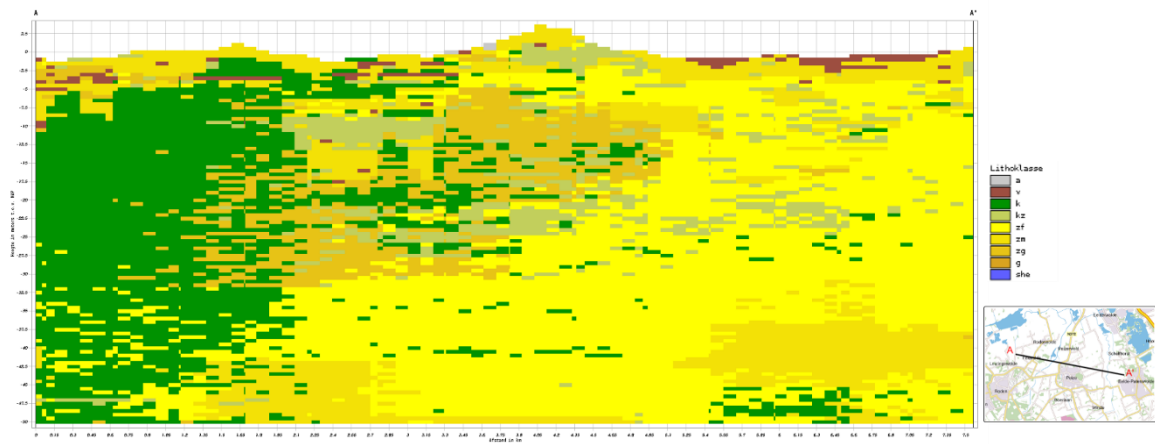
Afbeelding I.2 Regionale grondopbouw volgens REGIS v2.2 [ref.4]



Afbeelding I.3 Regionale grondopbouw volgens GeoTOP. V1.5 [ref. 4]



Afbeelding I.4 Regionale grondopbouw volgens GeoTOP v1.5 [ref. 4]





BIJLAGE: OPPERVLAKTEWATER MEETSTATIONS

Tabel II.1 Overzicht metingen oppervlaktewater meetstations

Locatie	Start meting	Einde meting	Hoogwater 2012 [J/N]	Hoogwater 2022 [J/N]
Bakkerslaan	30-09-2015	14-07-2022	N	J
Broekstukken	19-08-2012	20-02-2023	N	J
Doolhofsstuw	30-04-2014	20-02-2023	N	J
Eelderdiep	02-09-2015	20-02-2023	N	J
Langma	07-12-2014	20-02-2023	N	J
Leutingewolde	26-08-2008	20-02-2023	J	J
Matsloot	25-12-2002	20-02-2023	J	J
Peizerdiep	03-07-2014	20-02-2023	N	J
Rietwijk	13-01-2022	20-02-2023	N	J
Rodervaart	06-03-2003	20-02-2023	J	J
Sandebuurt	19-03-2003	20-02-2023	J	J
Schipsloot	03-07-2014	20-02-2023	N	J
Weehorst	25-06-1997	20-02-2023	J	J
Weringsestuw	25-11-2016	20-02-2023	N	J
Zanddijk	13-08-2012	20-02-2023	N	J
Zuidermaden	15-12-2014	20-02-2023	N	J



BIJLAGE: VERSCHIL TIJDREEKSMODEL EN NUMERIEK GRONDWATERMODEL

In deze bijlage is een korte toelichting gegeven in de verschillen tussen een tijdreeksmodel en numeriek grondwatermodel, wanneer deze worden gebruikt om het effect van een maatregel te beoordelen.

Tijdreeksmodel

Een tijdreeksmodel gebruikt een waargenomen grondwaterstand, en zoekt het verband tussen deze meetreeks en verklarende variabelen die worden ingevoerd. Verklarende variabelen zijn veelal neerslag, verdamping en bijvoorbeeld buitenwaterstanden en/of onttrekkingen. Via een staptrend kunnen ook wijzigingen van het systeem worden gemodelleerd. Het model gebruikt de hele meetperiode om de beste fit te vinden tussen de meetreeks, verklarende variabelen en de eventueel toegevoegde staptrend.

Een tijdreeksmodel bevat via de wiskundige parameters eigenschappen van het hydrologische systeem. Dat zijn waarden voor het hele systeem. Individuele parameters als de weerstand van de nabijgelegen waterloop volgen niet uit het tijdreeksmodel. Tegelijkertijd kunnen deze individuele parameters niet worden opgelegd aan het model.

De kwaliteit van een tijdreeksmodel moet worden beoordeeld voordat het resultaat wordt gebruikt. Een slechte fit kan komen doordat niet alle relevante parameters zijn toegevoegd, of doordat de grondwaterstand een lage of wisselende reactie heeft op de parameters. Bijvoorbeeld een peilbuis vlak bij een watergang die een lage correlatie heeft met neerslag of een onbekende onttrekking in de omgeving die invloed heeft gehad op de grondwaterstand. Daarnaast wordt ook een hydrologische beoordeling uitgevoerd. Hierbij wordt gekeken of de resultaten van het tijdreeksmodel hydrologisch verklaard kunnen worden, indien dit niet het geval is kan ook een tijdreeksmodel met een goede fit niet worden gebruikt. Een voorbeeld hiervan is dat ten gevolge van een positieve grondwateraanvulling de grondwaterstand omhoog moet gaan.

De invloed van een maatregel kan worden beoordeeld door een staptrend aan het model toe te voegen. Wanneer de maatregel samenvalt met andere ingrepen in het systeem, dan berekend de staptrend het cumulatieve effect. Het effect van losse maatregelen wordt niet bepaald. Het cumulatieve effect kan ook nul zijn, waardoor een tijdreeksmodel geen staptrend oplevert. Een staptrend kan daarbij alleen toenemen in grootte, niet afnemen. Dit gedrag hoeft niet noodzakelijkerwijs te passen bij het opgetreden hydrologische effect van een maatregel.

Numeriek grondwatermodel

Een numeriek grondwatermodel start als een lege blokkendoos. Elk blok geeft een stuk van de ondergrond weer, en krijgt eigenschappen over de doorlatendheid, grondwateraanvulling en bijvoorbeeld de aanwezigheid van oppervlaktewater of grondwateronttrekkingen.

De modelprestatie kan voor de huidige situatie worden beoordeeld door een bepaalde periode door te rekenen, en de berekende situatie te vergelijken met de situatie buiten. Hiervoor kunnen sets worden gebruikt als de waargenomen grondwaterstand, afvoeren van waterlopen of vegetatiekarteringen. Er zijn wiskundig gezien meerdere parametercombinaties mogelijk om tot dezelfde fit met de sets te komen. Het kan relevant zijn om de afhankelijkheden van modelparameters te onderzoeken.

Een grondwatermodel kan net als een tijdreeksmodel een slechte fit hebben. Dat kan eigenlijk alleen komen doordat niet alle relevante parameters zijn ingevoerd. In tegenstelling tot een tijdreeksmodel is een grondwatermodel wél in staat om een juiste grondwaterstand te berekenen voor locaties die een lage of wisselende reactie hebben op de parameters. Bijvoorbeeld een peilbuis vlak bij een watergang die een lage correlatie heeft met neerslag.

Met een grondwatermodel kan het effect van een ingreep worden berekend door de ingreep te modelleren op de plaats, tijd en relevante eigenschappen. Wanneer het model de huidige situatie betrouwbaar berekend, dan kan het effect van de ingreep worden berekend. Daarbij kan een bandbreedte worden berekend door de modelparameters te variëren. Het resultaat is een berekende grondwaterstand op een locatie, door de berekende ingreep.

IV

BIJLAGE: OVERZICHT PEILBUIZEN VOOR TIJDREEKSANALYSE

Tabel IV.1 Toepasbaarheid van tijdreeksanalyse voor de peilbuizen per locatie

Locatie	Peilbuizen	TRA toepasbaar	Jaartal TRA	Redenatie
Sandebuurt	B07C1735001_nzv	nee	-	geen data tijdens hoogwaterperiode
	P07C0016001_drenthe	ja	2022	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
	B07C0267001_nzv	ja	2022	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
	B07C1723001_nzv	ja	2012	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
	B07C1714001_nzv	ja	2022	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
Peize	B12A1734001_nzv	ja	2012	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
	B12A1736001_nzv	ja	2012	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
	B12A1739001_nzv	ja	2012	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
Ter Borch	B07D0494001	nee	-	geen data tijdens hoogwaterperiode
	B07D0494002	nee	-	geen data tijdens hoogwaterperiode
	B07D0503001	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
	B07D0503002	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
Zanddijk	B07D0498001	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
	B07D1894001_nzv	ja	2022	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
	Peilbuis001_nzv	ja	2022	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
Noorddijk	B12B0276001	nee	-	geen data tijdens hoogwaterperiode
	B12B0341001	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
	B12B0341002	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
	B12B1761002	nee	-	geen data tijdens hoogwaterperiode
	B12B1761001_drenthe	ja	2022	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
	B12B1648001_nzv	ja	2022	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
De Horst	B12B0343001	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
	B12B0343002	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode

Locatie	Peilbuizen	TRA toepasbaar	Jaartal TRA	Redenatie
	B12B1649001_nzv	nee	-	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode, echter de meetreeks wordt afgesneden op het maaiveld
Spierveen	B12B0370001	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
	B12B0371001	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
	B12B0371002	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
	B12B0372001	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
	B12B0372002	nee	-	lage meetfrequentie, geen meetpunten tijdens hoogwaterperiode
	B12B1643001_nzv	ja	2022	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
	B12B1644001_nzv	ja	2022	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode
	B12B1652001_nzv	ja	2022	aanwezige data tijdens hoogwaterperiode



BIJLAGE: RESULTATEN TIJDREEKSMODELLEN

De resultaten van de verschillende tijdreeksmodellen worden in deze bijlage gegeven. Om te begrijpen hoe deze resultaten gelezen dienen te worden volgt hier een korte uitleg.

Het tijdreeksmodel simuleert de grondwaterstand op basis van de verklarende variabele. In het groene vlak in afbeelding V.1 is de gemeten grondwaterstand weergegeven met zwarte punten en de gesimuleerde grondwaterstand is in blauw geplot. De verklaarde variantie geeft aan hoe veel variantie kan worden verklaard door het tijdreeksmodel. Wanneer het model meer dan 70 % verklaard spreken we van een betrouwbaar model.

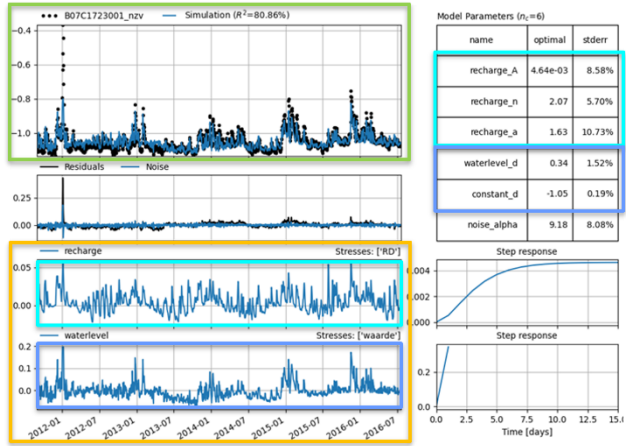
In het oranje vlak is de individuele bijdrage van de verschillende invloeden weergegeven. In het geval van deze studie bestaat deze data uit de recharge (neerslag - verdamping) en de oppervlaktewaterstanden. Op basis van deze data is de gesimuleerde grondwaterstand bepaald. Om te weten hoe deze data is verwerkt moet in de tabel aan de rechterzijde worden gekeken. In deze tabel zijn de geoptimaliseerde parameters van het tijdreeksmodel gegeven. Voor de recharge zijn drie parameters gebruikt en voor de oppervlaktewaterstand 2. De belangrijkste voor deze studie zijn de parameters voor de oppervlaktewaterstand, 'waterlevel_d' en 'constant_d'. 'waterlevel_d' geeft aan hoeveel de grondwaterstand zal toenemen wanneer de waterhoogte met 1 m stijgt. In dit geval zal de grondwaterstand toenemen met 0,34 m. 'constant_d' is een rest term en beschrijft de constante invloeden op het grondwatersysteem, zoals bijvoorbeeld de drainage basis, constante onttrekkingen of kwel. In een systeem zonder verdere externe invloeden is deze waarde (nagenoeg) gelijk aan het oppervlaktewaterpeil in het gebied. In de praktijk zijn er echter vaak variabele niet meegenomen in het model, waardoor de waarde kan afwijken van het oppervlaktewaterpeil.

Voor methode 2 is de oppervlaktewaterreeks nu gesplitst in twee input data reeksen. De eerste meetreeks bevat de natuurlijke oppervlaktewaterstand en de tweede meetreeks bevat enkel de hoogwaterpiek. De meetreeks van de hoogwaterpiek heeft buiten de periode van hoogwater een waarde van 0, omdat er dan geen sprake is van invloed op de grondwaterstand ten gevolge van het hoogwater. Zowel de input data van de natuurlijke oppervlaktewaterstand als de input data van de hoogwaterpiek resulteren in een waterlevel_d en constant_d waarde. De waarden van deze parameters zijn weergegeven in de tabel met geoptimaliseerde parameters. De waterlevel_d parameter van de meetreeks met de hoogwaterpiek is gebruikt om de invloed van de peilopzet te bepalen, door deze waarde te schalen naar een stijging van 0,35 m.

Afbeelding V.1 Uitleg overzicht voor de resultaten tijdreeksmodellen

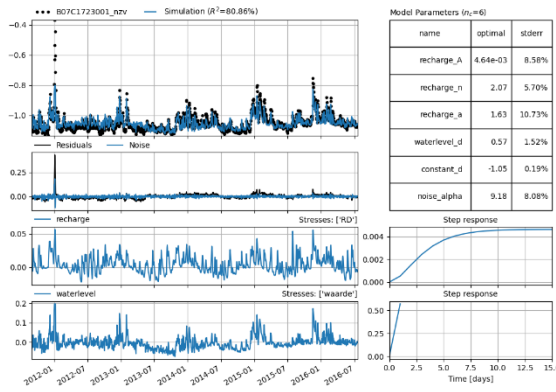
De gemeten (zwart) en gesimuleerde (blauw) grondwaterstanden

Input data:
 1. Recharge (neerslag – verdamping)
 2. oppervlaktewaterstanden

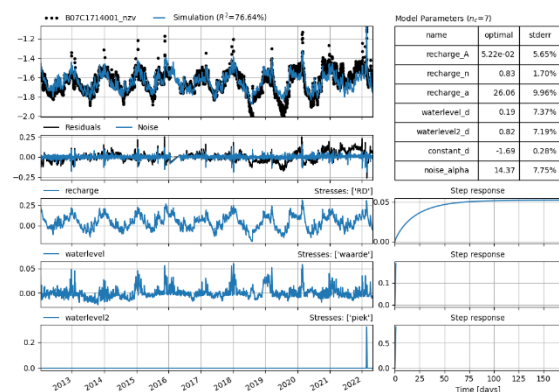
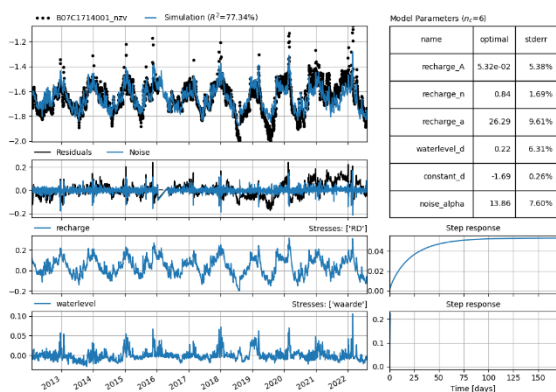
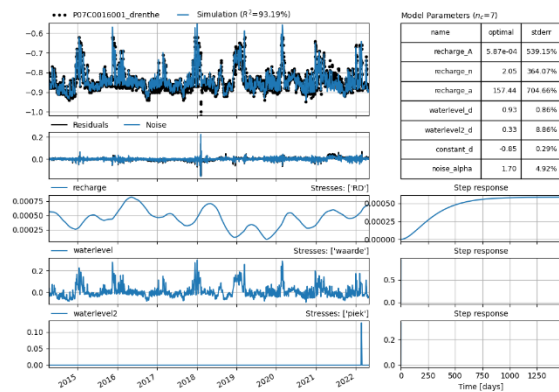
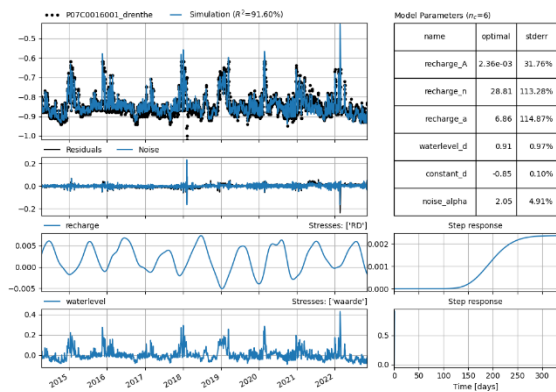
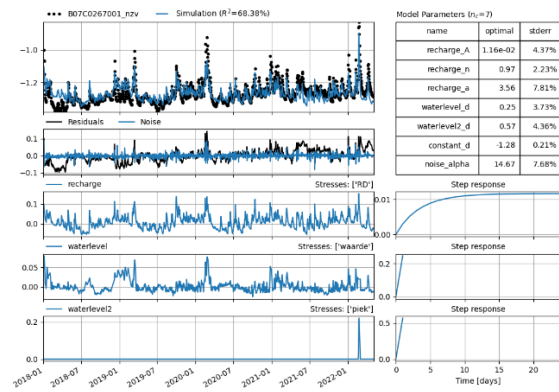
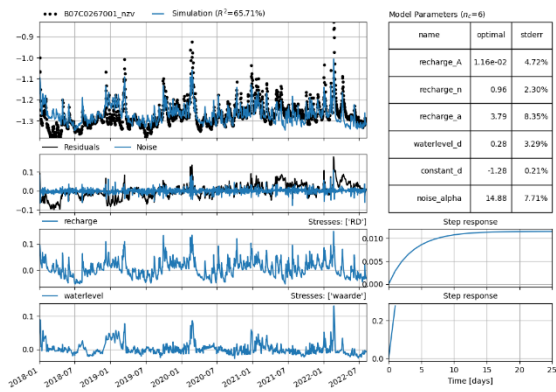
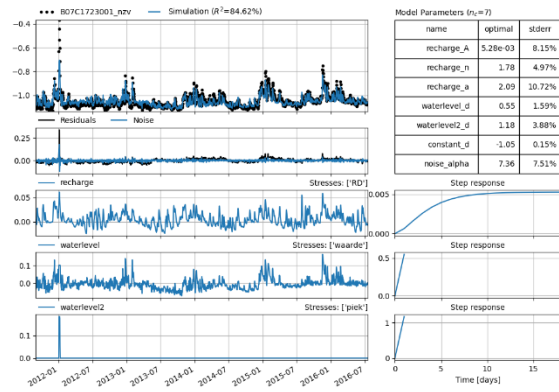


Verklarende werking van de input data

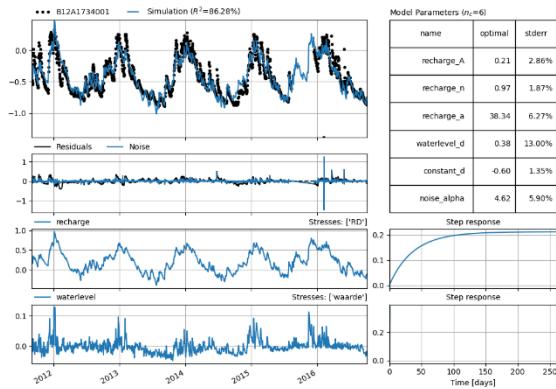
Sandbuur Methode 1



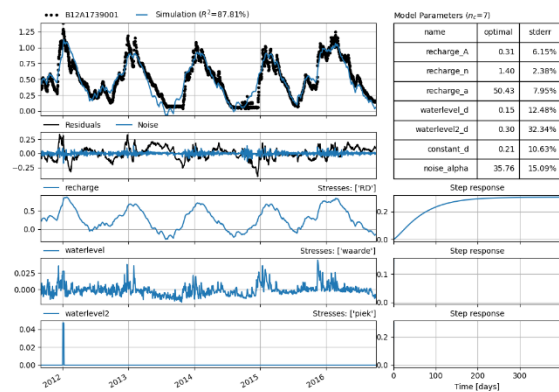
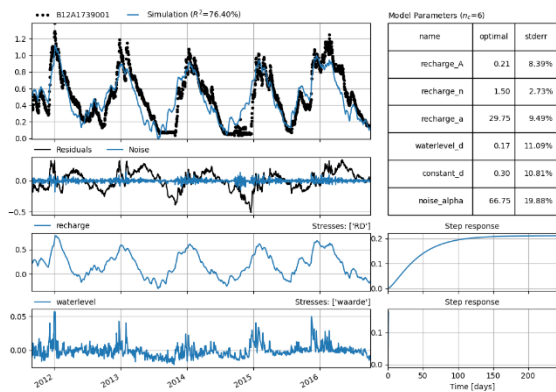
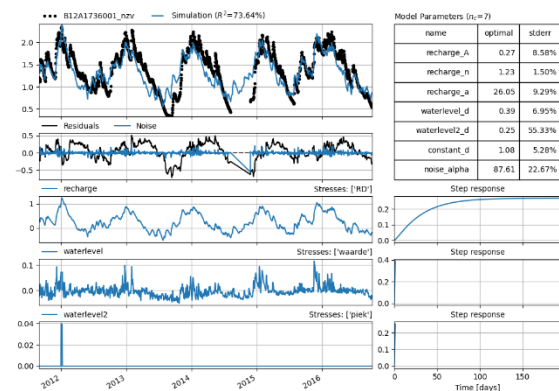
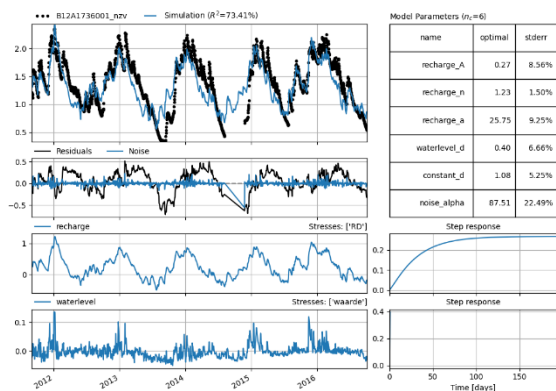
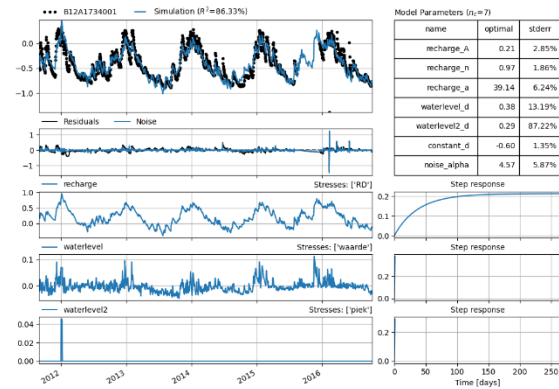
Methode 2



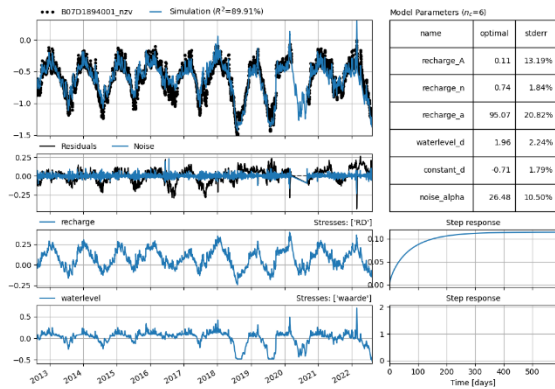
Peize
Methode 1



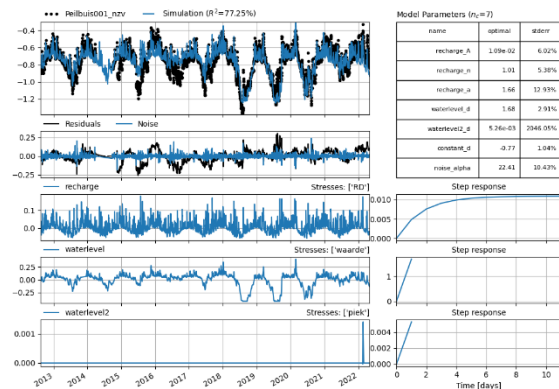
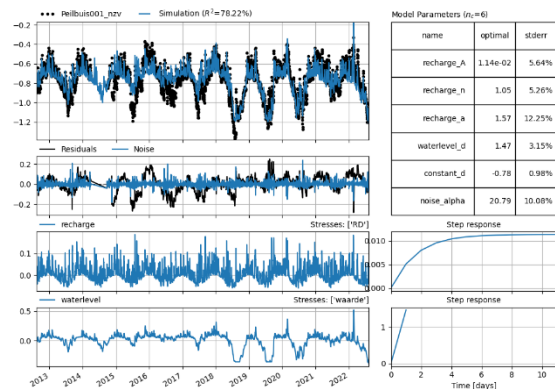
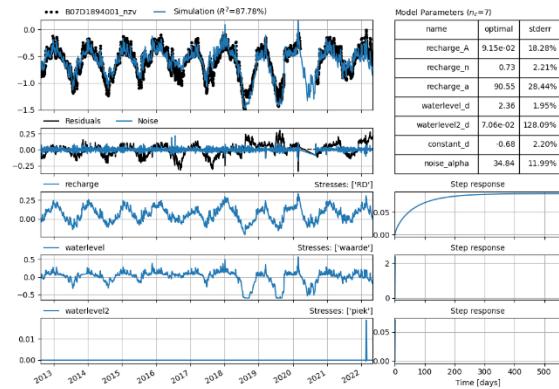
Methode 2



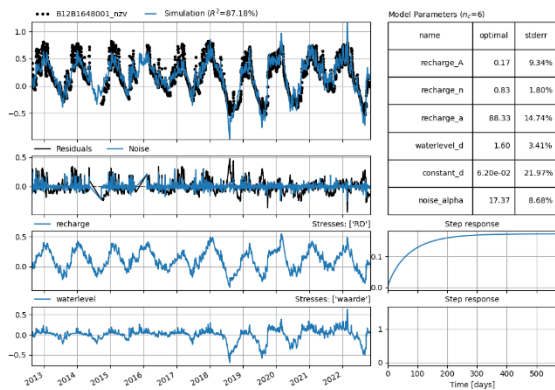
Zanddijk Methode 1



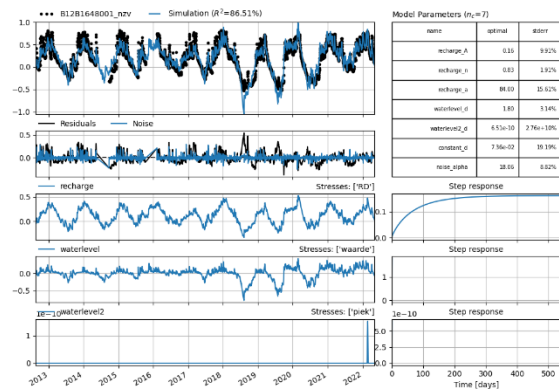
Methode 2

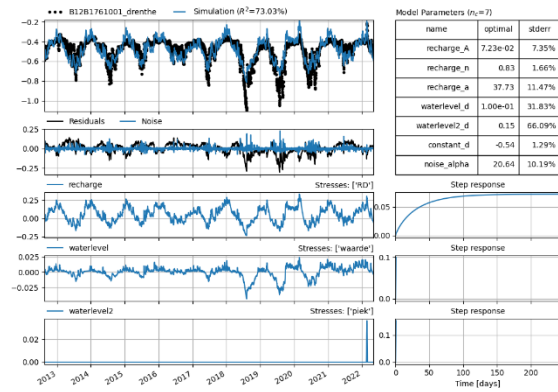
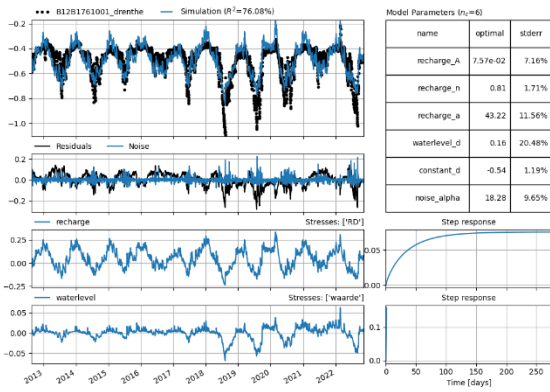


Noorddijk Methode 1



Methode 2





Spierveen Methode 1

