KORENBURGERVEEN

Geohydrologische effectenstudie

Waterschap Rijn en IJssel

10 SEPTEMBER 2018

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 4

1.1 Doel 4

1.2 Leeswijzer 4

2 WERKWIJZE 5

2.1 Modelkeuze 5

2.2 Modelopbouw 5

2.3 Modelcontrole 6

2.4 Inrichtingsmaatregelen 11

3 RESULTATEN 14

3.1 Huidige situatie 14

3.2 Inrichtingsplan 15

4 CONCLUSIES 23

BIJLAGEN

BIJLAGE A – VERGELIJKING MET VOORGAANDE MODELLEN 24

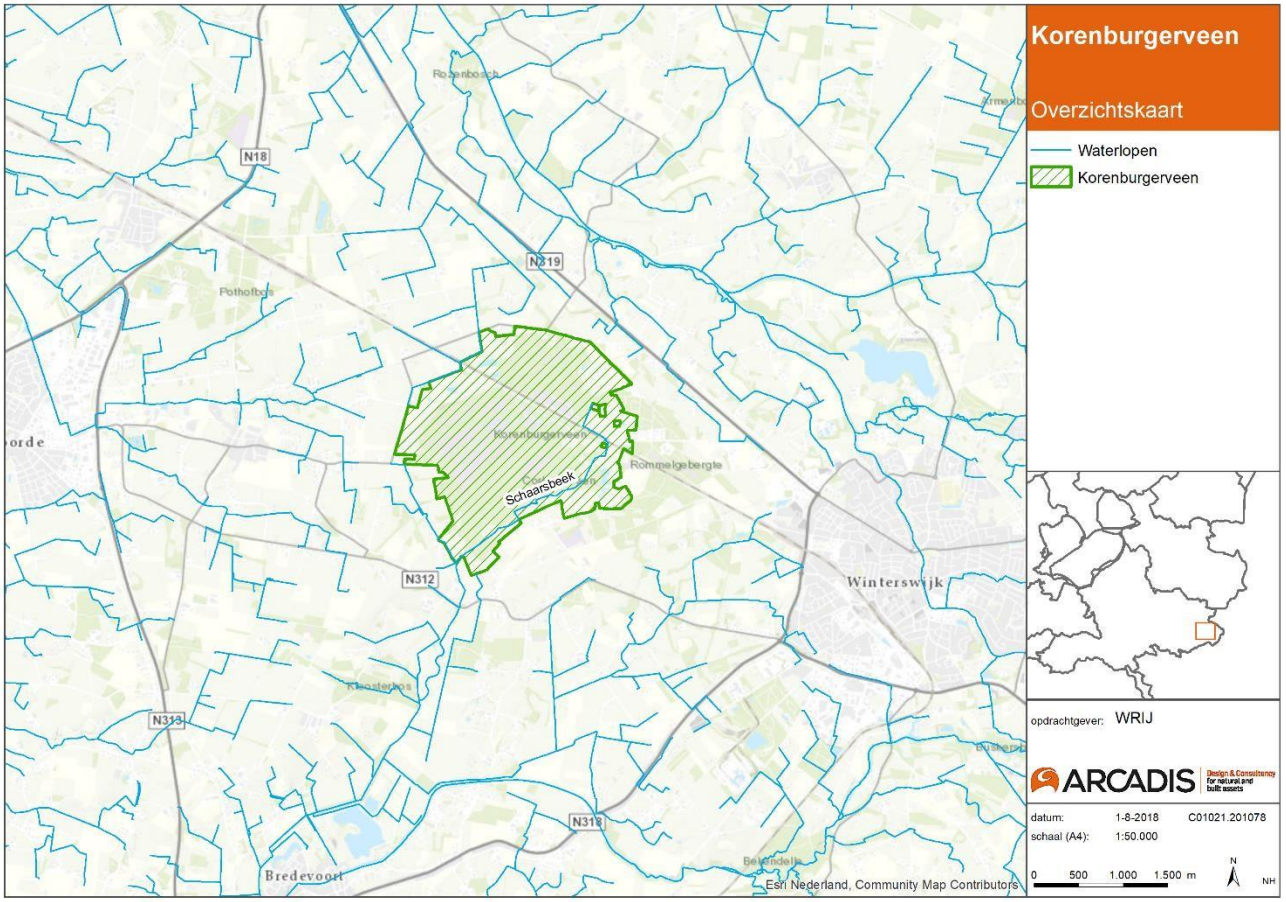
BIJLAGE B – KALIBRATIE 26

BIJLAGE C – GEVOELIGHEIDSANALYSE 28

BIJLAGE D – TIJDREEKSEN 31

1 INLEIDING

Momenteel wordt toegewerkt naar een definitieve inrichting van het Korenburgerveen en worden diverse maatregelen voorgenomen direct rondom dit N2000 gebied. De ligging van Korenburgerveen is zichtbaar in Kaart 1. In deze studie zijn de effecten van deze voorgenomen inrichtingsmaatregelen op het grondwater in beeld gebracht.



Kaart 1 – Overzichtskaart Korenburgerveen

1.1 Doel

Het doel van dit onderzoek is het kwantificeren van de verandering van de grondwaterstanden ten gevolge van de inrichtingsmaatregelen bij het Korenburgerveen. Deze inrichtingsmaatregelen worden toegelicht in hoofdstuk 2.4. De effecten zijn berekend met het AMIGO-grondwatermodel (versie 3.0), waarbij de volgende stappen zijn doorlopen:

- Beoordeling van de bruikbaarheid van AMIGO v3.0 op basis van GXG 's en tijdreeksen.
- Beoordeling van de interactie tussen het oppervlaktewatersysteem en het grondwatersysteem met behulp van een gevoeligheidsanalyse waarbij wordt gevarieerd in de drainageweerstand;
- Het uitvoeren van een scenarioberekening waarmee de verandering als gevolg van de voorgenomen maatregelen inzichtelijk wordt gemaakt.

1.2 Leeswijzer

In dit rapport worden alleen de werkwijze en resultaten besproken. De documentatie voor de kalibratie van het model en de gevoeligheidsanalyse van het watersysteem zijn toegevoegd aan de bijlage.

2 WERKWIJZE

Om de verandering van de grondwaterstanden door de inrichtingsmaatregelen te kwantificeren zijn de effecten doorgerekend met een grondwatermodel (AMIGO-versie 3.0).

2.1 Modelkeuze

In het verleden zijn diverse grondwatermodellen opgezet voor het Korenburgerveen. Gedurende het GGOR traject (2009-2010) is met twee modellen gerekend. Ten eerste het AMIGO-model (versie 2008) dat destijds net was opgeleverd, en ten tweede een bestaand MicroFEM-model dat de kern en de directe omgeving van het veengebied betreft.

Het AMIGO-model kent een regionaal karakter en is gebruikt om effecten van maatregelen die rondom het veen zijn gepland in kaart te brengen. Het MicroFEM model richt zich op de kern van het veengebied en omvat de schematisatie van de daarin aanwezige damwanden en watersysteem. Ook is in dit model specifiek aandacht besteed aan de schematisatie van de uitwisseling van het freatische grondwater (boven het veen) met het watervoerend pakket onder het veen.

Voor de modellering in dit onderzoek is voor het grondwatermodel AMIGO 3.0 gekozen. Dit model is nog niet officieel beschikbaar en is nog in ontwikkeling. Voordeel in de keuze voor het AMIGO 3.0 model, is dat het deelmodel van de huidige situatie voor Korenburgerveen na afronding in het AMIGO 3.0 model kan worden opgenomen. Ook blijft de detailmodellering toegankelijk voor toekomstige berekeningen.

Bij het gebruik van een model ligt de uitdaging erin om alle beschikbare informatie te gebruiken en de berekeningsresultaten zoveel mogelijk overeen te laten komen met gemeten waarden. Meetwaarden beschrijven immers het daadwerkelijke gedrag van een watersysteem. Om deze reden is het ook minder zinvol om de modelresultaten onderling met elkaar te vergelijken. Daarom is het AMIGO 3.0 model voor Korenburgerveen beoordeeld aan de hand van metingen in het gebied. Een beschrijving van de verschillen met vorige studies is wel Bijlage A toegevoegd.

2.2 Modelopbouw

Bij de start van het voorliggende onderzoek, was een niet-gekalibreerde versie van AMIGO 3.0 beschikbaar. Dit model is lokaal verfijnd op basis van gegevens van Waterschap Rijn en IJssel en Natuurmonumenten en gegevens uit het MicroFEM model:

Gegevens van Natuurmonumenten

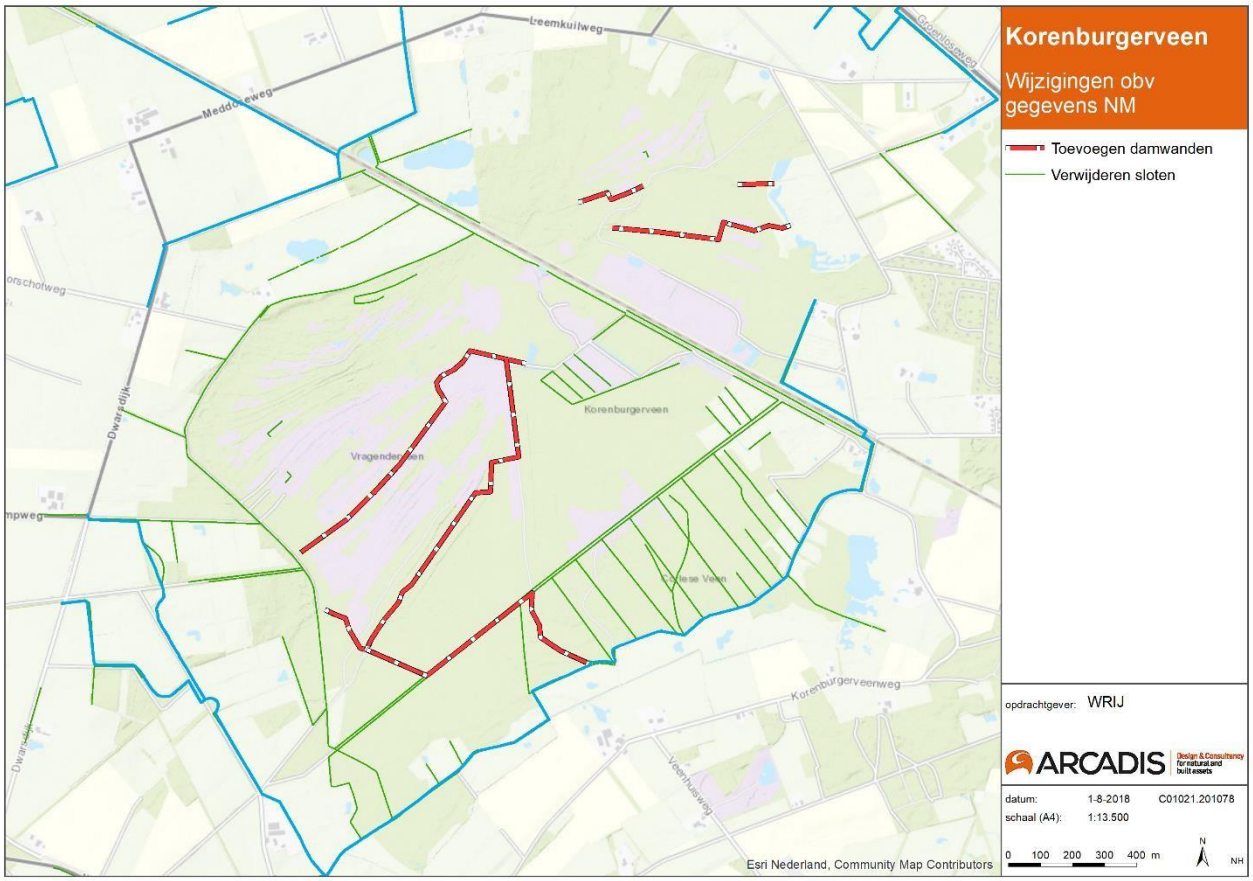
In het Korenburgerveen zijn in het verleden diverse damwanden geplaatst. Deze damwanden hebben een diepte van 3 à 4 meter, waarmee ze het freatisch pakket afsluiten tot aan het veenpakket. De ligging is overgenomen uit de uitwerking van de tweede fase inrichtingsplan Korenburgerveen[1]. Diverse stuwtjes in deze damwanden zorgen tevens voor een indeling in peilvakken van het Korenburgerveen. Deze indeling in peilvakken is overgenomen en toegevoegd aan het model als vlakdekkende drains. Op deze manier wordt de overloop van de stuwen ook gemodelleerd in het grondwatermodel.

Ongeveer 6 jaar geleden zijn diverse sloten en greppels in het Korenburgerveen gedempt. Overige waterlopen zijn in de jaren daarna via een natuurlijk proces verland. Deze waterlopen en de damwanden zijn weergegeven in Kaart 2.

Gegevens van Waterschap Rijn en IJssel

De Parralelsloot en Schaarsbeek zijn door Eelerwoude in juni 2018 opnieuw ingemeten. Deze gegevens zijn gebruikt om de invoer in het grondwatermodel te actualiseren, zodat het model uitgaat van de meest actuele gegevens. De slibdikte in de Schaarsbeek is gebruikt om de weerstand in deze beek te bepalen. Deze dikte varieert tussen de 20 en 30 centimeter met uitschieters van een meter. Voor deze sliblaag is een weerstand van 0.1 m/d aangehouden.

1 - Nadere uitwerking tweede fase inrichtingsplan Korenburgerveen (Conceptrapport) – Bell Hullenaar – dd oktober 2017



Kaart 2 - Wijzigingen op basis van de aangeleverde gegevens van Natuurmonumenten

Gegevens uit het MicroFEM model

Bij de opbouw van het MicroFEM model is specifiek aandacht besteedt aan de schematisatie van het veenpakket in het Korenburgerveen. De veenlaag en onderliggende gyttja laag ontbreken in het AMIGO 3.0 model. Deze zijn daarom overgenomen uit het MicroFEM model en toegevoegd aan het Korenburgerveen deelmodel van AMIGO met dezelfde doorlatendheden, weerstanden en (freatische) bergingscoëfficiënten.

Kalibratie en gevoeligheidsanalyse

Om het model te verbeteren is een kalibratie uitgevoerd op de doorlatendheden van de verschillende watervoerende pakketten. De modelkalibratie is uitgewerkt in Bijlage B. Tevens is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op het oppervlaktewatersysteem, uitgewerkt in Bijlage C.

2.3 Modelcontrole

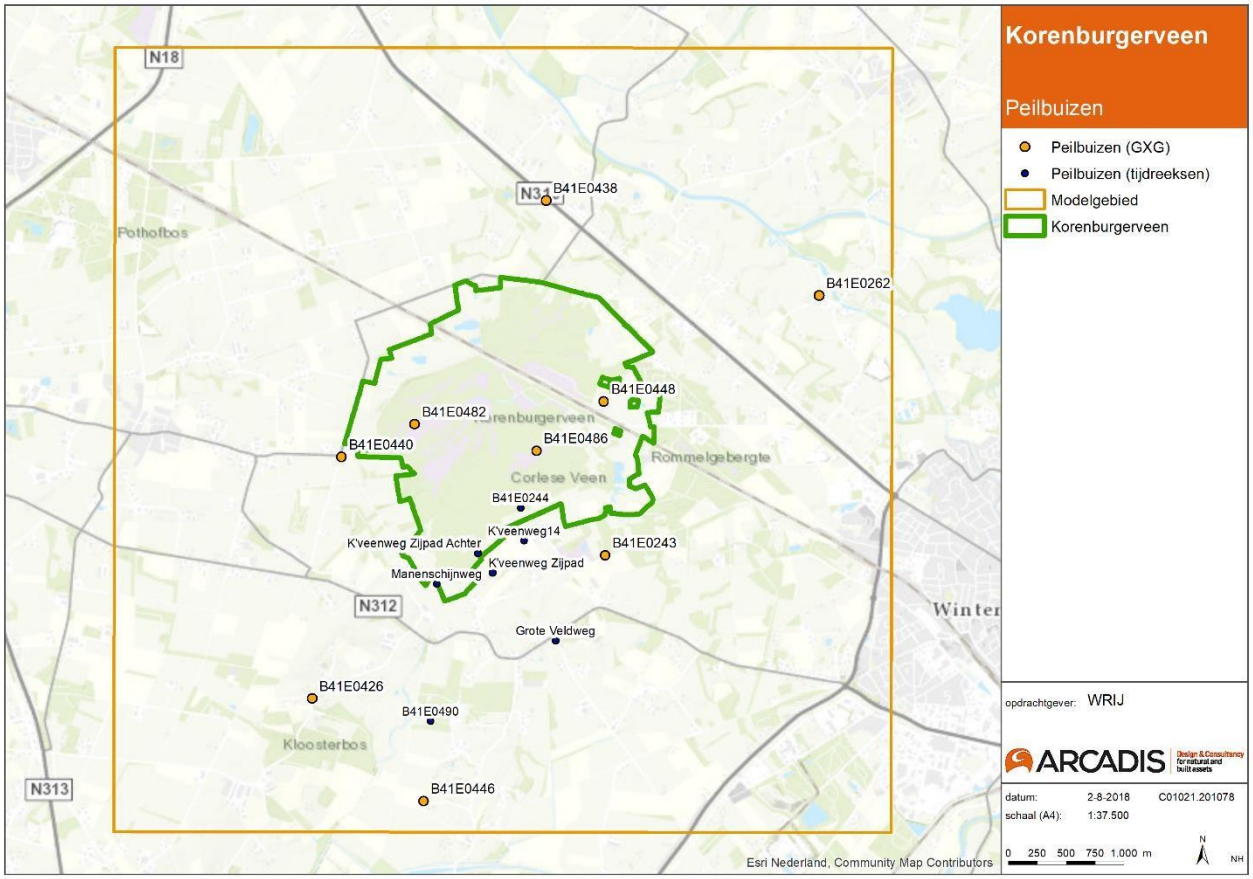
Na de bovengenoemde gevoeligheidsanalyse en kalibratie is een evaluatie uitgevoerd van het model aan de hand van de beschikbare peilbuizen in en nabij het Korenburgerveen en overige peilbuizen in het modelgebied (Kaart 3). Binnen de evaluatie is een tweetal beoordelingen uitgevoerd:

- Beoordeling op dynamiek (GXG);
- Beoordeling op tijdreeksen.

AMIGO v3.0 berekent de stijghoogtes voor de periode 2004 t/m 2016. De beoordeling vindt plaats over de 8 hydrologische jaren 2008 t/m 2016. De periode die hieraan voorafgaat (1 januari 2004 t/m 31 maart 2008) wordt gezien als inloopperiode voor het grondwatermodel.

In het modelgebied bevinden zich 9 peilbuizen die direct gebruikt kunnen worden voor de modelcontrole op basis van GXG in dezelfde tijdsperiode. Nog 7 andere peilbuizen hebben te veel gaten of te weinig overlap, voor deze peilbuizen zijn de gemeten tijdreeksen vergeleken met het model om een indruk te krijgen van de

kwaliteit van het model. Vijf van deze peilbuizen behoren tot het meetnet van Waterschap Rijn en IJssel om de effecten van de inrichtingsmaatregelen op de grondwaterstand te monitoren. Een overzicht van al deze peilbuizen is weergegeven in Kaart 3.



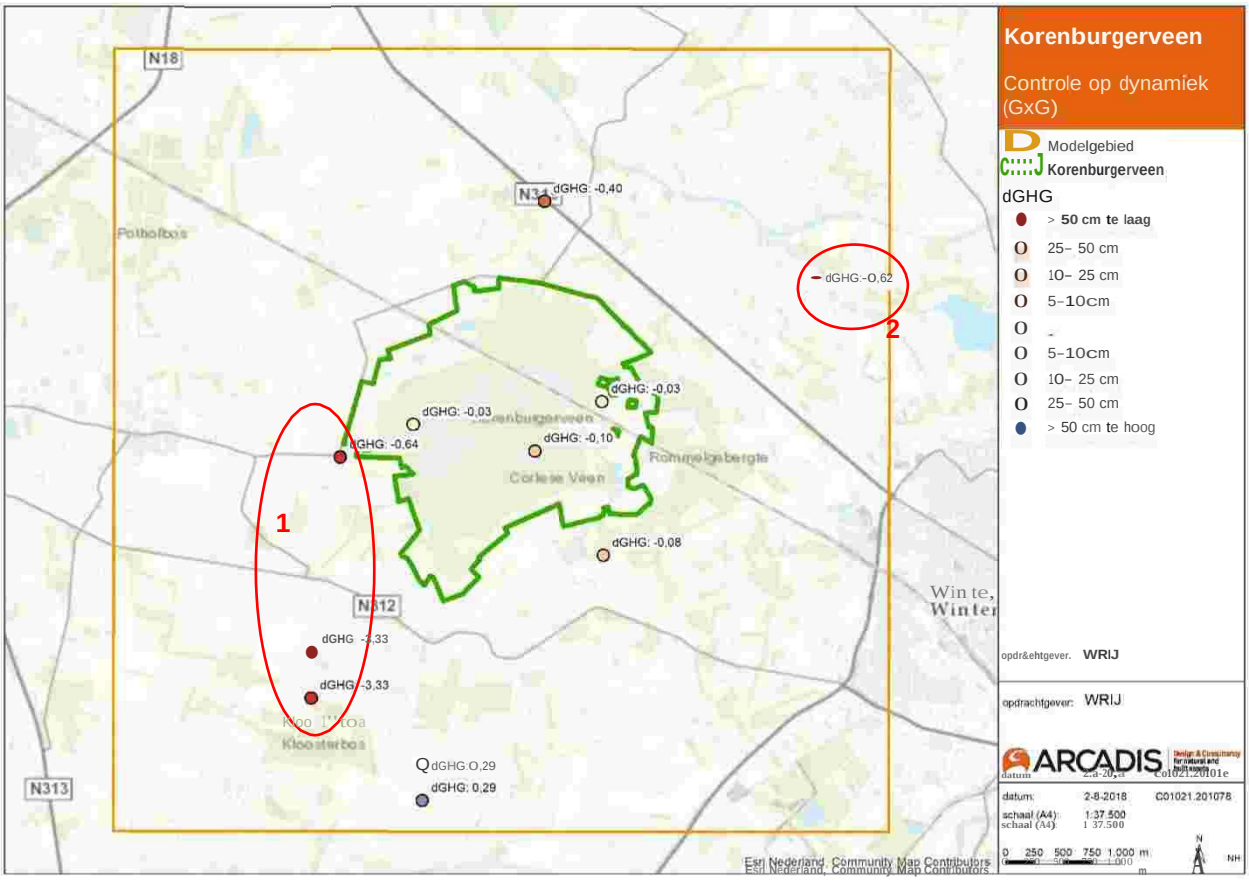
Kaart 3 - Overzicht peilbuizen in het modelgebied

Beoordeling op dynamiek (GXG)

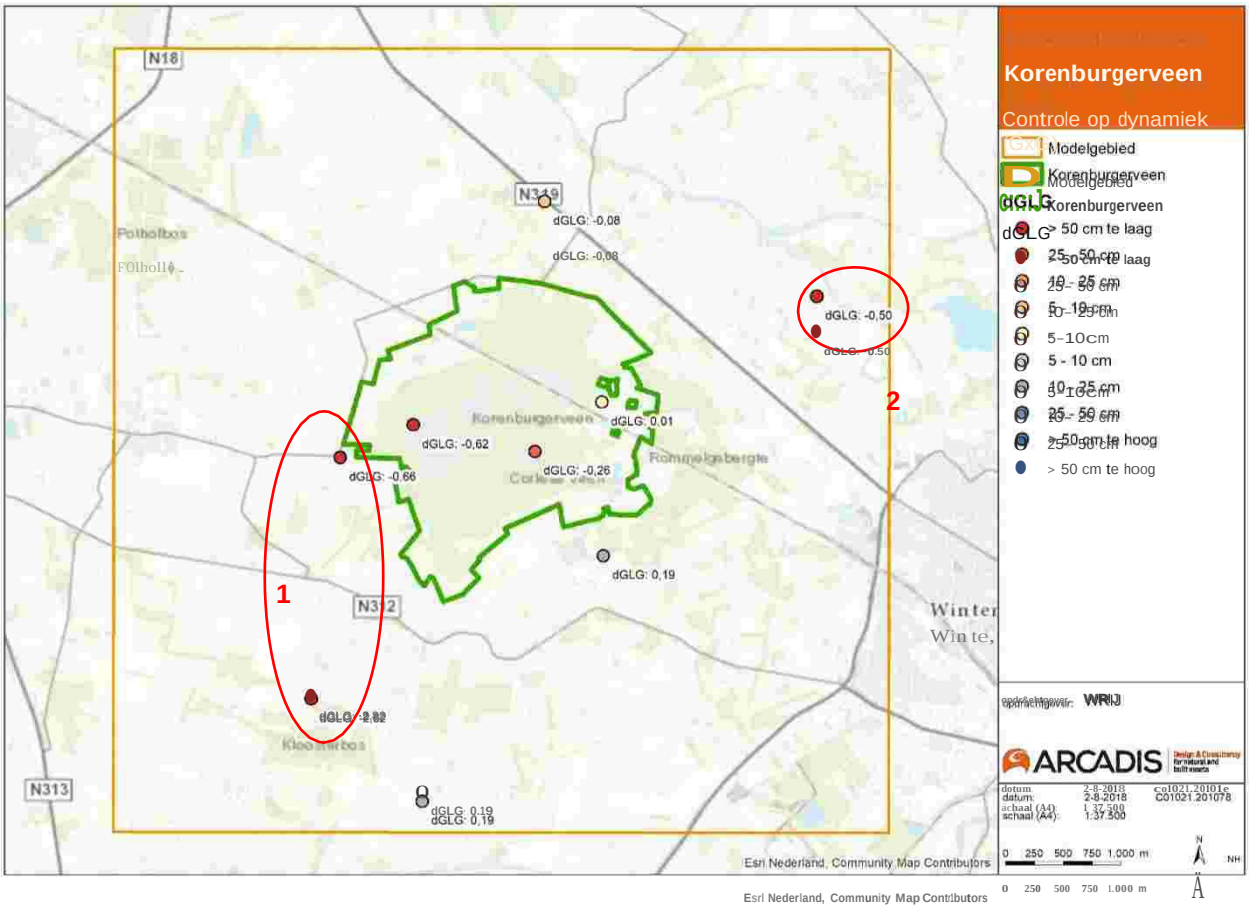
De berekende GXG 's zijn vergeleken met de GxG's van de beschikbare grondwaterstandsmetingen. Het resultaat is weergegeven in Kaart 4 (GHG) en Kaart 5 (GLG). Gemiddeld gezien is het model iets te droog bij de GHG en de GLG (rode kleuren). Voornamelijk bij de GLG zijn enkele (sterk) afwijkende locaties te zien (rood omcirkeld). De onderstaande nummers bij de toelichting komen overeen met de nummering in kaart 4 en 5.

1. Bij de twee aangegeven meetpunten (B41E440, B41E0426) wordt zowel de GHG als GLG te laag berekend in het model. Beide meetpunten bevinden zich in een relatief dun watervoerend pakket (behorende tot de Formatie van Sterksel) en zijn gelegen in een hoger gelegen gebied, buiten de lagergelegen smeltwater afzettingen waarin het Korenburgerveen zich bevindt. Een oorzaak van de onderschatting van de grondwaterstanden kan liggen in een (te) hoge doorlatendheid. In de kalibratie (Bijlage AB) staat de afweging voor deze doorlatendheid beschreven.
2. In het oosten van het modelgebied wordt peilbuis B41E0262 ook te laag berekend. Deze peilbuis staat naast de Groenlose Slinge. Onder deze rivier bevindt zich een holocene zandafzetting, die in de rest van het model niet voorkomt. De doorlatendheid van het holocene watervoerend pakket is waarschijnlijk iets te hoog. Dit pakket komt alleen voor langs deze rivier.

Voor alle drie bovengenoemde meetpunten geldt dat ze relatief ver afliggen van de inrichtingsmaatregelen, in geohydrologische pakketten die niet direct aaneengesloten zijn met het Korenburgerveen. Een afwijking in deze pakketten zal daarom een klein tot verwaarloosbaar verschil geven in de effectberekeningen.
Zonder de hierboven genoemde peilbuizen bedraagt de gemiddelde afwijking van de GHG 6 cm. De GLG wijkt gemiddeld 9 cm af van de metingen.



Kaart 4 – Afwijking in Gemiddeld Hoogste Grondwaterstanden (GHG) in het basismodel ten opzichte van metingen

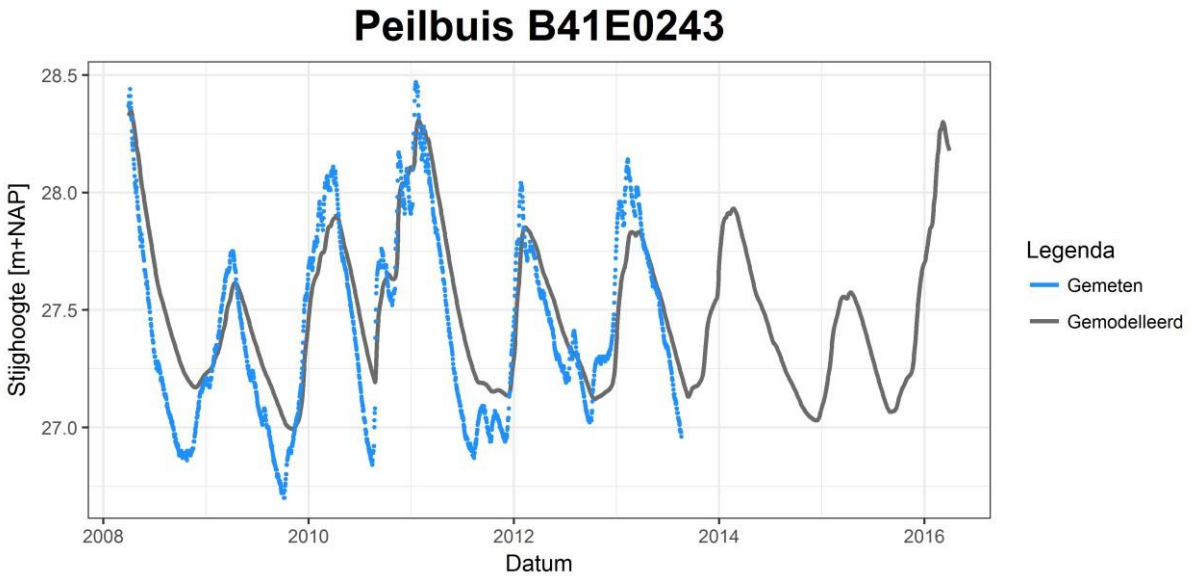


Kaart 5 – Afwijking in Gemiddeld Hoogste Grondwaterstanden (GLG) in het basismodel ten opzichte van metingen

Beoordeling op tijdreeksen

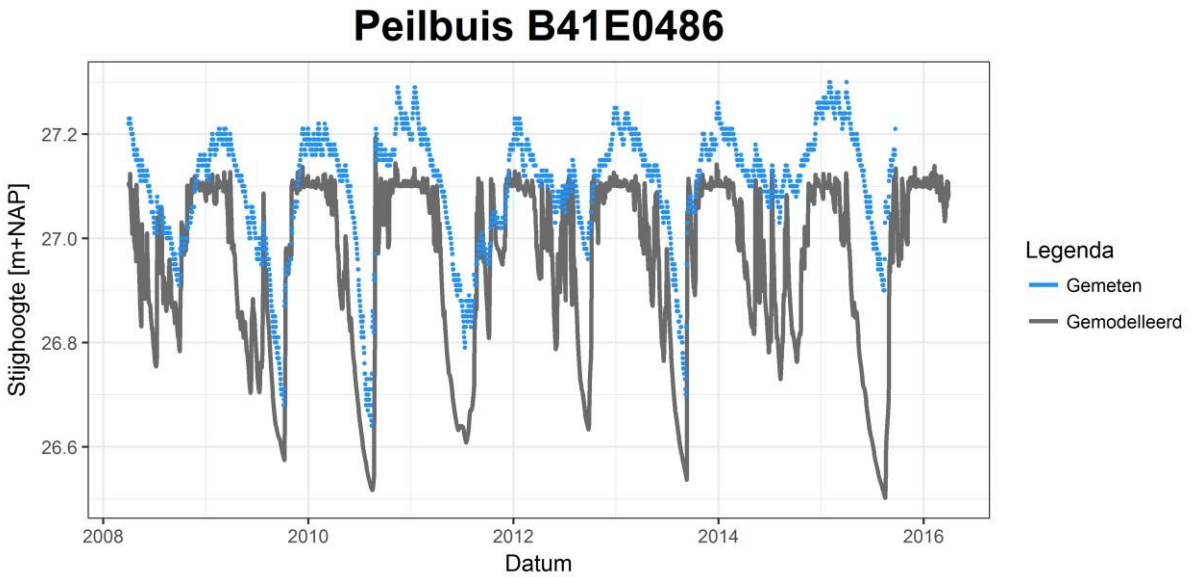
Naast de beoordeling van de dynamiek (GXG) is de kwaliteit van het model ook beoordeeld op basis van tijdreeksen. Hieronder zijn 5 tijdreeksen weergegeven die dusdanig zijn gekozen dat een ruimtelijk dekkend beeld wordt verkregen (zie Kaart 3). De overige tijdreeksen, waaronder de peilbuizen van het monitoringssysteem, zijn opgenomen in 0.

Peilbuis B41E0243 bevindt zich direct ten zuiden van het gebied waar de inrichtingsmaatregelen genomen gaan worden. In Figuur 1 is zichtbaar dat het model de dynamiek licht onderschat, maar dat de timing van de pieken wel goed wordt berekend.



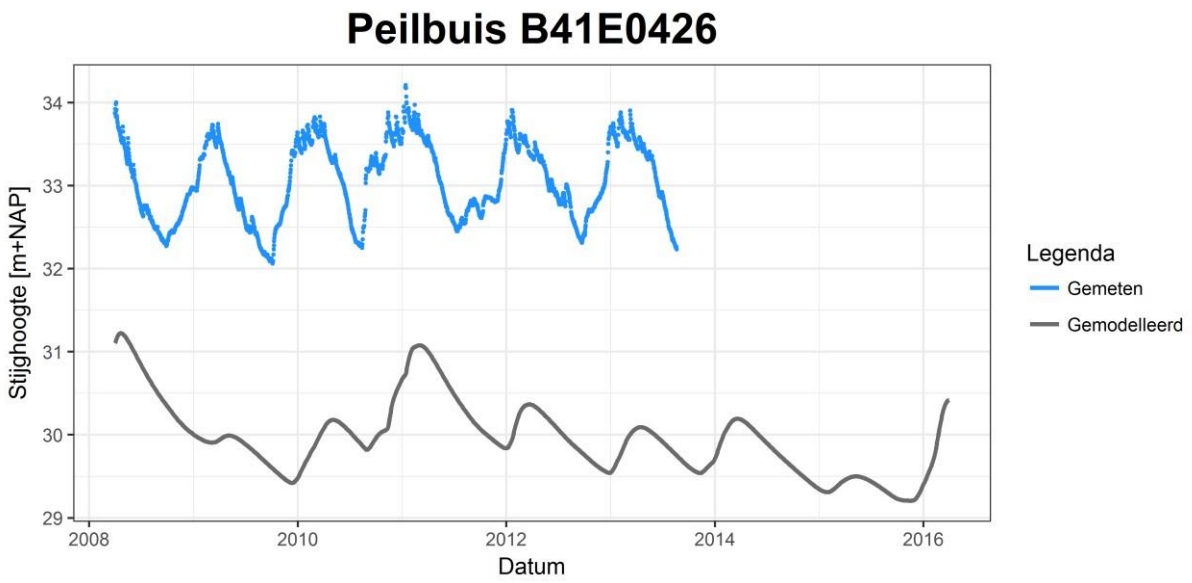
Figuur 1 - Tijdreeks peilbuis B41E0243

Peilbuis B41E0486 bevindt zich in het veen ten noorden van het gebied waar de inrichtingsmaatregelen genomen gaan worden. In de winter wordt het peil hier bepaald door diverse overlaten en stuwen in het gebied. De berekende grondwaterstanden in de winter zijn ongeveer 10 centimeter lager dan de meting. Dit betekent dat het opgegeven peil in het grondwatermodel waarschijnlijk iets lager ligt dan de werkelijke situatie. Daarnaast laat het model de grondwaterstand verder uitzakken in de zomer. De timing van de toename wat de waterstand tot het maximale niveau is in het model vergelijkbaar met de meting.



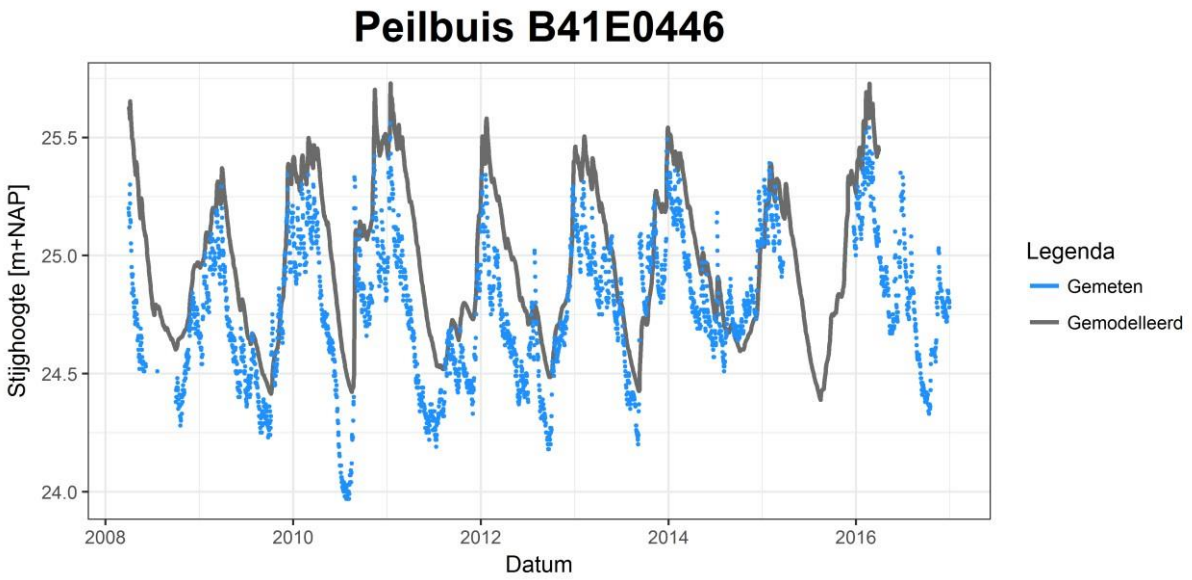
Figuur 2 - Tijdreeks peilbuis B41E0486

Zoals aangegeven in de beoordeling van de dynamiek (GxG's) zijn de gemodelleerde stijghoogten in Peilbuis B41E0426 veel lager dan gemeten. Dit meetpunt bevindt zich in een relatief dun watervoerend pakket (behorende tot de Formatie van Sterksel) gelegen in een hoger gelegen gebied, buiten de lagergelegen smeltwaterafzettingen waarin het Korenburgerveen zich bevindt. Vanwege de afstand tot de projectlocatie geeft deze afwijking een klein tot verwaarloosbaar verschil geven in de effectberekeningen.



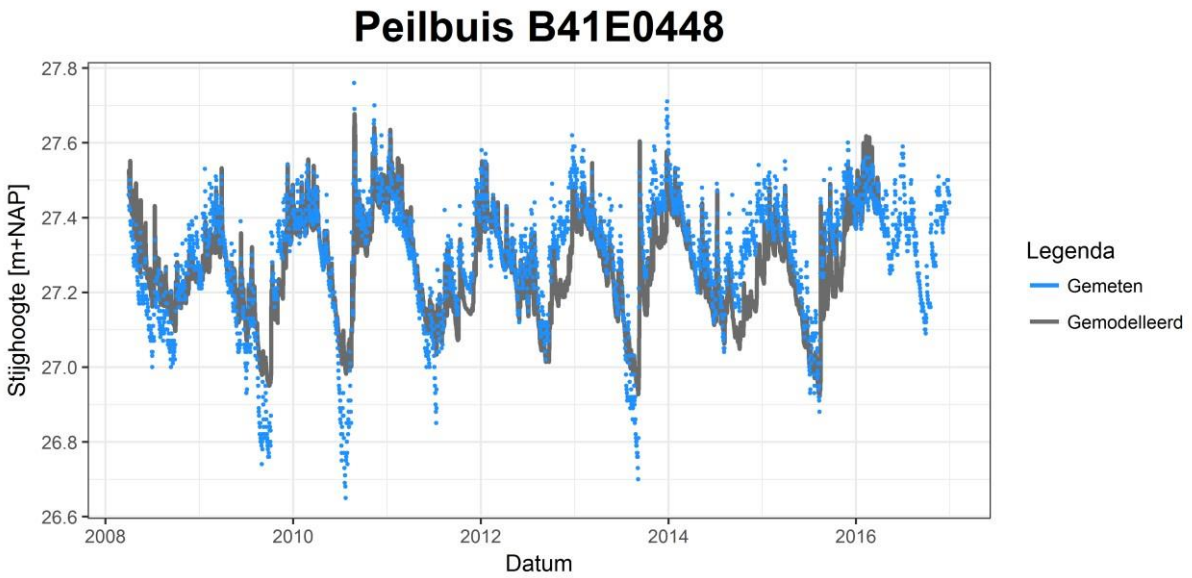
Figuur 3 - Tijdreeks peilbuis B41E0426

Peilbuis B41E0446 wordt direct beïnvloed door de drinkwaterwinning Corle van Vitens. Het model berekent de stijghoogtes iets hoger dan gemeten. Maar over het algemeen komt de stijghoogte naar benadering overeen met de metingen en wordt de dynamiek relatief goed gesimuleerd door het model.



Figuur 4 - Tijdreeks peilbuis B41E446

Peilbuis B41E0448 bevindt zich ten noorden van het spoor, bij de percelen waar maatregelen worden genomen. Hier lopen de gemeten en gemodelleerde tijdreeksen bijna 1 op 1.



Figuur 5 - Tijdreeks peilbuis B41E0448

Conclusie

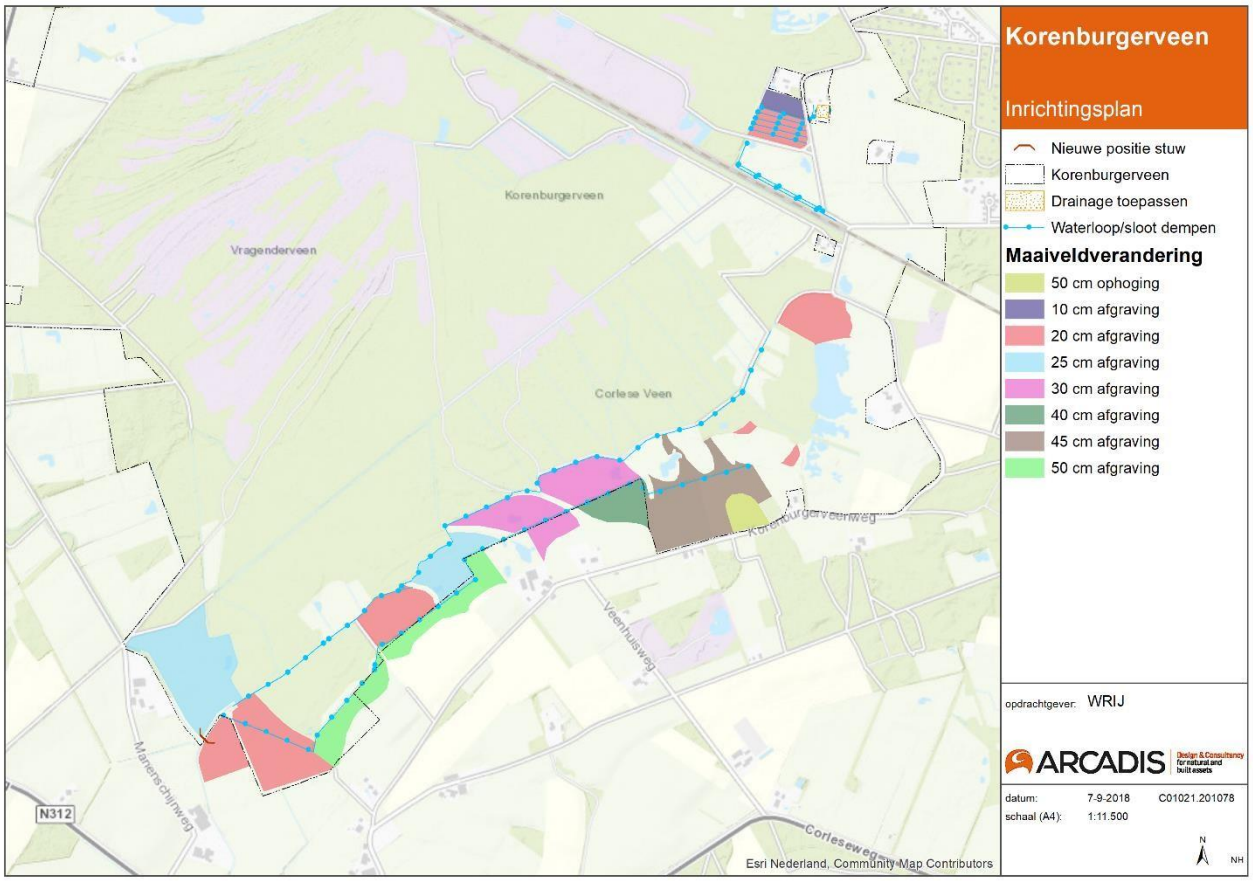
Het model presteert rondom het interessegebied goed (GxG afwijking <10 cm), ook met betrekking tot de peilbuizen van het monitoringssysteem (zie Bijlage B). Op enige afstand van Korenburgerveen worden de stijghoogtes met een grotere afwijking berekend. Op basis van de GxG's en tijdreeksen rond het interessegebied wordt het model goed genoeg geacht voor het bepalen van de effecten van de inrichtingsmaatregelen. Daarnaast is vooral de verandering van de grondwaterstand als gevolg van de maatregelen van belang in plaats van de absolute grondwaterstand (welke reeds bekend is op basis van de meetgegevens). Door de berekende verschillen te relateren aan de gemeten waarden kan een goede inschatting worden verkregen van eventuele effecten.

2.4 Inrichtingsmaatregelen

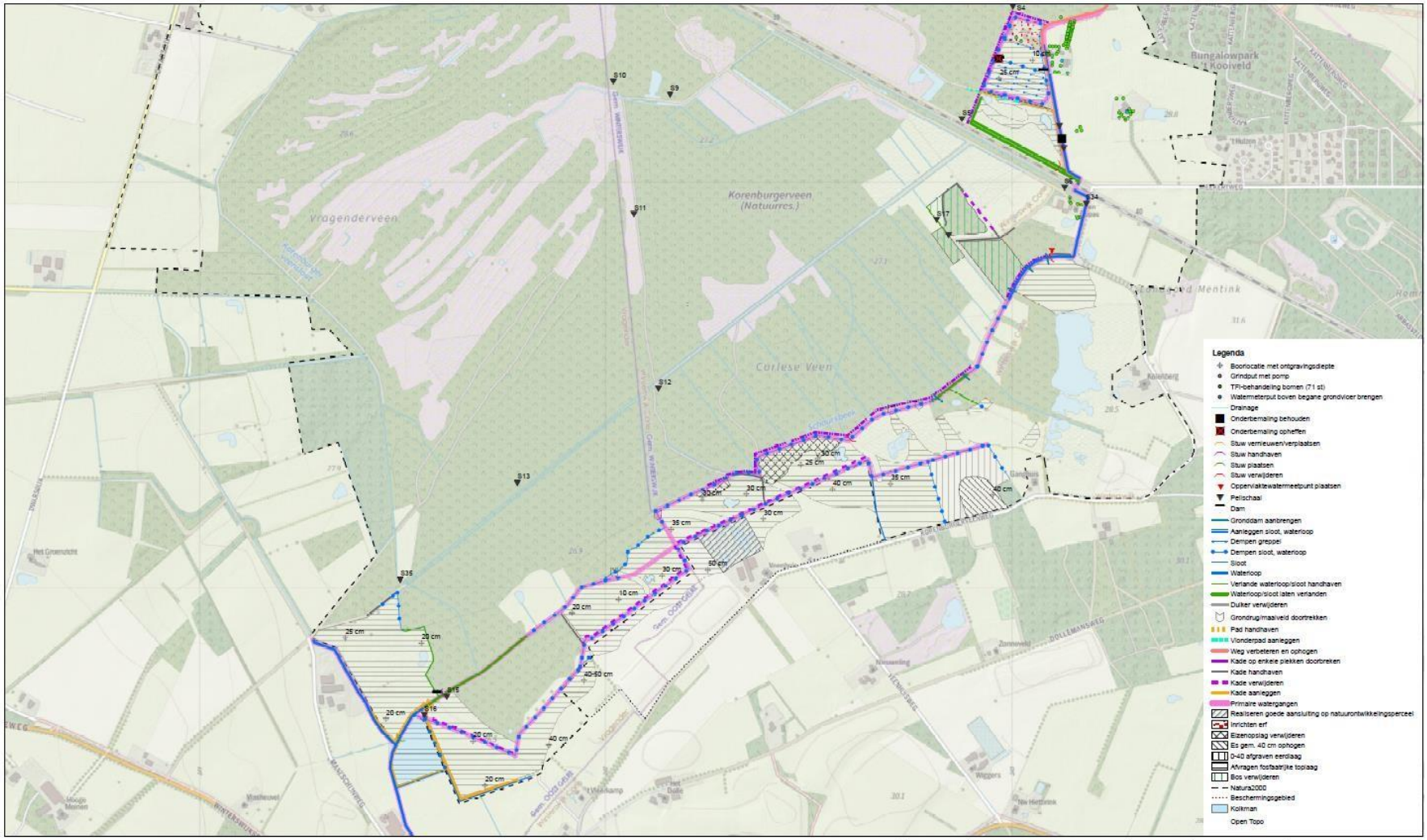
Vrijwel alle inrichtingsmaatregelen zijn gericht op het vernatten van het zuidelijke en oostelijke deel van het N2000 gebied Korenburgerveen. Een overzicht van alle maatregelen is weergegeven in Kaart 7. Hieronder staan de maatregelen benoemd waarbij effecten op de grondwaterstand of de ontwateringsituatie worden verwacht, tevens weergegeven in Kaart 6.

- Verhogen es (ten hoogte van de Korenburgerveenweg 11);
- Dempen (delen van) Schaarsbeek, Parallelsloot en overige greppels;
- In benedenstroomse richting verplaatsen stuw Schaarsbeek (nabij het lozingspunt);
- Verwijderen drainage (ten hoogte van de Kooiveldweg);
- Drainage toepassen bij Meekertweg 14I te Winterswijk;
- Afgraven eerdlaag en fosfaatrijke toplaag;

Bij het afgraven van het maaiveld worden voornamelijk de hoge koppen weggehaald. Het is echter niet wenselijk dat het maaiveld verlaagd wordt tot onder de grondwaterstand. Dat zou de grondwaterstanden namelijk naar beneden halen en de vernattingsmaatregelen tegengaan. Daarom zijn de afgravingen in het grondwatermodel geschematiseerd als een afgraving tot 5 centimeter boven de oorspronkelijke GHG (basismodel) met een maximale afgraving zoals weergegeven in Kaart 6.



Kaart 6 - Inrichtingsmaatregelen met een potentieel effect op de grondwaterstand of ontwateringssituatie



N 0 125 250 500 Meters

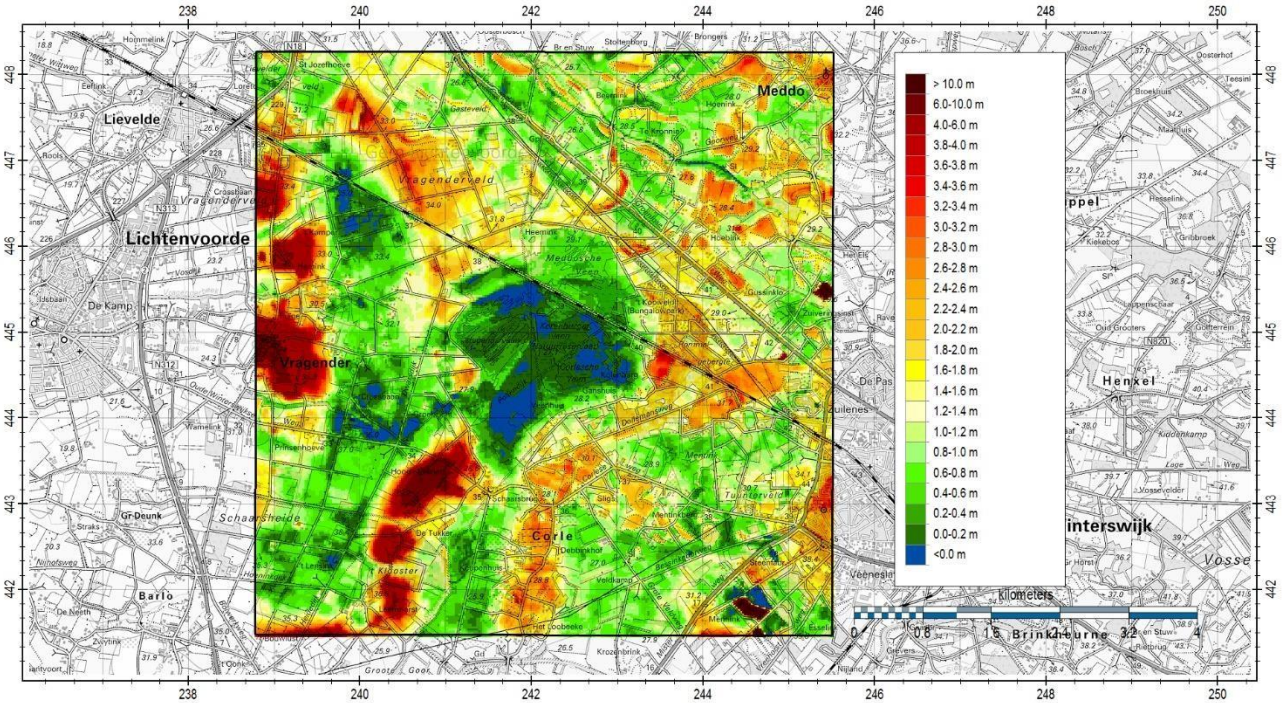
Project		Inrichtingsplan Wooldse en Korenburgerveen		Projectnummer	P8624			Eelerwoude kleurt het landelijk gebied
Titel		Inrichtingsplan Korenburgerveen		Tekeningnummer				
Opdrachtgever		Natuurmonumenten		Status	Concept			
Versie	Getekend	Datum	Omschrijving		Datum	Naam	Paraaf	
V3	RdG	13-06-18	Aantekeningen overleg verwerkt	Getekend	13-06-18	RdG		
V2	NO	07-05-18	Aantekeningen overleg verwerkt	Gecontroleerd	13-06-18	NO		Schaal 1:6000
V1	RdG	09-04-18	Basistekening	Akkoord				Formaat A2

Kaart 7 - Overzichtskaart van de inrichtingsmaatregelen (VO, d.d. 13-06-2018)

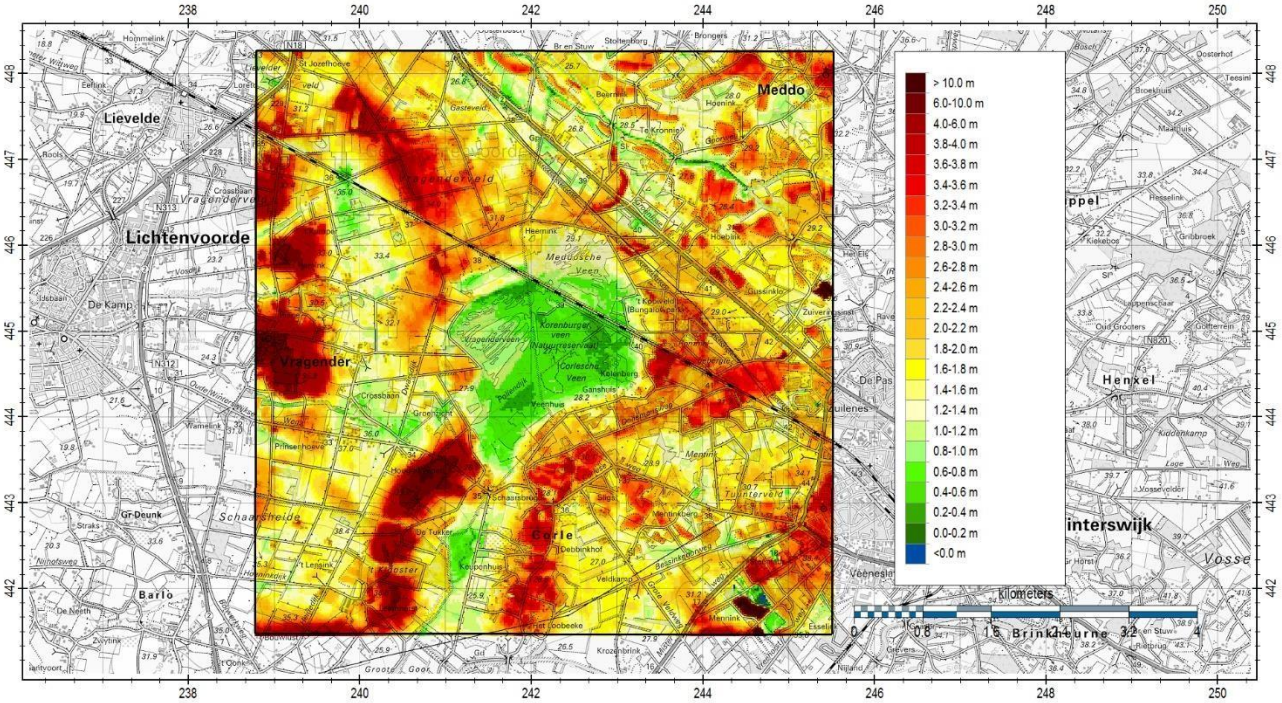
3 RESULTATEN

3.1 Huidige situatie

In Kaart 8 en Kaart 9 zijn de GHG en GLG voor de huidige situatie weergegeven. In het veengebied is de grondwaterstand het hele jaar ondieper dan 60 cm-mv. In het gebied waar de inrichtingsmaatregelen worden uitgevoerd bevindt de GHG zich rond de 50 cm-mv. De GLG zit op 60 tot 80 cm-mv.



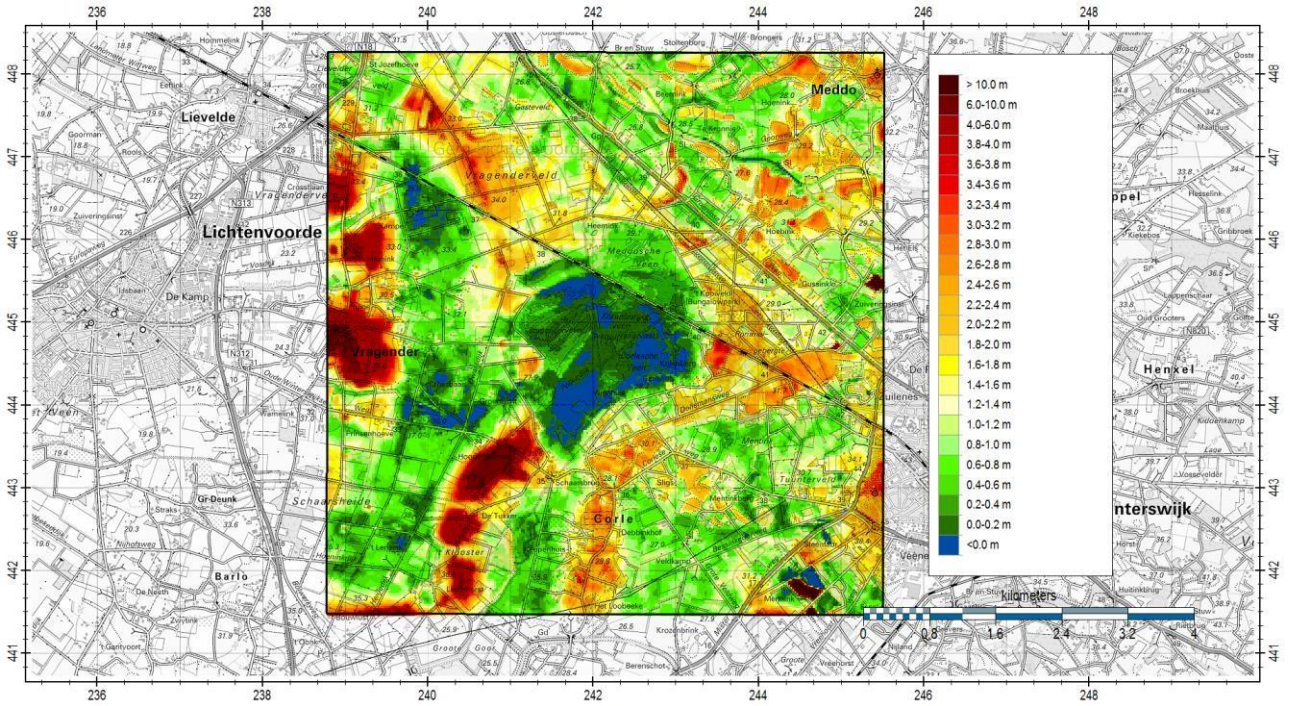
Kaart 8 - GHG - mv huidige situatie



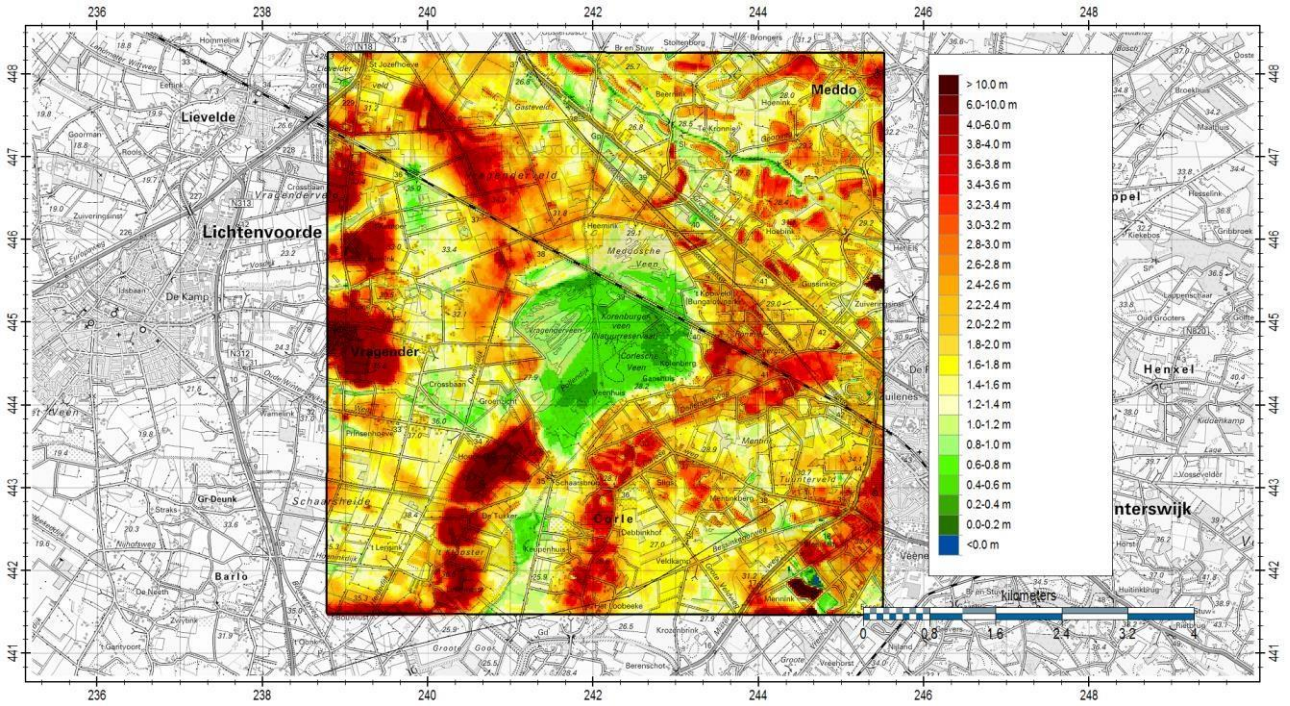
Kaart 9 - GLG - mv huidige situatie

3.2 Inrichtingsplan

Kaart 10 en Kaart 11 geven de GHG en GLG voor de toekomstige situatie weer. Het totale oppervlak waarbij de GHG tot maaiveld staat is hierbij toegenomen. Kaart 12 t/m Kaart 16 laten de verschillen in GHG, GVG en GLG zien tussen de huidige situatie en toekomstige situatie.



Kaart 10 - GHG in m-mv toekomstige situatie



Kaart 11 - GLG in m-mv toekomstige situatie

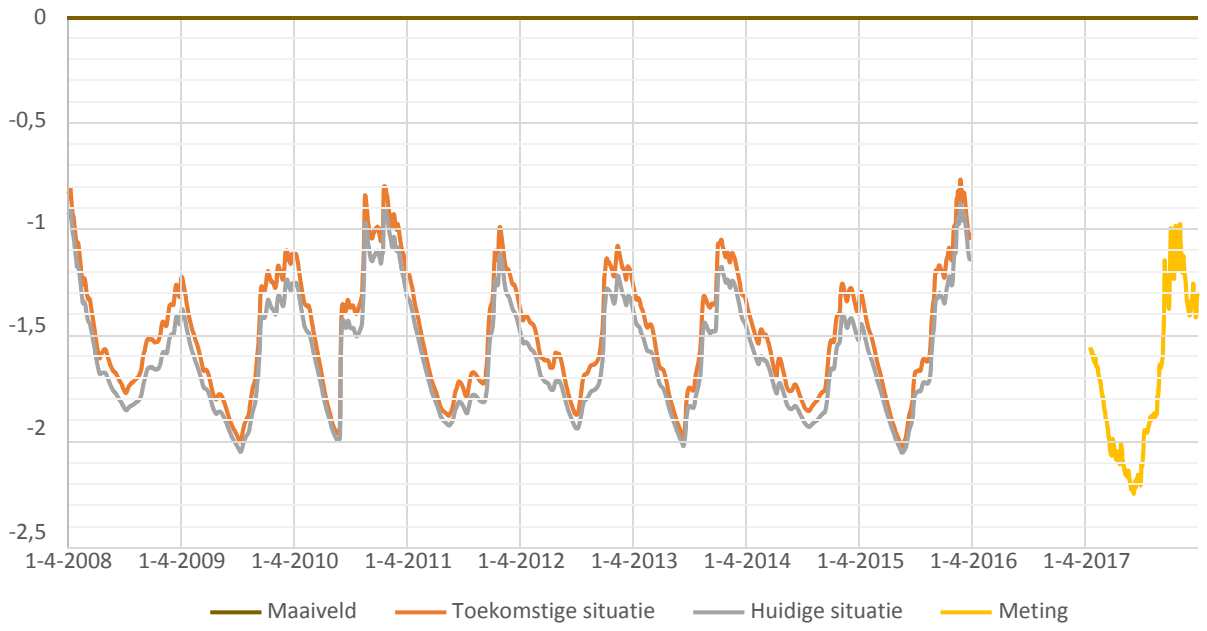
Ten noorden van de spoorlijn wordt drainage verwijderd en grond afgegraven (Kaart 6). Zowel de GHG, de GVG als de GLG stijgen lokaal ongeveer 10 centimeter ten opzichte van NAP (Kaart 12, 13 en 14). Het effect is echter beperkt tot een klein oppervlak. De mitigerende maatregel (aanleg drainage bij de Meekertweg) zorgt ervoor dat de verhoging van de grondwaterstand niet optreedt bij de woningen ten noorden van het spoor.

Hoewel er geen grondwaterstandsverhoging wordt berekend, is niet uit te sluiten dat buiten het gebied van de ringdrainage geen effect optreedt. Doordat het model rekent met gridcellen met een grootte van 25x25 meter, valt niet met zekerheid uit te sluiten dat buiten het gebied van de ringdrainage geen geringe grondwaterstandsverhoging plaatsvindt. Om eventuele nadelige effecten op de daar aanwezige bomen, stellen we voor de voorgenomen mitigerende maatregelen ten behoeve van de bomen (de zogenoemde TFI-behandeling) wel uit te voeren.

Ten zuiden van het spoor wordt tevens grond afgegraven, maar ook enkele watergangen gedempt (Kaart 7). Het maximale effect is een verhoging in GHG, GVG en GLG van 50 cm (Kaart 12, 13 en 14).

Bij de woningen aan de Korenburgerveenweg wordt een verhoging van de GHG berekend van maximaal 15 cm. In Figuur 6 zijn de tijdreeksen weergegeven van het meetpunt Korenburgerveenweg 14 (Kaart 3). Dit meetpunt ligt het dichtstbij de bewoning en is actief sinds april 2017. In de huidige situatie is de GHG ongeveer 120 cm-mv. Deze diepte wordt tevens bevestigd door de grondwatermetingen in de winter van 2017-2018. Voor gebouwen geldt over het algemeen een drooglegingsnorm bij de GHG van 70 cm-maaiveld. Door de grondwaterstandsverhoging van 15 centimeter blijft de drooglegging nog minimaal 100 cm-mv. Door deze drooglegging wordt de verhoging niet schadelijk geacht voor de woningen aan de Korenburgerveenweg.

Voor de woningen aan de Korenburgerveenweg worden dus geen nadelige effecten verwacht, zodat mitigerende maatregelen op voorhand niet nodig zijn. Aan de hand van het reeds aanwezige meetnet kan de verandering van de grondwaterstand goed worden gemonitord. Mocht op basis van monitoring blijken dat de daadwerkelijke effecten groter zijn dan op basis van de modelberekeningen wordt verwacht, dan kunnen alsnog mitigerende maatregelen worden genomen (zoals de aanleg van ringdrainage).



Figuur 6 - Tijdreeksen voor het basis- en scenarioberekening bij Korenburgerveenweg 14

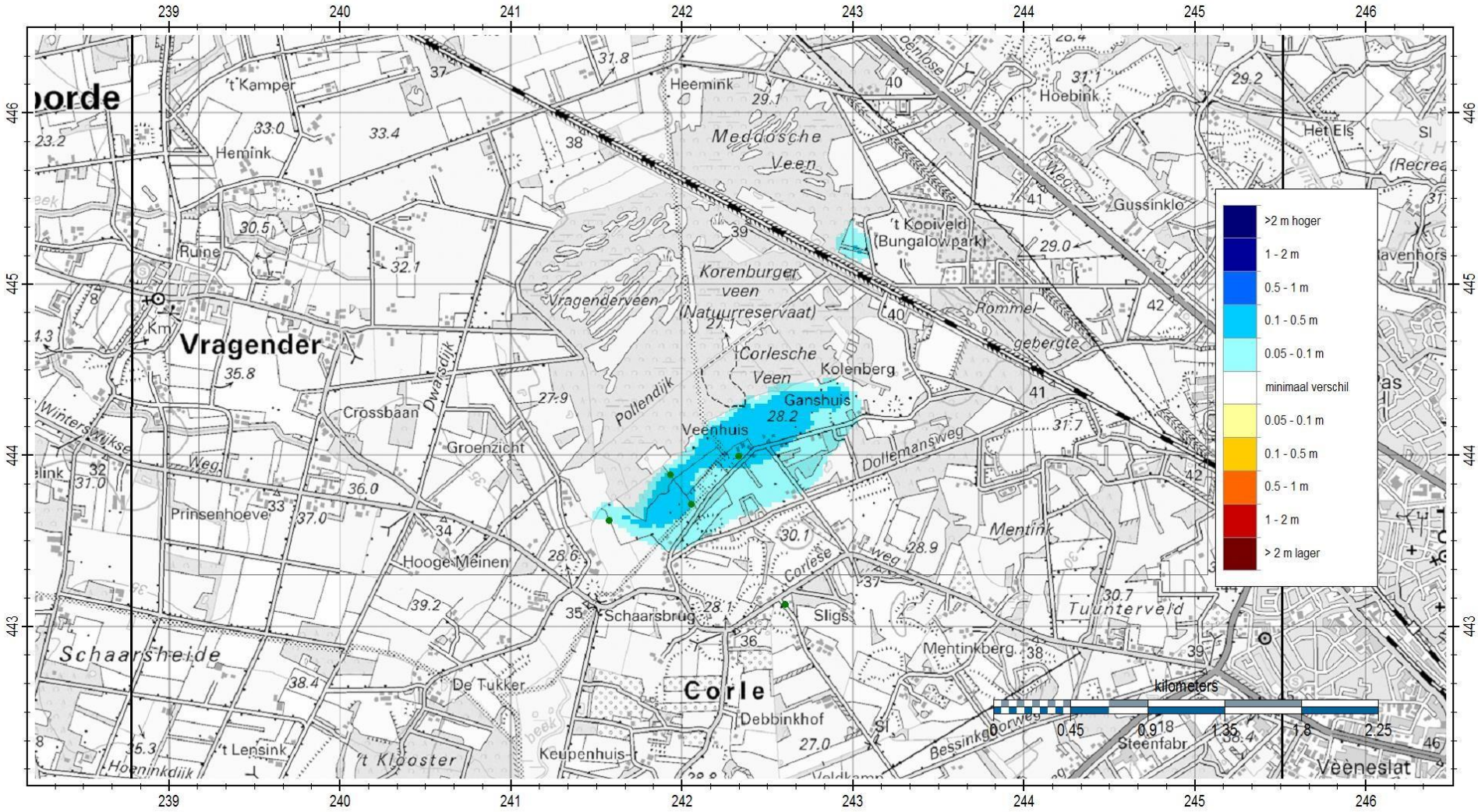
In Tabel 1 en 2 zijn de oppervlaktes binnen het N2000 gebied weergegeven voor de GHG en GLG voor de huidige en toekomstige situatie. Voor de GHG is met name een toename in de klasse < 0.2 m-mv. In de toekomstige situatie is een toename van ongeveer 17 ha in de ondiepste klasse. Bij de GLG is dit vergelijkbaar in de klasse < 0.5 m-mv. Hier neemt de ondiepste klasse toe met 19 ha.

Tabel 1 - Oppervlakte per klasse GHG voor de huidige en toekomstige situatie

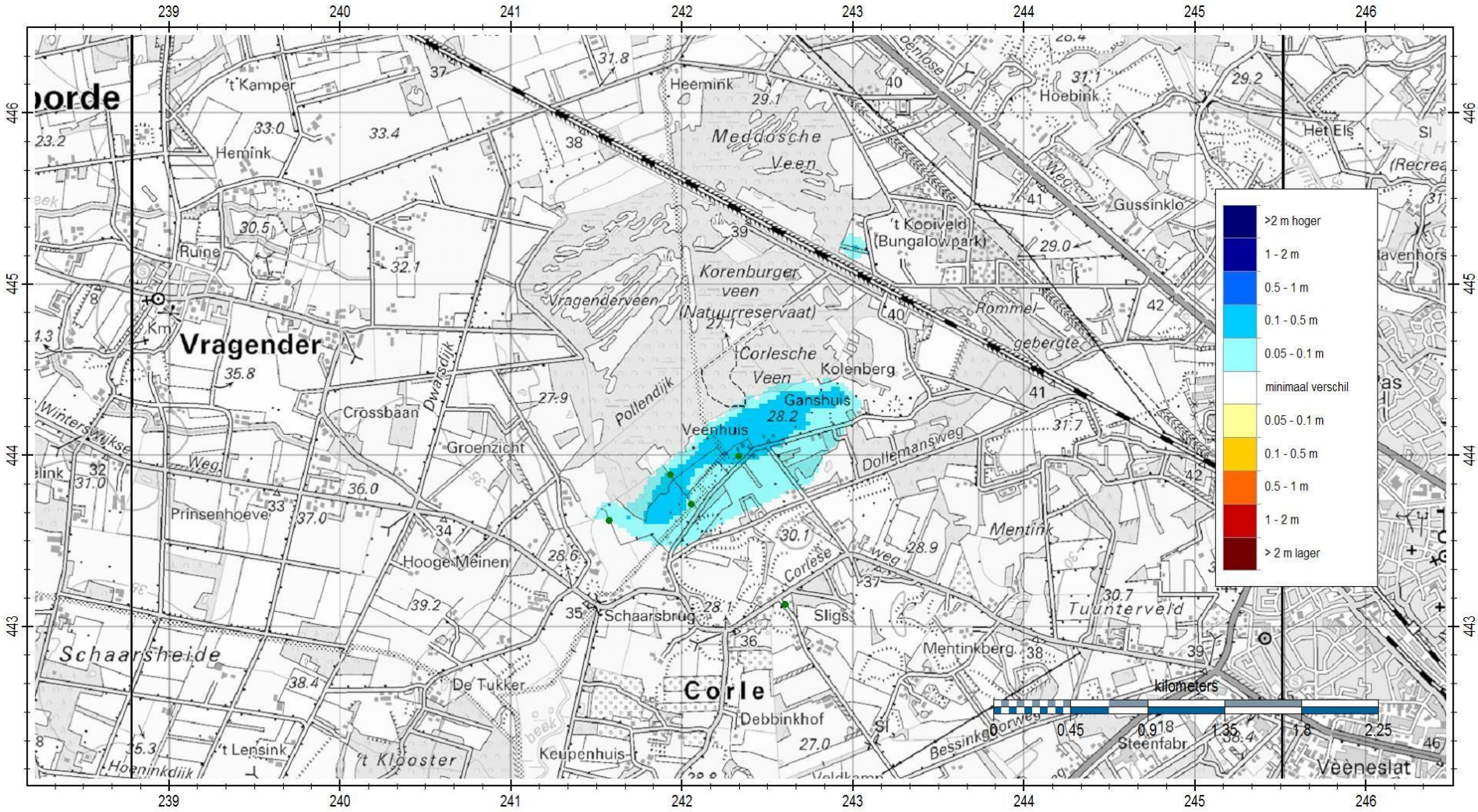
Klasse	Huidige situatie (in ha)	Huidige situatie (in %)	Toekomstige situatie (in ha)	Toekomstige situatie (in %)
< 0.2 m-mv	200	43.6%	217	47.3%
0.2 – 0.4	77	16.8%	70	15.3%
0.4 – 0.8	97	21.1%	90	19.6%
0.8 – 1.4	61	13.3%	58	12.6%
1.4 – 2.5	21	4.6%	21	4.6%
> **2.5 m-mv**	3	0.7%	3	0.7%

Tabel 2 - Oppervlakte per klasse GLG voor de huidige en toekomstige situatie

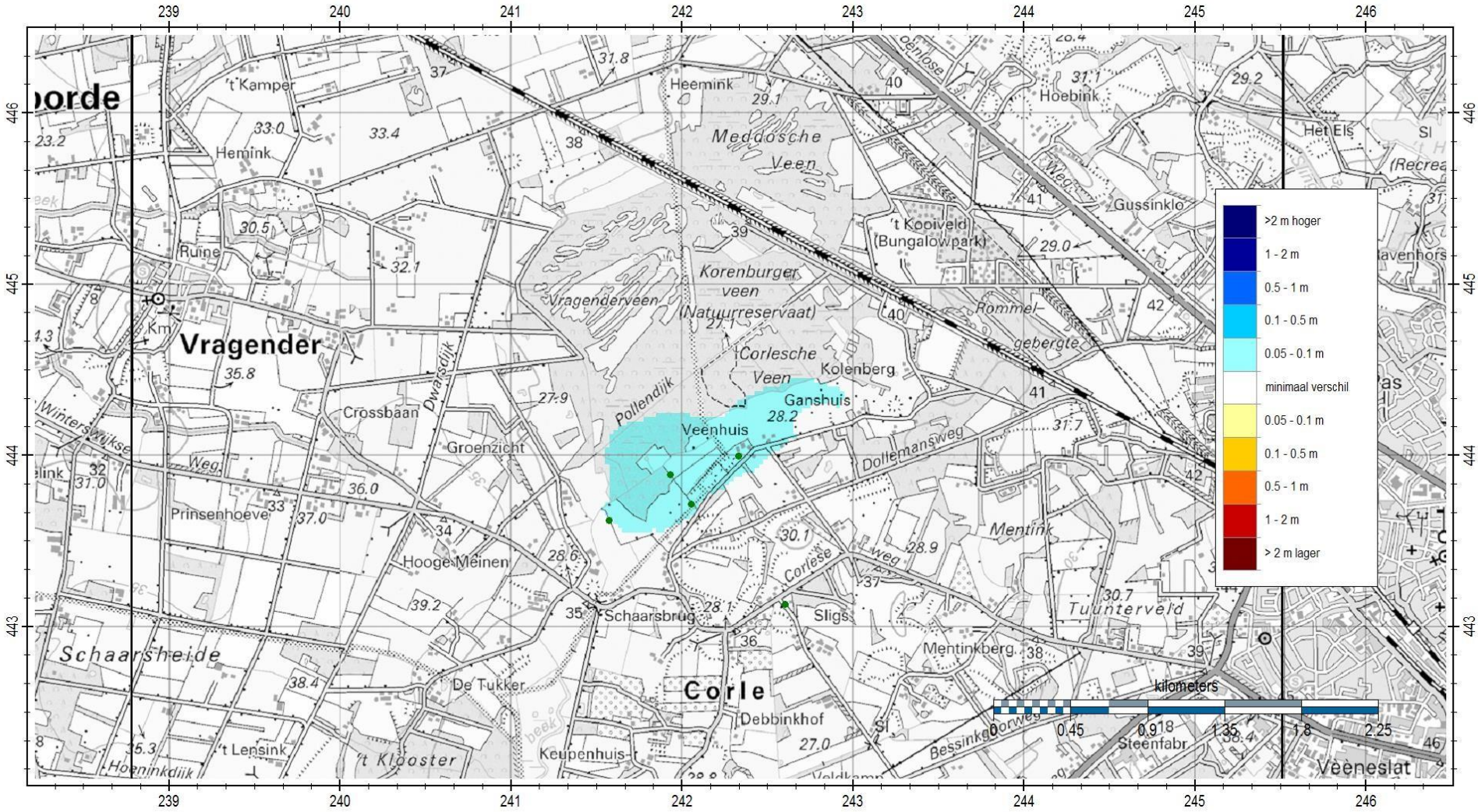
Klasse	Huidige situatie (in ha)	Huidige situatie (in %)	Toekomstige situatie (in ha)	Toekomstige situatie (in %)
< 0.5 m-mv	71	15.5%	90	19.6%
0.5 – 0.8	140	30.5%	134	29.0%
0.8 – 1.2	117	25.5%	106	23.1%
1.2 – 1.8	90	19.6%	88	19.2%
1.8 – 2.5	34	7.4%	34	7.4%
> **2.5 m-mv**	8	1.7%	8	1.7%



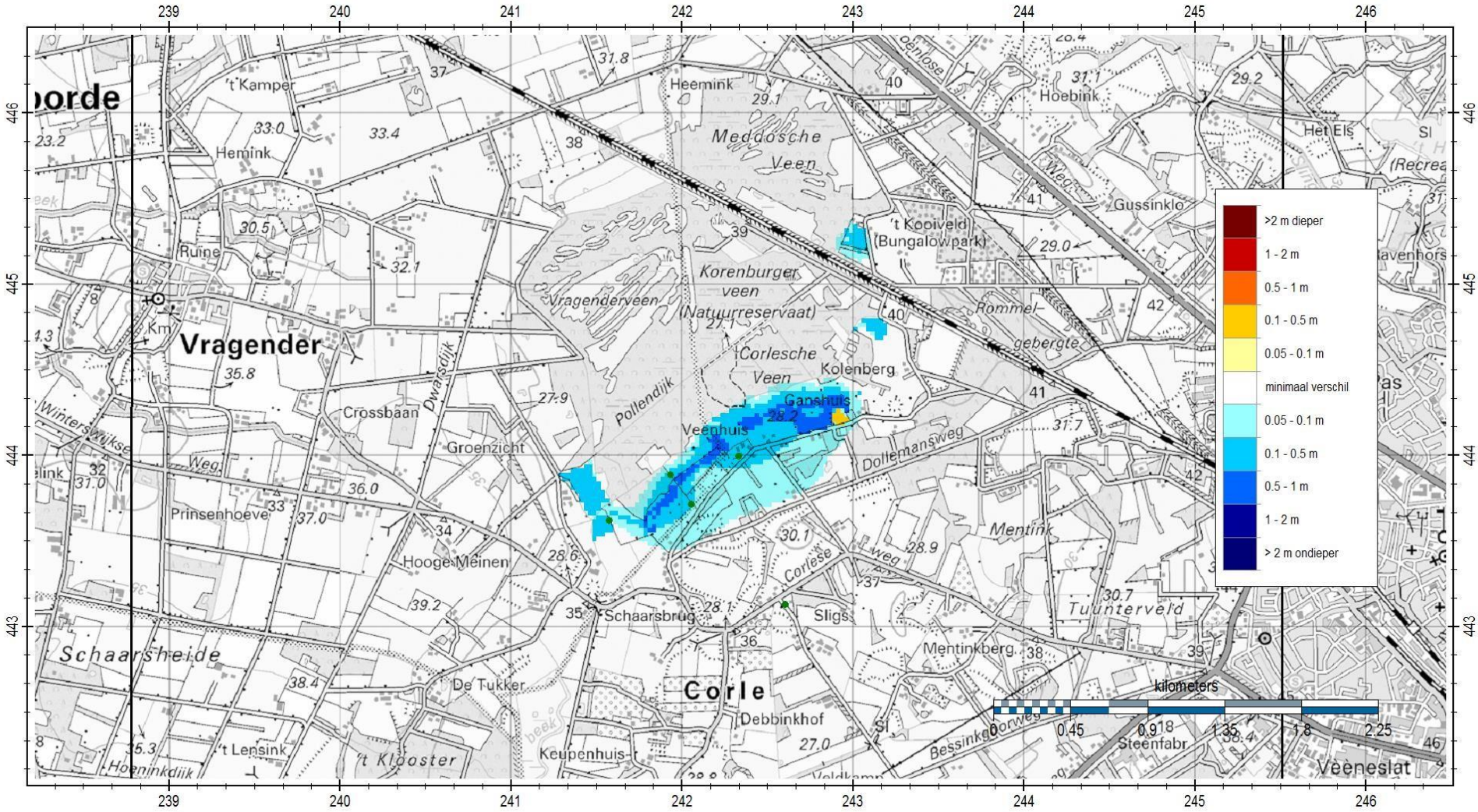
Kaart 12 - Verschil in GHG ten opzichte van NAP (Groene punten geven het meetnet van Waterschap Rijn en IJssel weer)



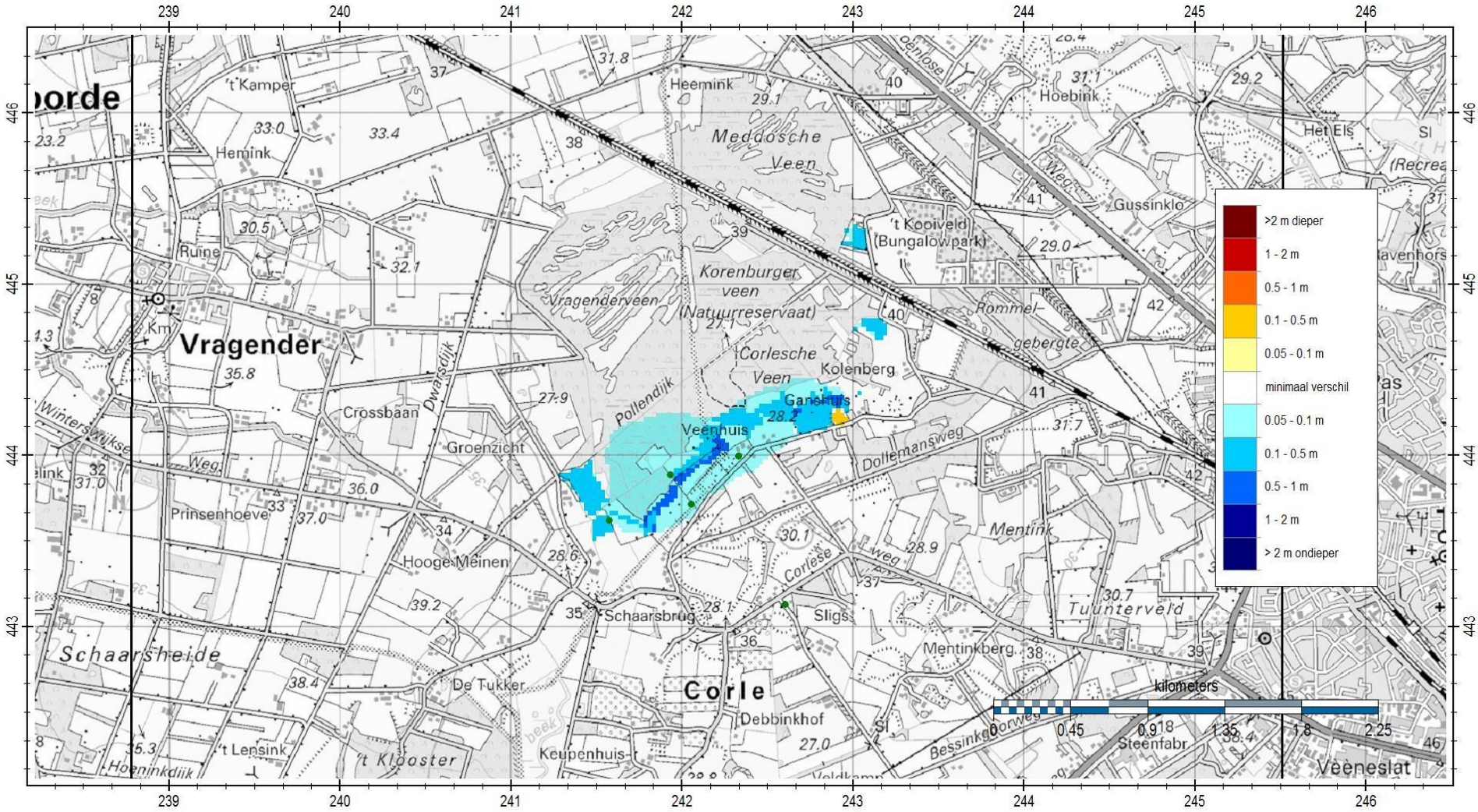
Kaart 13 - Verschil in GVG ten opzichte van NAP (Groene punten geven het meetnet van Waterschap Rijn en IJssel weer)



Kaart 14 - Verschil in GLG ten opzichte van NAP (Groene punten geven het meetnet van Waterschap Rijn en IJssel weer)



Kaart 15 - Verschil in GHG ten opzichte van maaiveld (Groene punten geven het meetnet van Waterschap Rijn en IJssel weer)



Kaart 16 - Verschil in GLG ten opzichte van maaiveld (Groene punten geven het meetnet van Waterschap Rijn en IJssel weer)

4 CONCLUSIES

In dit onderzoek is inzicht verkregen de geohydrologische effecten van de inrichtingsmaatregelen bij het Korenburgerveen. In dit hoofdstuk worden kort de bevindingen van het onderzoek samengevat.

- *Beoordeling van de bruikbaarheid van AMIGO v3.0 op basis van GXG 's en tijdreeksen.*

Na de kalibratie van het Korenburgerveen deelmodel van AMIGO v3.0 berekent het model de grondwaterstanden iets te laag. Echter laten de tijdreeksen zien dat het model een goede inschatting geeft voor het interessegebied van dit onderzoek. Daardoor wordt het model goed genoeg geacht voor het bepalen van de effecten van de inrichtingsmaatregelen.

- *Beoordeling van de interactie tussen het oppervlaktewatersysteem en het grondwatersysteem met behulp van een gevoeligheidsanalyse waarbij wordt gevarieerd in de drainageweerstand;*

De interactie tussen het oppervlaktewatersysteem en grondwatersysteem is getest aan de hand van een gevoeligheidsanalyse. Hieruit is bepaald dat de onzekerheid omtrent de drainageweerstand zorgt voor een onzekerheid van ca. 10 centimeter in het model. Het is van belang om deze onzekerheid mee te nemen bij de beoordeling van de resultaten.

- *Het uitvoeren van een scenarioberekening waarmee de verandering als gevolg van de voorgenomen inrichting inzichtelijk wordt gemaakt.*

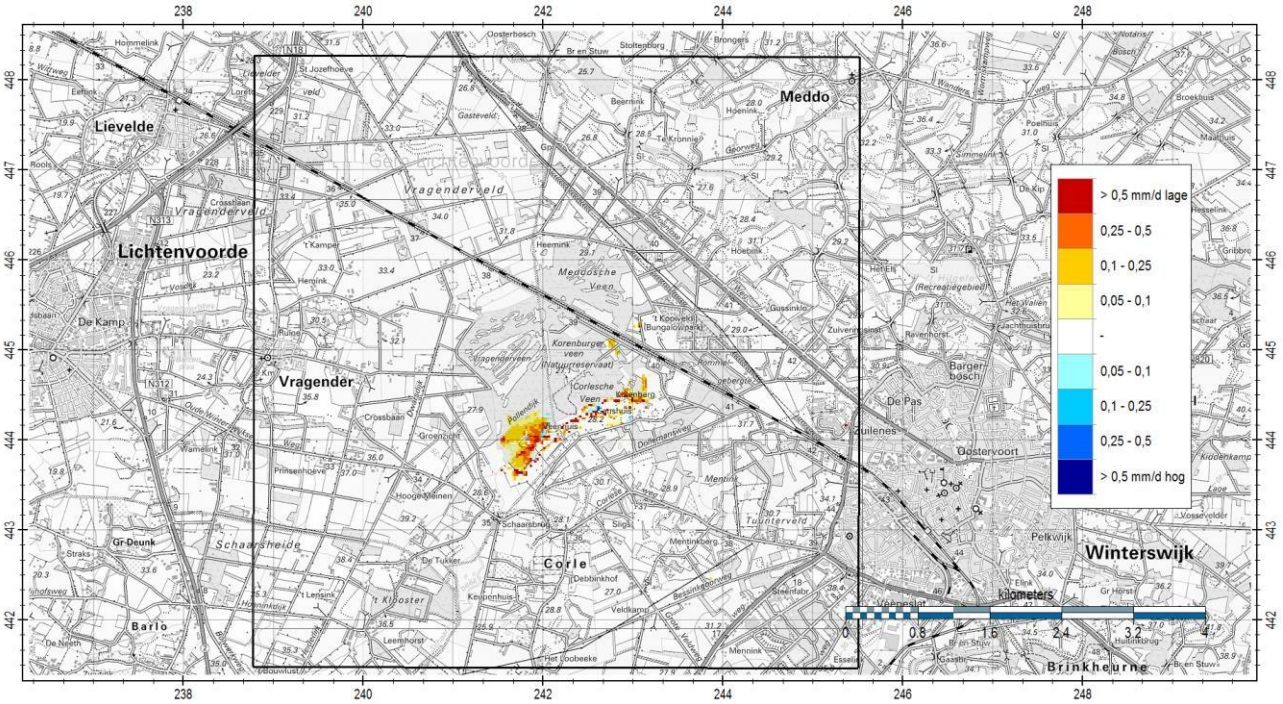
De inrichtingsmaatregelen hebben een vernattend effect op het N2000 gebied van Korenburgerveen. Ten noorden van het spoorlijn stijgen de grondwaterstanden ten opzichte van NAP lokaal ongeveer 20 cm. Door de mitigerende maatregel (ringdrainage) treedt geen grondwaterstandverhoging op bij de woningen. Ten zuiden van het spoor is het maximale effect is een verhoging in GHG, GVG en GLG van 50 cm. De GHG bij de woningen aan de Korenburgerveenweg wordt ongeveer 15 cm hoger, maar zal nog wel voldoen aan een drooggleggingsnorm van 70 cm-mv. Hierdoor is op voorhand geen mitigerende maatregel nodig. Mocht op basis van monitoring blijken dat de daadwerkelijke effecten groter zijn dan op basis van de modelberekeningen wordt verwacht, dan kunnen alsnog mitigerende maatregelen worden genomen (zoals de aanleg van ringdrainage).

BIJLAGE A – VERGELIJKING MET VOORGAANDE MODELLEN

Vergelijking met de resultaten uit MicroFEM
In het verleden zijn al diverse grondwatermodellen opgezet voor het Korenburgerveen. Gedurende het GGOR traject (2009-2010) is met twee separate modellen gerekend. Een van deze modellen is opgebouwd in MicroFEM, waarvan de kern en de directe omgeving van het veengebied betreft.

Bij voorgaande berekeningen met dit MicroFEM-model was het berekende invloedsgebied groter dan in het voorliggend onderzoek. Een van de belangrijkste verklaringen voor dit verschil, is de verschillende wijze waarop onverzadigde zone is gesimuleerd. In het AMIGO 3.0 model wordt de afgraving wel meegenomen in de berekening van de onverzadigde zone berekend, waarin dit leidt tot een afname van grondwateraanvulling. Deze afname in grondwateraanvulling tussen het huidige en toekomstige situatie is weergegeven in Kaart 17. Dit zorgt ervoor dat de verhoging van de grondwaterstand door de demping van de watergangen wordt deels gecompenseerd door de afname van de grondwateraanvulling.

Ook zou een verschillende aanname voor weerstandswaarde van de watergangen en doorlatendheden van de watervoerende lagen kunnen leiden tot een verschil in effect. Zoals eerder aangegeven, bij het gebruik van een model ligt de uitdaging erin om alle beschikbare informatie te gebruiken en de berekeningsresultaten zoveel mogelijk overeen te laten komen met gemeten waarden. Meetwaarden beschrijven immers het daadwerkelijke gedrag van een watersysteem. Om deze reden is het ook minder zinvol om de modelresultaten onderling met elkaar te vergelijken.



Kaart 17 - Verschil in grondwateraanvulling tussen de huidige en toekomstige situatie

Vergelijking met een toekomstig AMIGO 3.0 model
Voor de modellering in dit onderzoek is het grondwatermodel AMIGO 3.0 gekozen. Dit model is op dit moment nog niet officieel beschikbaar en nog in ontwikkeling. Doordat de ontwikkeling van AMIGO 3.0 nog doorloopt na de afronding van deze studie, kunnen verschillen optreden. Het Korenburgerveenmodel is gekalibreerd op dit specifieke gebied. Voor AMIGO 3.0 wordt deze kalibratie uitgevoerd op grotere schaal. Deze verschillende aanpak kan leiden tot (kleine) verschillen in het kalibratieresultaat. Sinds de berekeningen van dit onderzoek, zijn in AMIGO 3.0 nog enkele aanpassingen doorgevoerd.

Op dit moment is het belangrijkste verschil dat de weerstand van de watergangen is verhoogd naar 1,5 dag. Deze verhoging zou in het Korenburgerveen met name gelden voor de Parallelsloot, doordat de weerstand van de Schaarsbeek op basis van de sliblaag is bepaald. Het effect van een andere keuze in weerstandswaarde is beschreven in de gevoeligheidsanalyse van Bijlage C. Bij een hogere weerstand zal

het drainerende effect afnemen, en dit kan invloed hebben op de berekende effecten van de toekomstige inrichting. Als het drainerende effect afneemt, zal het effect van het dempen van deze watergangen kleiner zijn. De resultaten in het voorliggende onderzoek zijn dus groter dan dat deze zullen zijn in de nieuwere versie van AMIGO v3.0. Omdat er sprake is van een worst case benadering en de kalibratie van het AMIGO 3.0 model nog niet afgerond is, zijn de resultaten niet opnieuw doorgerekend.

BIJLAGE B – KALIBRATIE

Om het grondwatermodel te verbeteren is een kalibratie van de doorlatendheden uitgevoerd. Hierbij is gevarieerd in de doorlatendheid van laag 3 tot en met 9. In Tabel 3 staan de formaties per watervoerende laag vermeld.

Tabel 3 - Formaties per watervoerende pakket in AMIGO v3.0

Watervoerend pakket	Slechtdoorlatend pakket	Formatie
Laag 1		Holoceen
Laag 2		Boxtel – zand 2
	Laag 2	Boxtel – klei 1
Laag 3		Boxtel – zand 3
	Laag 3	Boxtel - klei 2
Laag 4		Boxtel – zand 4 Kreftenheye – zand 2 Kreftenheye – zand 3
Laag 5		Kreftenheye – zand 4
	Laag 5	Kreftenheye Twello – klei 1
Laag 6		Kreftenheye – zand 5 Drenthe – zand 1 Drenthe – zand 2
Laag 7		Drenthe – zand 3 Gestuwde afzettingen
Laag 8		Niet aanwezig in het modelgebied
Laag 9		Sterksel – zand 1 Sterksel – zand 2

In eerste instantie zijn runs 1 t/m 9 uitgevoerd waarbij laag 3, 4 en 5 en laag 6 en 7 zijn samengevoegd. Deze keuze is gemaakt omdat de grootste slecht doorlatende laag zich in laag 5 bevindt. Uit de modelcontrole van het basismodel is al gebleken dat de doorlatendheid van laag 9 naar verwachting omlaag moet. Om te zorgen dat de aanpassingen binnen realistische waarden blijven, is gekozen voor factoren 0.1 en 10 voor de verandering in de doorlatendheid. In alle runs wordt in ieder geval kD van laag 9 verlaagd met een factor 0.1. Hieronder is een schema weergegeven voor de overige aanpassingen die zijn doorgerekend.

run 1: -
run 2: kD laag 6-7 x 10
run 3: kD laag 3-5 x 10
run 4: kD laag 3-7 x 0.1
run 5: kD laag 6-7 x 10 en kD laag 3-4 x 0.1
run 6: kD laag 3-7 x 10
run 7: kD laag 3-7 x 10 en c laag 5 x 0.1
run 8: kD laag 6-7 x 0.1
run 9: kD laag 3-5 x 0.1

Na aanleiding van deze kalibratieruns, was het model nog niet voldoende verbeterd. Doordat het Korenburgerveen zich in een smeltwatergeul bevindt waar veel verschillende geohydrologische formaties zich afwisselen, is gekozen voor een verdere opdeling van de kalibratie. In runs 10 t/m 14 is de kD van laag 7 en 9 verlaagd met een factor 0.1 en laag 5 en 6 verhoogd met een factor 10. De onderstaande runs zijn vervolgens nog doorgerekend.

run 10: laag 4 x 10, laag 3 x 0.1
run 11: laag 4 x 0.1, laag 3 x 0.1
run 12: laag 4 x 10, laag 3 x 10
run 13: laag 4 x 0.1, laag 3 x 10
run 14: laag 4 x 0.1, laag 3 x 0.1, laag 2 x10

In het onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven voor de kalibratieruns. Uiteindelijk leveren kalibratieruns 10 en 13 een resultaat dat het beste is voor dit voorliggende onderzoek. Bij het interessegebied zijn de resultaten voor kalibratierun 10 het beste, dus zijn deze parameterinstellingen gebruikt voor de effectstudie.

GXG	dGHG	dGLG	absdGHG	absdGLG
Run01	0.11	-0.14	0.21	0.30
Run02	-0.06	-0.11	0.21	0.29
Run03	-0.10	-0.03	0.23	0.25
Run04	-0.96	-1.00	1.20	1.26
Run05	-0.03	-0.12	0.21	0.32
Run06	-0.14	-0.11	0.29	0.30
Run07	-0.12	-0.12	0.26	0.28
Run08	-0.17	-0.21	0.33	0.42
Run09	-0.34	-0.39	0.55	0.62
run10	-0.07	-0.04	0.17	0.19
Run11	-0.18	-0.27	0.31	0.39
Run12	-0.10	-0.03	0.18	0.20
Run13	-0.09	-0.09	0.11	0.15
Run14	-0.16	-0.08	0.13	0.19

BIJLAGE C – GEVOELIGHEIDSANALYSE

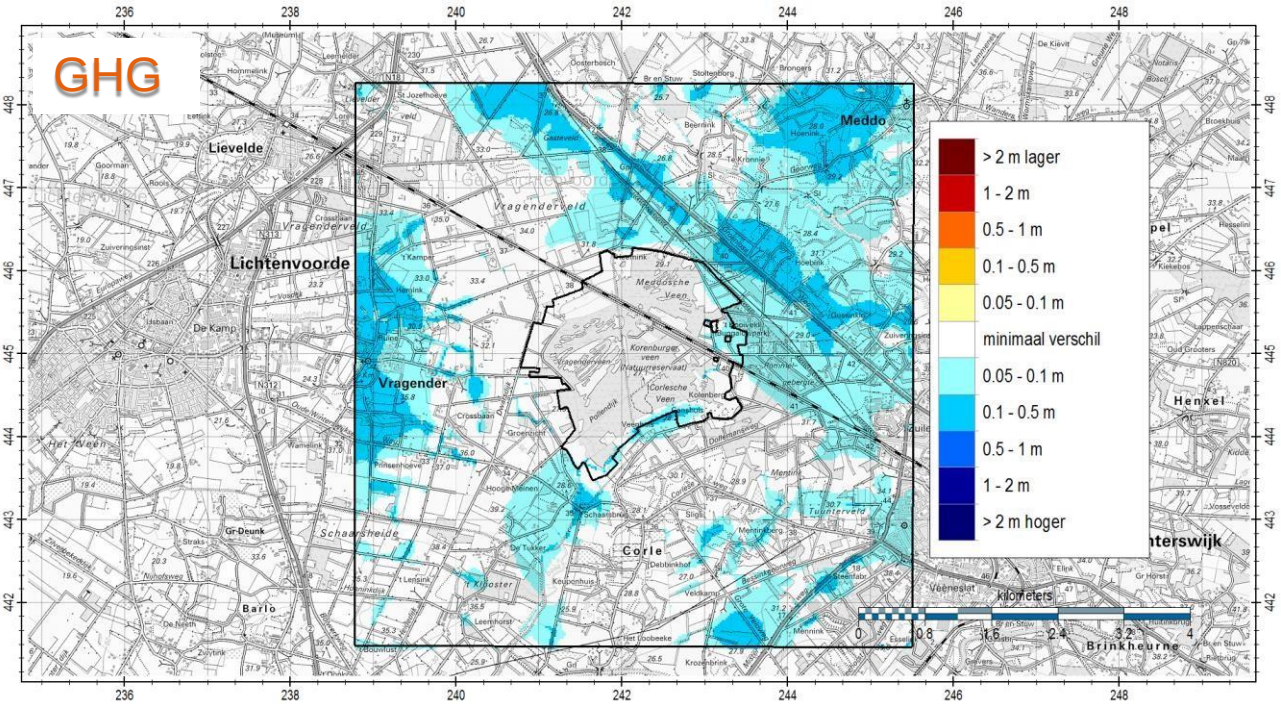
Een belangrijke parameter voor de koppeling tussen het oppervlakte- en het grondwatersysteem is de drainageweerstand. Bij een lage drainageweerstand, heeft de rivier een groter drainerend vermogen, wat leidt tot lagere grondwaterstanden. Het is echter erg lastig om deze drainageweerstand in het veld te meten. De drainageweerstand van de Parallelsloot is ingeschat op 1 dag. Zoals aangegeven in paragraaf 2.2, is de drainageweerstand van de Schaarsbeek bepaald op basis van de slibdikte in de gemeten profielen.

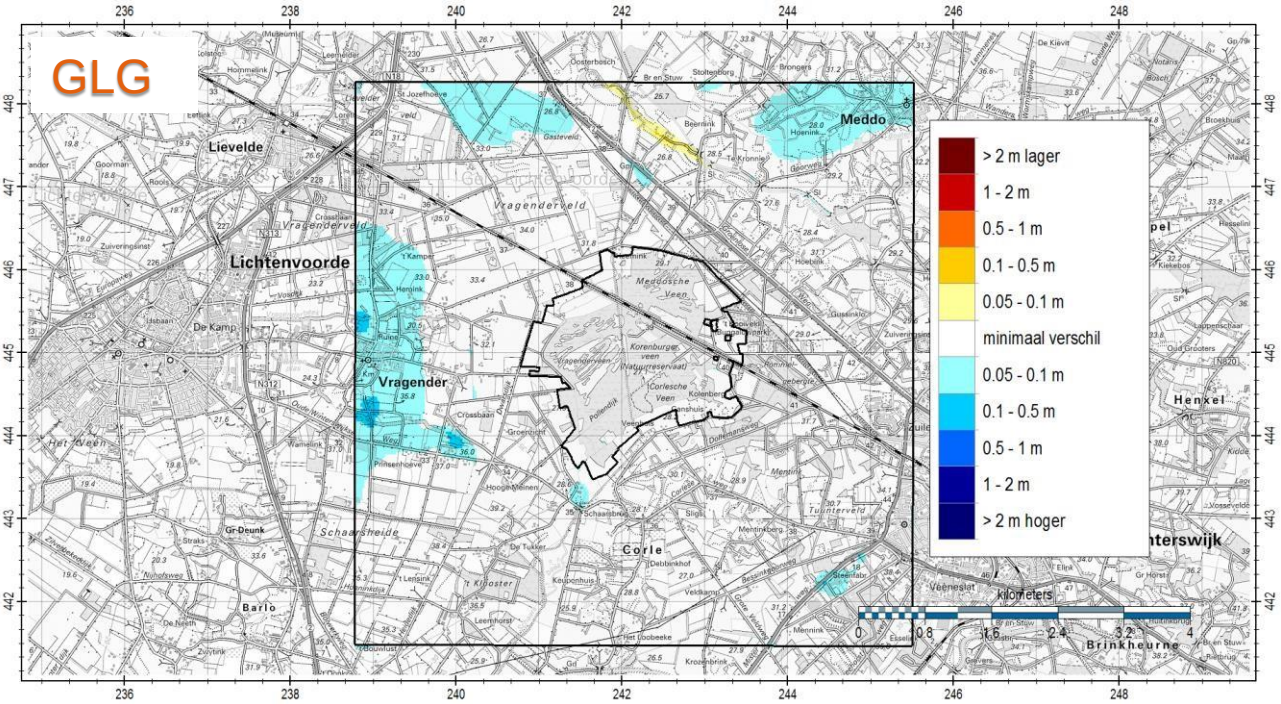
Omdat deze weerstand een grote invloed kan hebben op de grondwaterberekeningen is de gevoeligheid geanalyseerd. Voor deze gevoeligheidsanalyse is het basismodel nog een tweetal keren doorgerekend met een aangepaste drainageweerstand. Het betreft een halvering (factor 0,5 = 0,5 dagen) en een verdubbeling (factor 2 = 2 dagen).

Het effect van de verdubbeling van de drainageweerstand op de GHG en GLG is weergegeven in Kaart 18. Door de verhoging van de drainageweerstand, kan het watersysteem minder water kan draineren, waardoor de grondwaterstand hoger wordt. Voor de GHG is het effect het grootste aan de zijde van Lichtenvoorde en langs de Groenlose weg. Hier is een verhoging van maximaal 15 centimeter berekend ten opzichte van het basismodel. Rond het interessegebied is tevens een lokale verhoging van de GHG van maximaal 10 centimeter berekend. Voor de GLG is het invloedgebied kleiner, nabij het interessegebied is geen verschil berekend. Dat wilt zeggen dat de Schaarsbeek en Parellelsloot nagenoeg geen drainerende werking hebben in de zomersituatie.

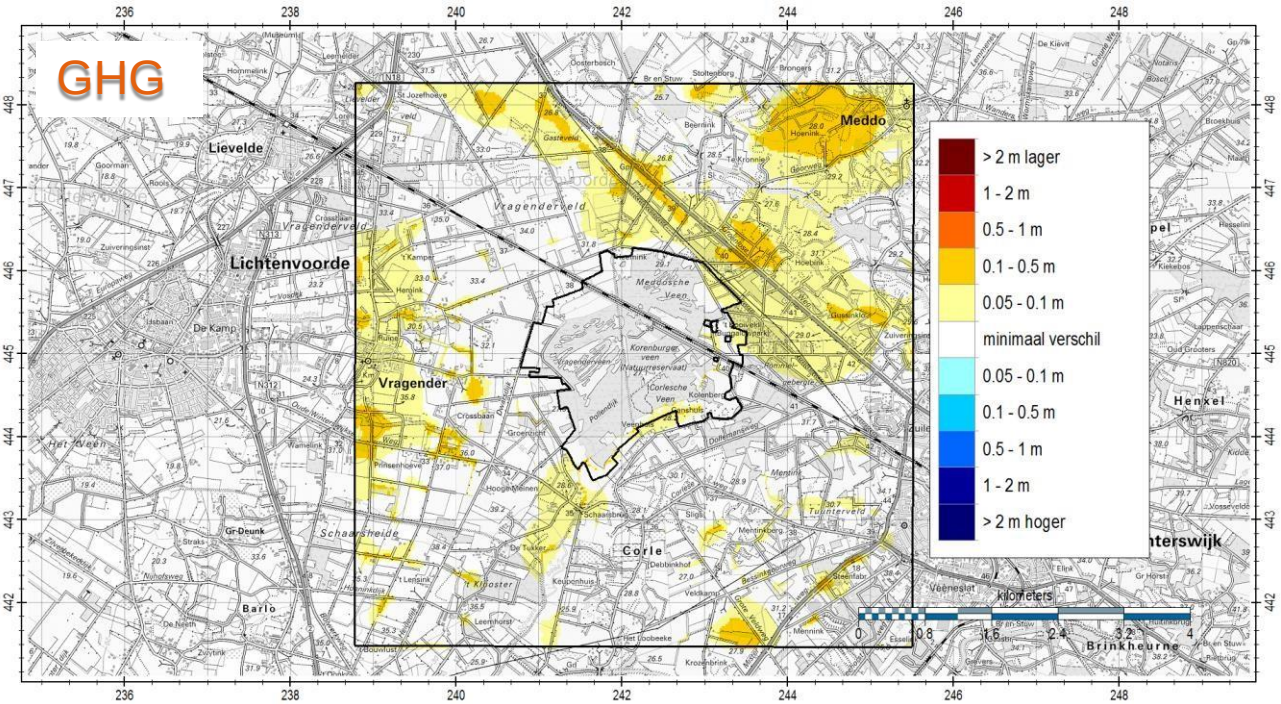
Kaart 19 laat het verschil in GHG en GLG zien bij een halvering van de drainageweerstand. Een halvering van de drainageweerstand zorgt ervoor dat er meer grondwater wordt gedraineerd door de beek, wat leidt tot een verdroging naast de beken. In de GHG is een groot effect te zien door de halvering van de drainageweerstand. Deze leidt tot een verdroging van 5 tot 10 centimeter voor het gebied rond de Groenlose weg. In het interessegebied is wederom geen verschil berekend bij het interessegebied.

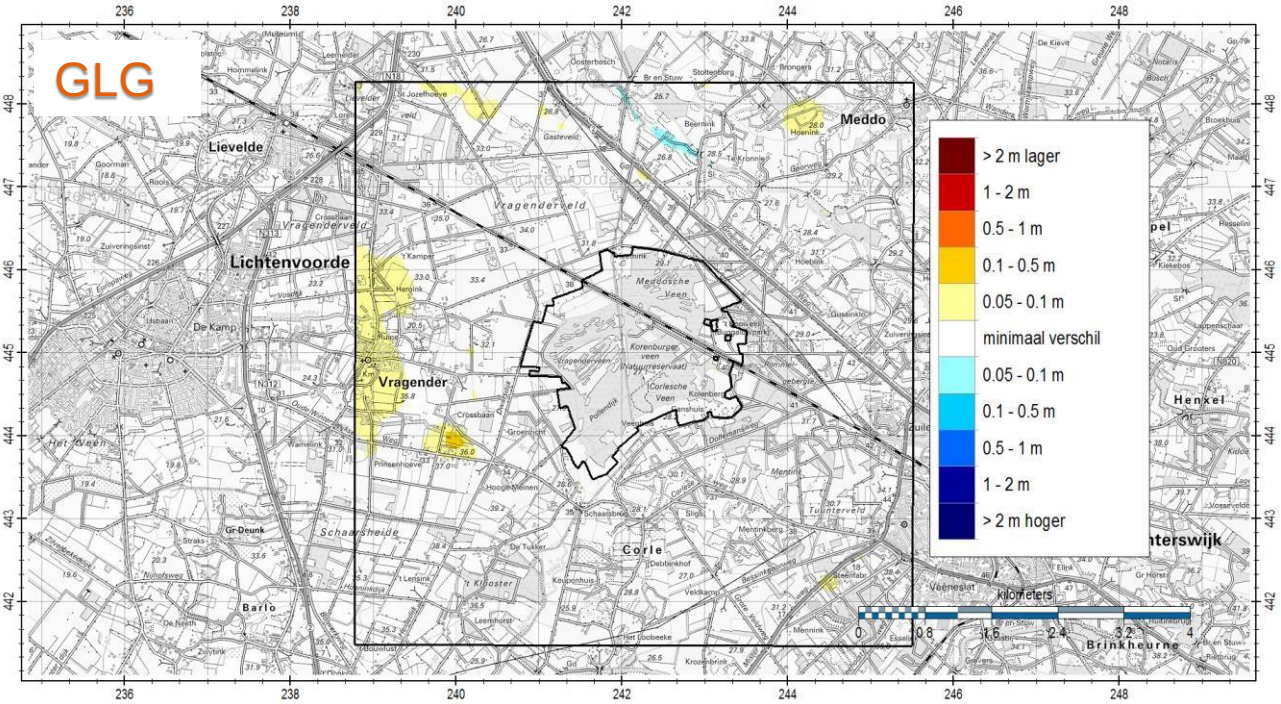
Op basis van de gevoeligheidsanalyse is het hierbij belangrijk om een onzekerheid van 10 centimeter door de inschatting van de drainageweerstand mee te nemen in verdere analyse van de GHG.





Kaart 18 - Verschil in GHG en GLG voor het scenario met een verdubbeling van de weerstand

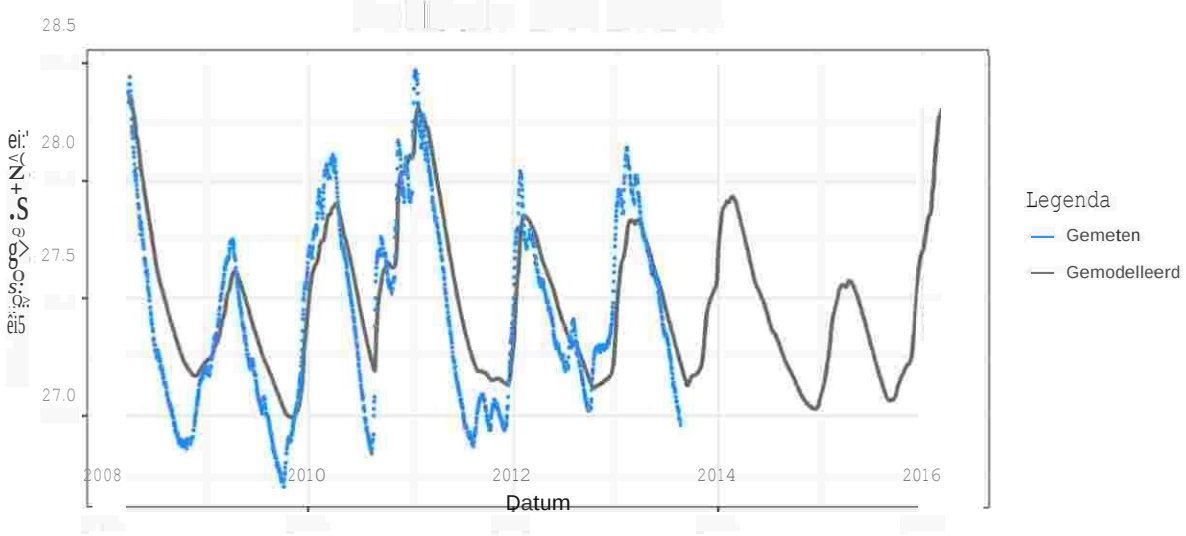




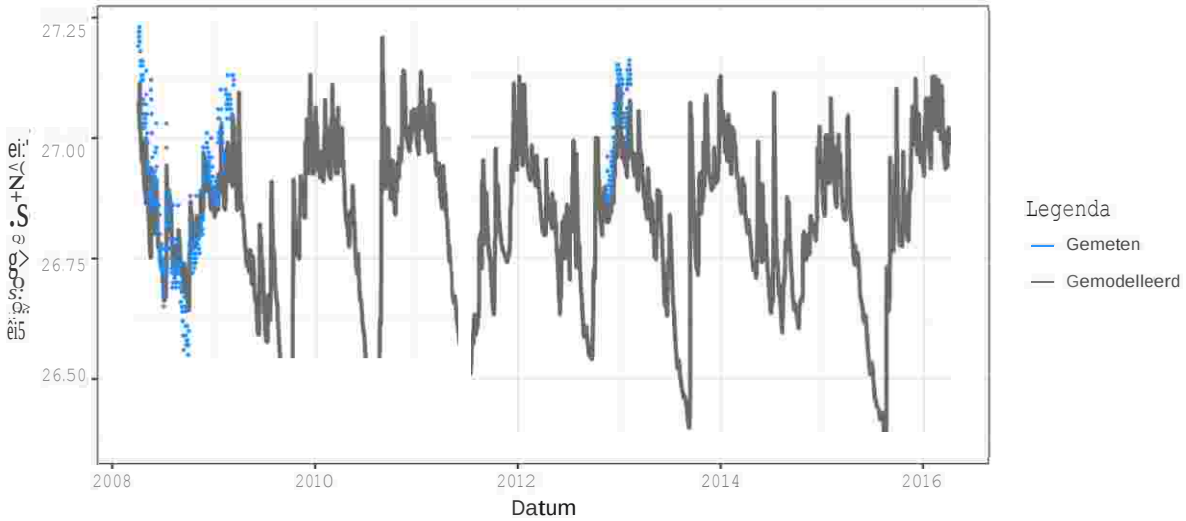
Kaart 19 - Verschil in GHG en GLG voor het scenario met een halvering van de weerstand

BIJLAGE D – TIJDREEKSEN

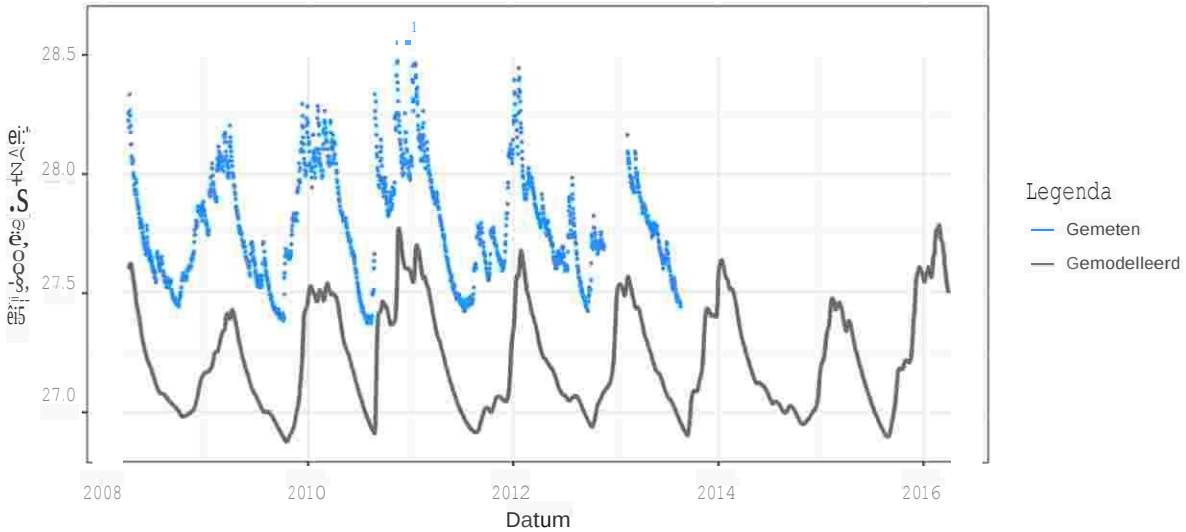
Peilbuis 841 E0243



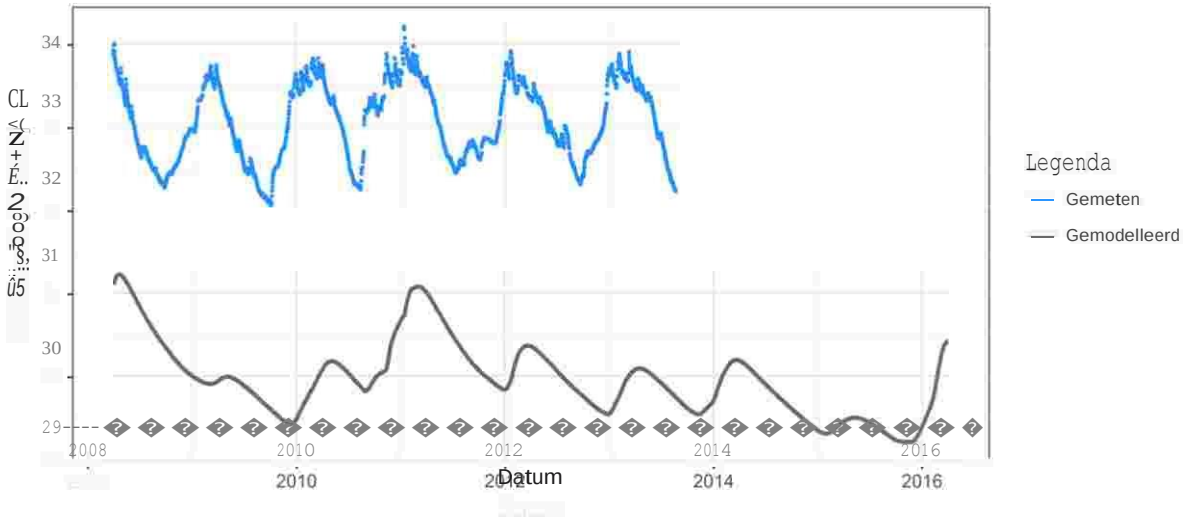
Peilbuis 841 E0244



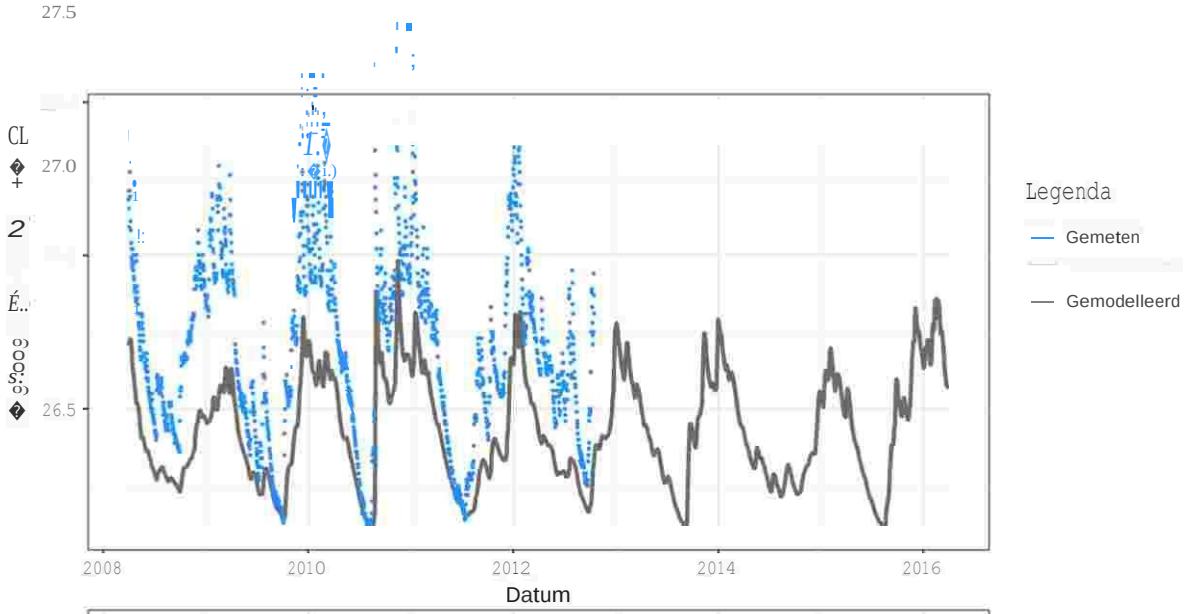
Peilbuis 841 E0262



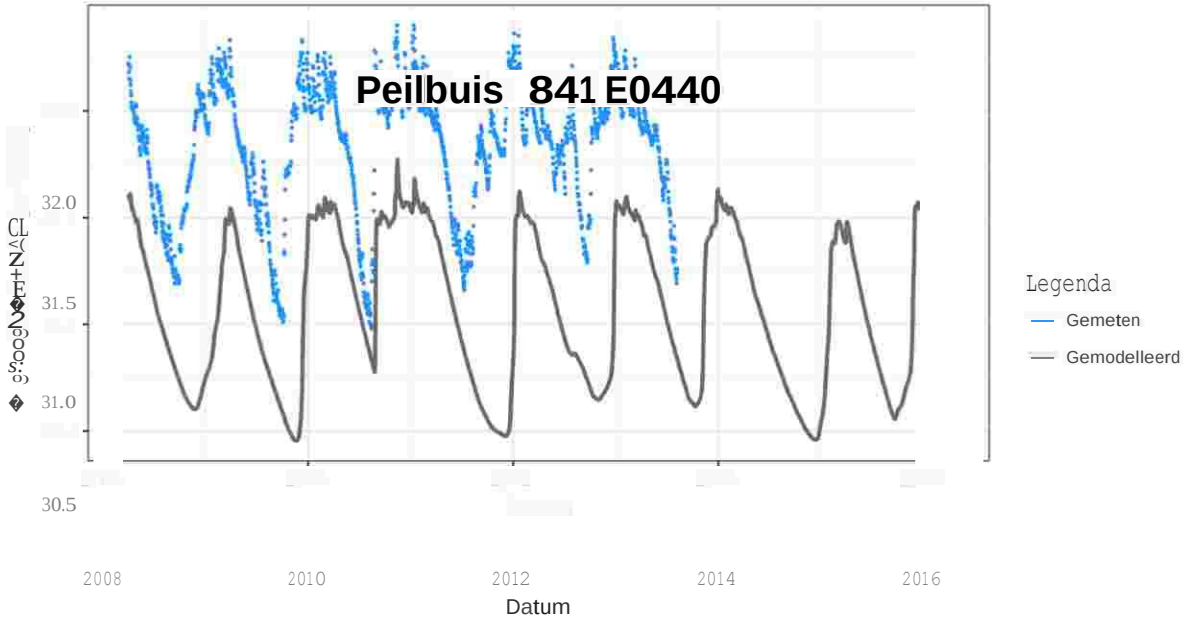
Peilbuis 841 E0426



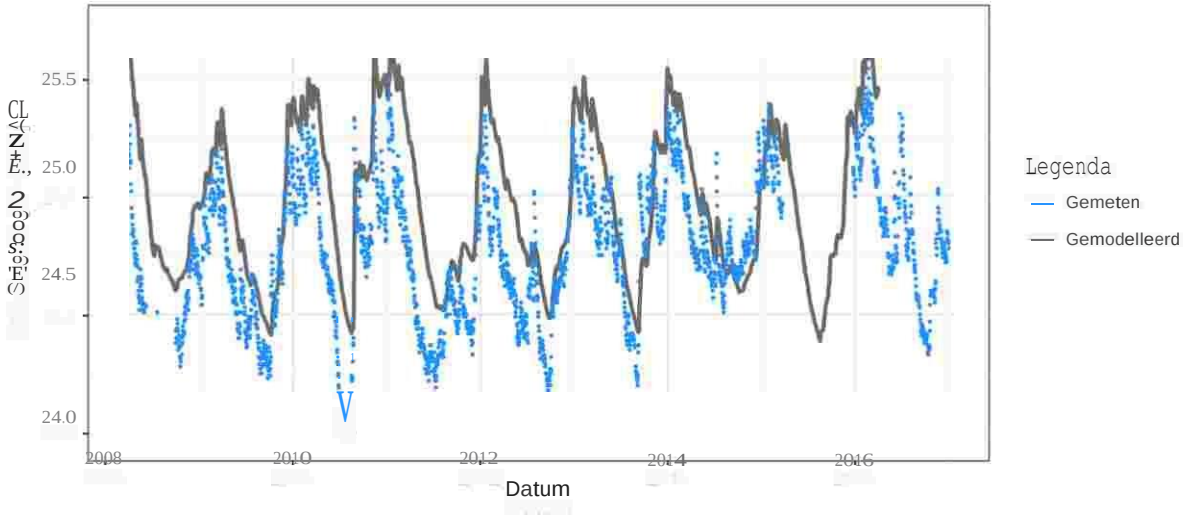
Peilbuis 841 E0438



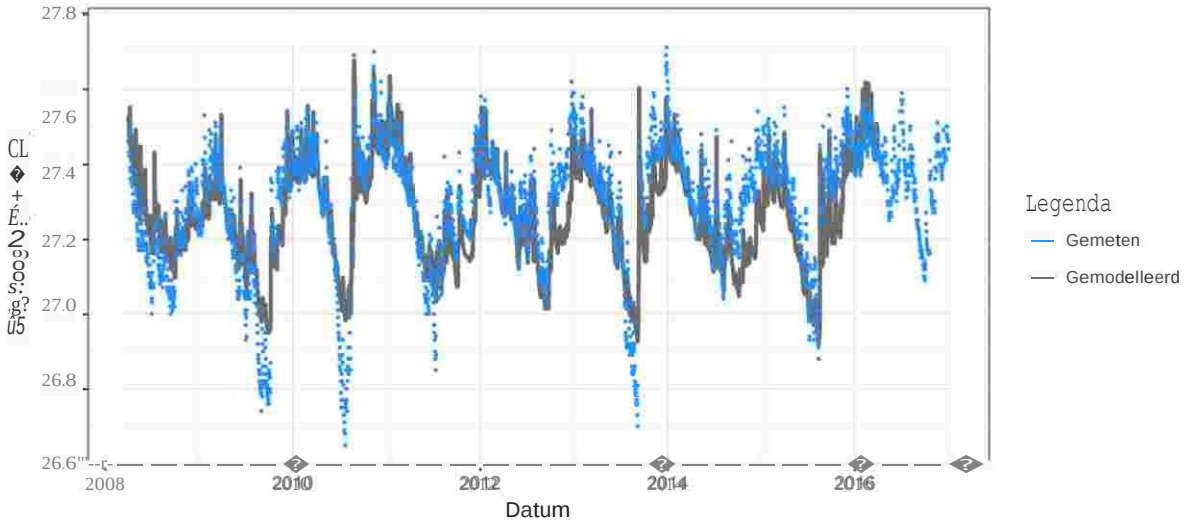
Peilbuis 841 E0440



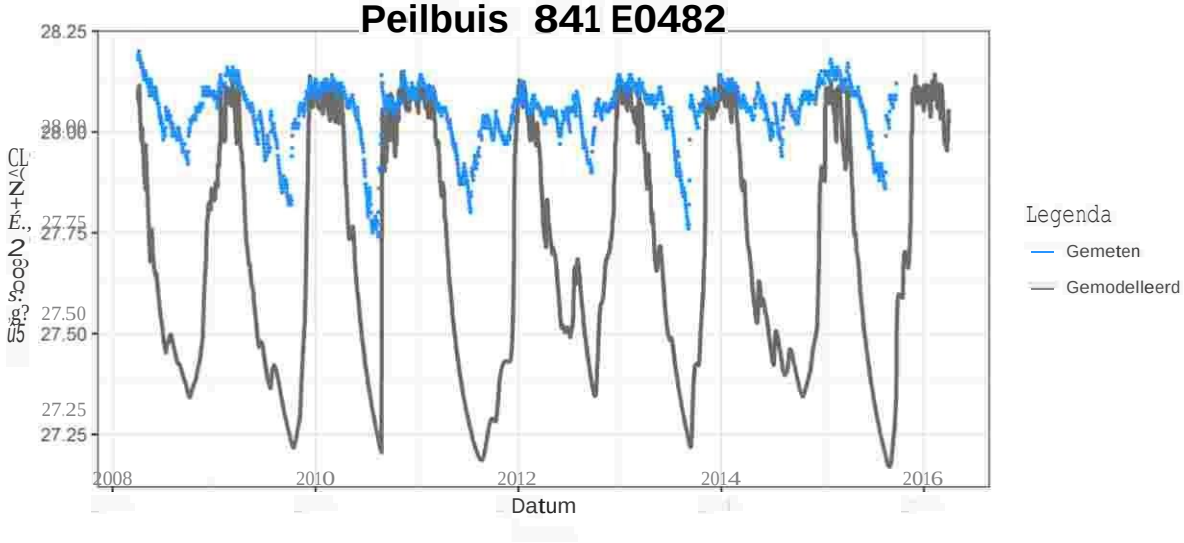
Peilbuis 841 E0446



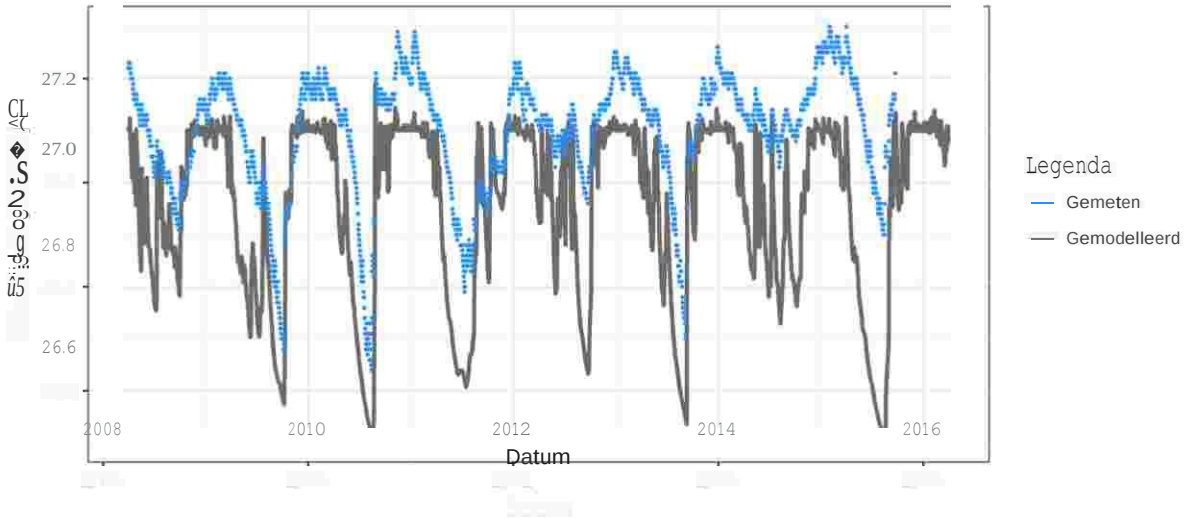
Peilbuis 841 E0448



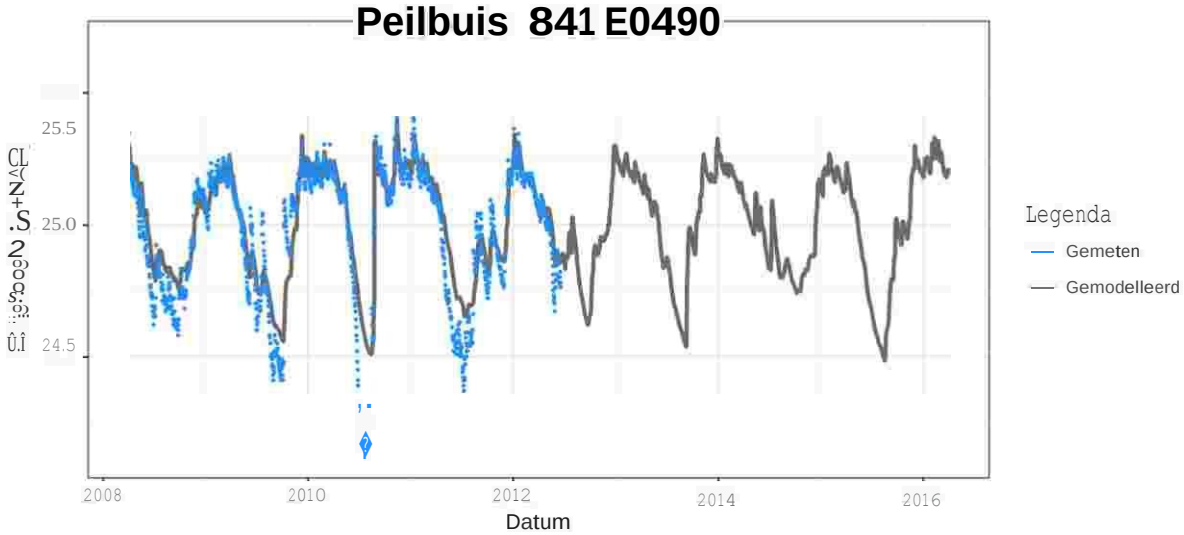
Peilbuis 841 E0482



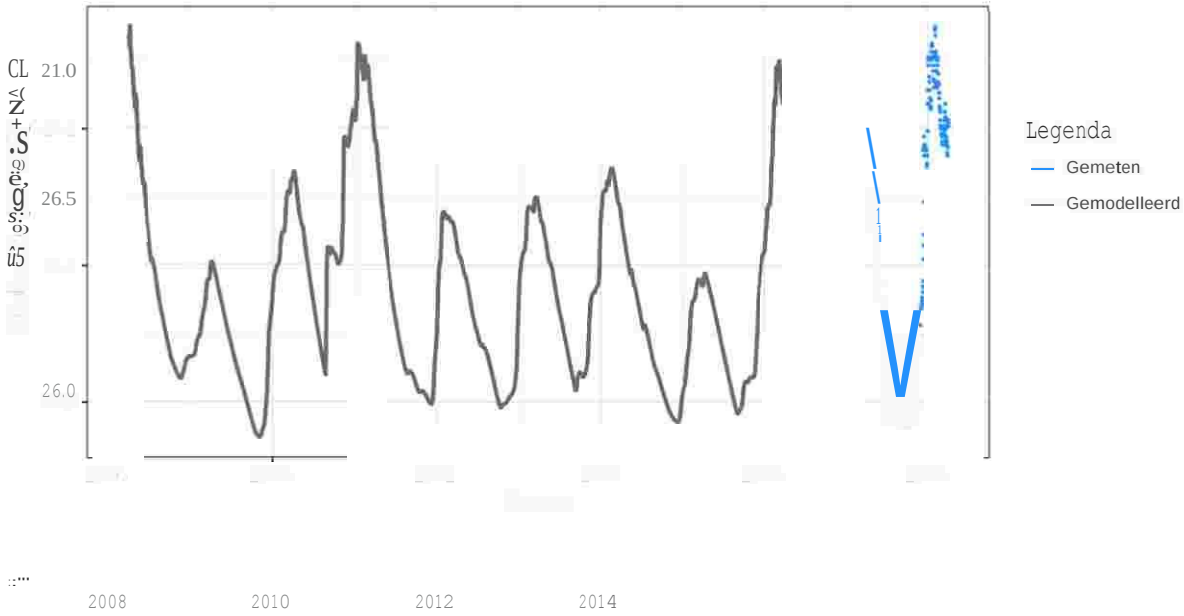
Peilbuis 841 E0486



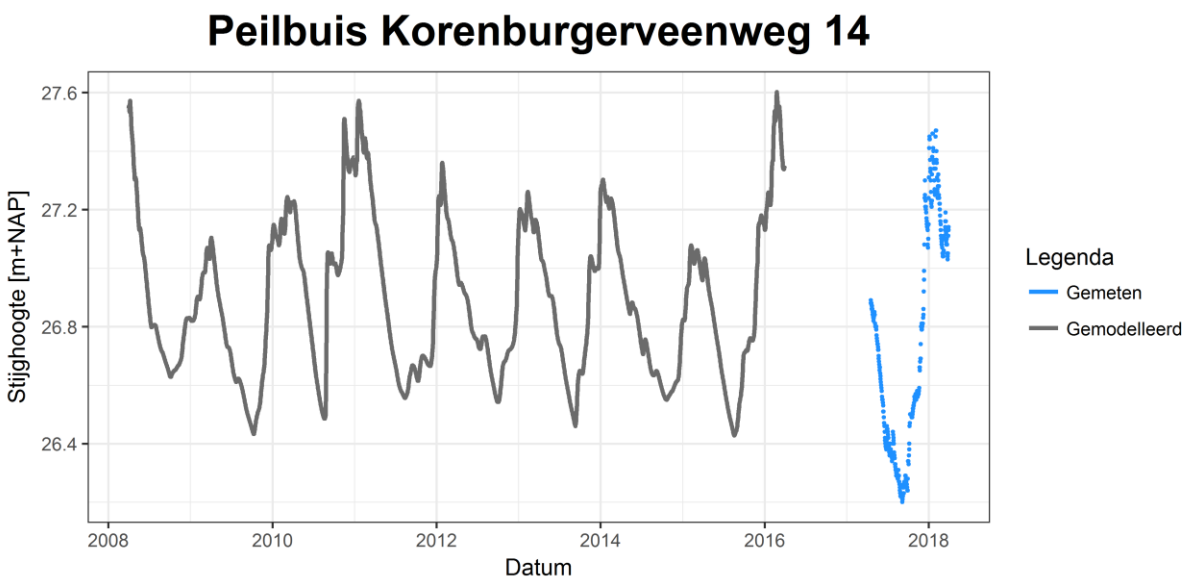
Peilbuis 841 E0490

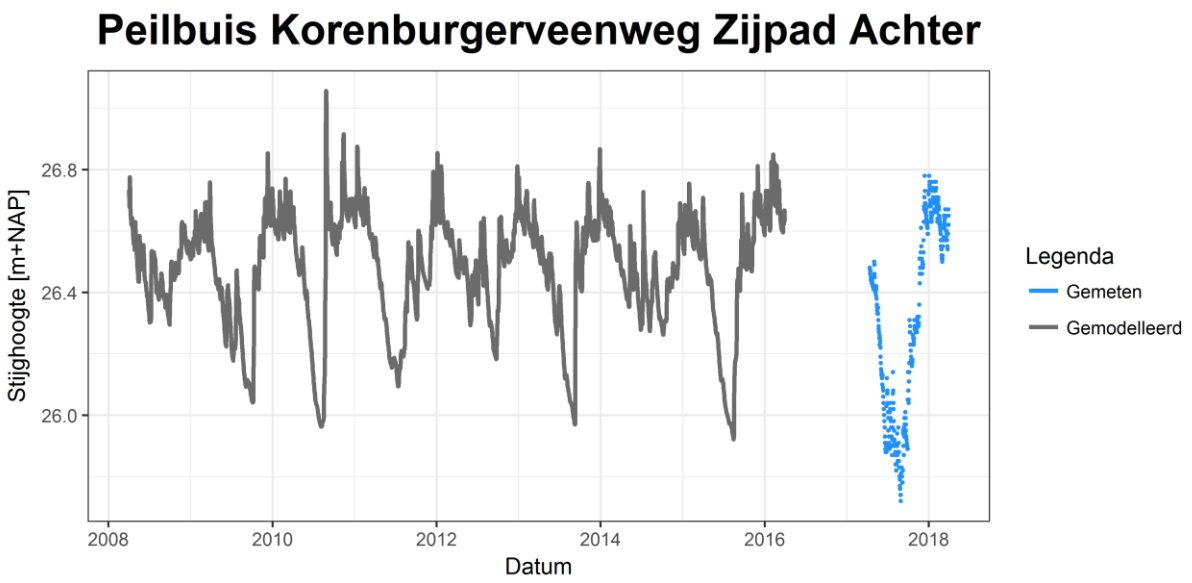


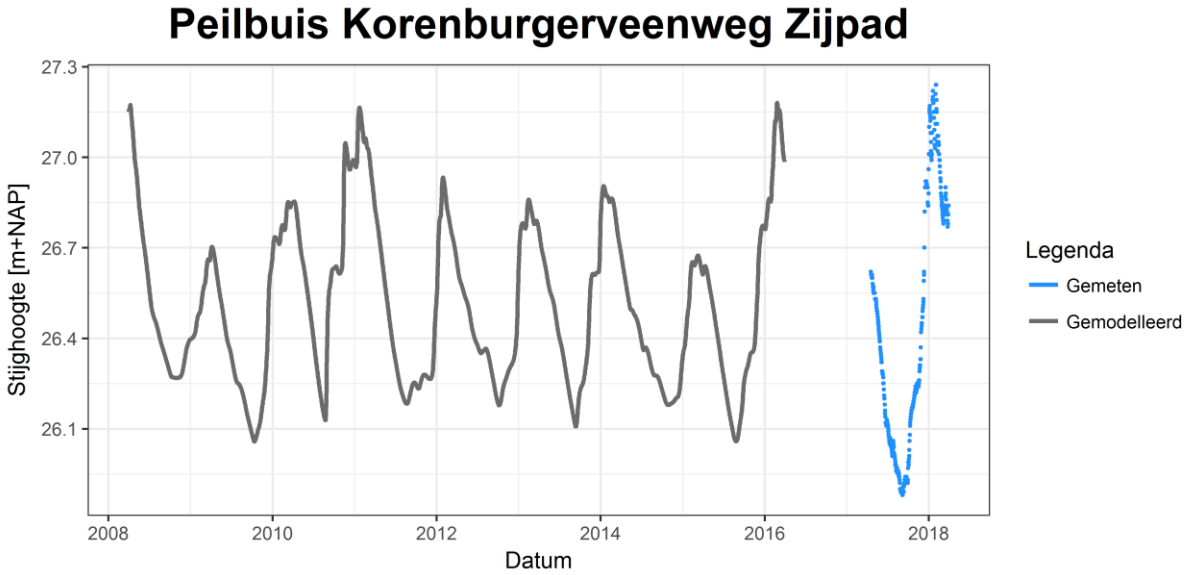
Peilbuis Grote Veldweg

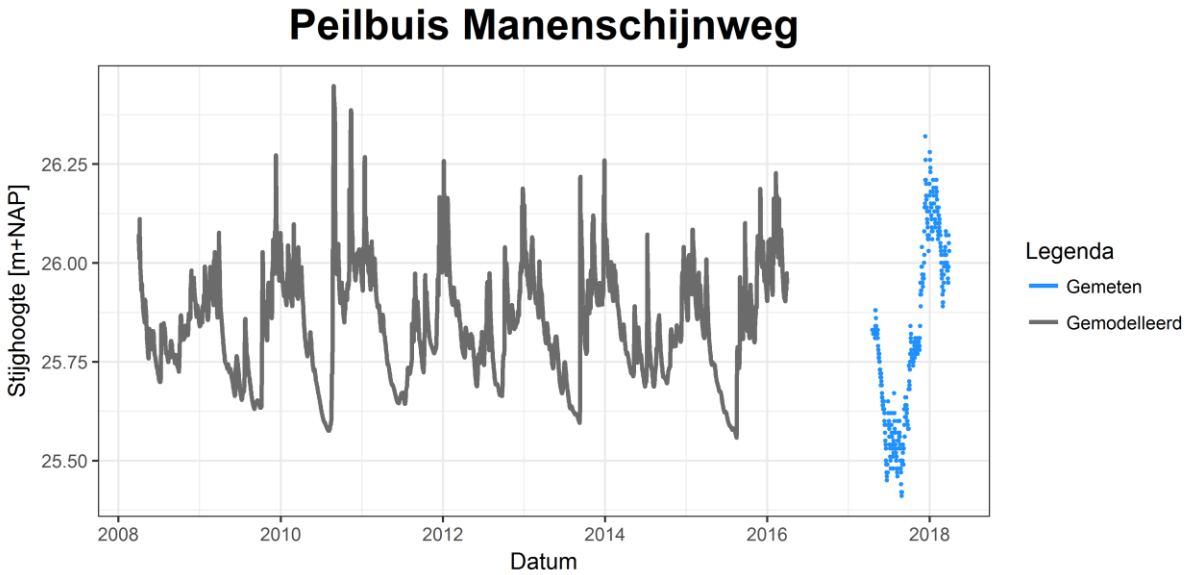


Peilbuis 841 E0486


Peilbuis Korenburgerveenweg 14
Stijghoogte [m+NAP]
27.6
27.2
26.8
26.4
2008
2010
2012
2014
2016
2018
Datum
Legenda
Gemeten
Gemodelleerd


Peilbuis Korenburgerveenweg Zijpad Achter
Stijghoogte [m+NAP]
26.8
26.4
26.0
2008
2010
2012
2014
2016
2018
Datum
Legenda
Gemeten
Gemodelleerd


Peilbuis Korenburgerveenweg Zijpad
Stijghoogte [m+NAP]
27.3
27.0
26.7
26.4
26.1
2008
2010
2012
2014
2016
2018
Datum
Legenda
Gemeten
Gemodelleerd


Peilbuis Manenschijnweg
Stijghoogte [m+NAP]
26.25
26.00
25.75
25.50
2008
2010
2012
2014
2016
2018
Datum
Legenda
Gemeten
Gemodelleerd

COLOFON

KORENBURGERVEEN
GEOHYDROLOGISCHE EFFECTENSTUDIE

KLANT
Waterschap Rijn en IJssel

PROJECTNUMMER
C01021.201078.0300

ONZE REFERENTIE

DATUM
10 september 2018

STATUS
Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com