

RAPPORT

Buffer Noordoost Bargerveen

Effecten op het grondwaterregime

Klant: Antea Group

Referentie: BG1364WATRP1901241359WM

Status: Finale versie/P01.01

Datum: 24 januari 2019

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Postbus 1132
3800 BC Amersfoort
Water
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Buffer Noordoost Bargerveen

Ondertitel: Buffer Noordoost Bargerveen
Referentie: BG1364WATRP1901241359WM
Status: P01.01/Finale versie
Datum: 24 januari 2019
Projectnaam:
Projectnummer: BG1364
Auteur(s): Ron Stroet

Opgesteld door: Liesanne Verwij, Evy Kleingeld

Gecontroleerd door: Ron Stroet

Datum/Initialen: 23 januari 2019

Goedgekeurd door: Frans Jorna

Datum/Initialen: 24 januari 2019

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Modelgebied en werkstappen voor het maken van modelrun	2
3	Beschrijving van de referentiemodellen en scenariomodellen	4
3.1	Referentiesituatie A	4
3.2	Referentiesituatie B	4
3.3	Scenario 1 en 2	7
4	Effecten van scenario 1 en 2 op het grondwaterregime	9
4.1	Scenario 1, veranderingen ten opzichte van huidige situatie (Ref B)	9
4.2	Scenario 1, cumulatieve effecten van Buffer Noordoost, Buffer Noord en de grenskade (t.o.v. Referentie A)	11
4.3	Scenario 2, veranderingen ten opzichte van huidige situatie (Ref B)	13
4.4	Scenario 2, cumulatieve effecten van Buffer Noordoost, Buffer Noord en de grenskade (t.o.v. Referentie A)	15

Bijlagen

Bijlage 1: Uitgangspuntennotitie

1 Inleiding

Aan de noordoostzijde van het Bargerveen is een bufferzone gepland. De gronden zijn in eigendom van Staatsbosbeheer en zijn vrij om in te richten. Beoogd is onder andere een verhoging van het waterpeil. Buffer Noordoost ligt vlakbij een zeer waardevol gebied met hoogveen, het Meerstalblok. Ook is er bebouwing in en rondom het gebied en grenst de buffer aan landbouwpercelen. Het is dan ook van groot belang om de effecten van de beoogde buffer zorgvuldig in beeld te brengen, zodat de inrichting daarop zonodig aangepast kan worden en de gesprekken met de omgeving goed gevoerd kunnen worden.

Met het grondwatermodel dat ook gebruikt is voor scenarioberekeningen voor Buffer Zuid (een bufferzone ten zuiden van het Bargerveen) zijn nu de effecten van de beoogde Buffer Noordoost berekend.

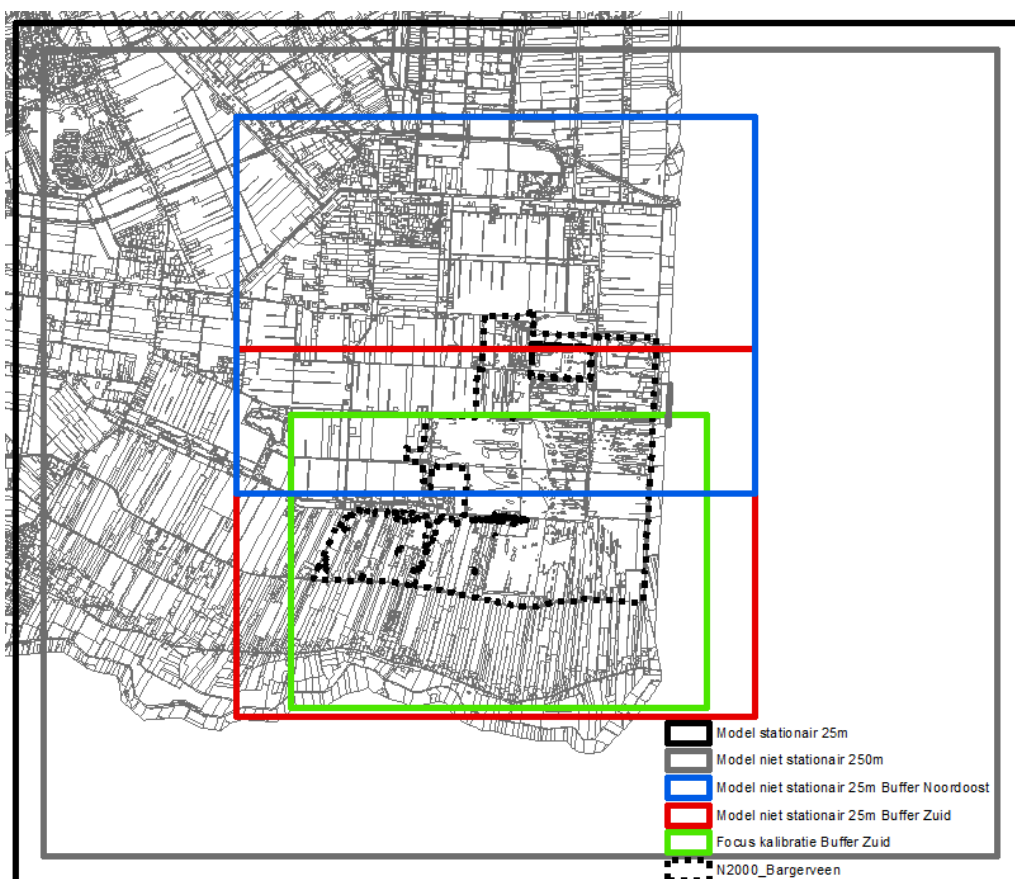
In deze rapportage wordt ingegaan op de aanpassingen die aan het model zijn gedaan voor de modellering van de referentiesituaties en worden de aanpassingen en effecten van de scenario's beschreven.



Figuur 1: Buffers aan de noordzijde van het Bargerveen

2 Modelgebied en werkstappen voor het maken van modelrun

De modellering is uitgevoerd met een niet-stationaire versie van het grondwatermodel MIPWA-Bargerveen. De modellering is uitgevoerd in drie stappen, met modelgebieden van verschillende omvang en verschillende omvang van de rekencellen (grids). De modelgebieden zijn weergegeven in Figuur 2. De buitenste contour is die van het MIPWA-Bargerveen-model, en is gelijk aan het model dat in 2014 door Grontmij is opgesteld¹. Om een modelrun te doorlopen worden eerst de gedetailleerde aanpassingen (bijvoorbeeld nieuwe sloten, sloten dempen, etc.) gemaakt in de grids. Dan wordt het model stationair doorlopen met een celgrootte van 25 m voor het hele modelgebied. In de resultaten van de stationaire 25 m run kan gecontroleerd worden of de aanpassingen in de grids (bijvoorbeeld sloten dempen) goed doorkomen in het model. Vervolgens wordt het niet-stationaire 250 m model gerund voor het hele modelgebied (minus 500 m aan elke zijde door de aanwezigheid van een buffer van 500 m), dit model creëert tijdsafhankelijke stijghoogten die fungeren als randvoorwaarde voor de niet-stationaire 25 m run. Als laatst wordt het niet-stationaire 25 m model gerund voor een kleiner gebied (Figuur 1). Er wordt gerekend met een afbreekfout van 1 mm voor de stijghoogte en een afbreekfout van 1 m³/dag per cel voor de waterbalans.



Figuur 2: Modelgrenzen

¹ Grontmij, 2014. Mipwa modelopzet Bargerveen. Actualisatie basisgegevens + nieuw lagenmodel. Projectnummer 326801. 17 februari 2014.

Grontmij 2014. MIPWA model Bargerveen. Validatie, aanpassing en kalibratie model. 335401/ss, revisie 2. 12 december 2014

Om de grondwateraanvulling te berekenen wordt gebruik gemaakt van de volgende grids:

- KNMI grids voor neerslag en verdamping (referentie verdamping voor gras), ontleend aan MIPWA 2.2. Voor de 'no-data' gebieden (Duitsland) zijn deze grids aangevuld met dezelfde waarden als op een punt vlak bij de grens met Duitsland (X = 272838 Y = 525974).
- De landgebruikkaart van MIPWA 3.0 (LGN).
- Een tabel met per decade een gewasfactor per landgebruikstype.
- Op dagbasis wordt de recharge (P_{nuttig}) met de volgende formule berekend:

$$P_{\text{nuttig}} = P_{\text{KNMI}} - \text{factor} * ET_{\text{ref}}$$

3 Beschrijving van de referentiemodellen en scenariomodellen

Om de effectenanalyse voor de Buffer Noordoost en de cumulatieve effecten van Buffer Noord en Buffer Noordoost inzichtelijk te maken, is er met vier modelvarianten gewerkt en deze worden met elkaar vergeleken. In dit hoofdstuk worden de doorgevoerde modelaanpassingen per modelvariant besproken.

3.1 Referentiesituatie A

Dit is de situatie vóór de aanleg van Buffer Noord en de werkzaamheden aan de grenskade (2015).

Na een gedetailleerde analyse bleek dat enkele watergangen die bestonden vóór de werkzaamheden aan de grenskade nog niet in het model waren opgenomen (zie ook figuren in Bijlage 1). Het gaat om de sloot parallel aan de grenskade aan de Duitse kant. Daarnaast gaat het om 2 sloten in Duitsland, loodrecht op de sloot aan de Grenskade, één aan de noordzijde van deze sloot en één aan de zuidzijde van deze sloot. Deze sloten worden in referentiesituatie A als 'rivers' ingevoerd. Peilen worden afgeleid uit ontwerptekeningen van de Grenskade en peilen van aansluitende watergangen in Duitsland. De conductance is gelijk aan aansluitende watergangen in Duitsland.

De bestaande kade langs de noordrand van het Bargerveen was nog niet opgenomen in het model. Deze nemen we op (voor locatie zie figuren in Bijlage 1):

- Breedte 1 rekencel (25 m).
- KD laag 1 = 0 m²/dag.
- Overlandflow is NAP+20.75 m.

3.2 Referentiesituatie B

Dit is situatie na volledige realisatie van Buffer Noord en de werkzaamheden aan de grenskade. Over de maatregelen die in het kader van Buffer Noord en de grenskade zijn genomen is een MER opgesteld². Voor alle maatregelen zijn vergunningen aangevraagd en verleend. Het betreft dus afgehandelde zaken. In het MER zijn de effecten van Buffer Noord op een iets eenvoudiger wijze berekend dan in dit rapport. Het model is nu uitgebreider en completer, doordat geen gemiddeld hydrologisch jaar is doorgerekend, maar een reeks van werkelijk opgetreden meteorologische jaren. De effecten in het MER blijken vrijwel gelijk te zijn aan de effecten die nu worden berekend (paragraaf 4.2 in dit rapport). De effecten van de grenskade op het grondwaterregime zijn in het MER bepaald zonder modelberekening en tekstueel beschreven. Ook die effecten zijn ook overeenkomstig hetgeen nu is berekend. Zie ook paragraaf 4.2.

Een overzicht van alle verschillen tussen referentiesituatie B en referentiesituatie A is weergegeven op kaart in Figuur 3. Het bevat de volgende maatregelen:

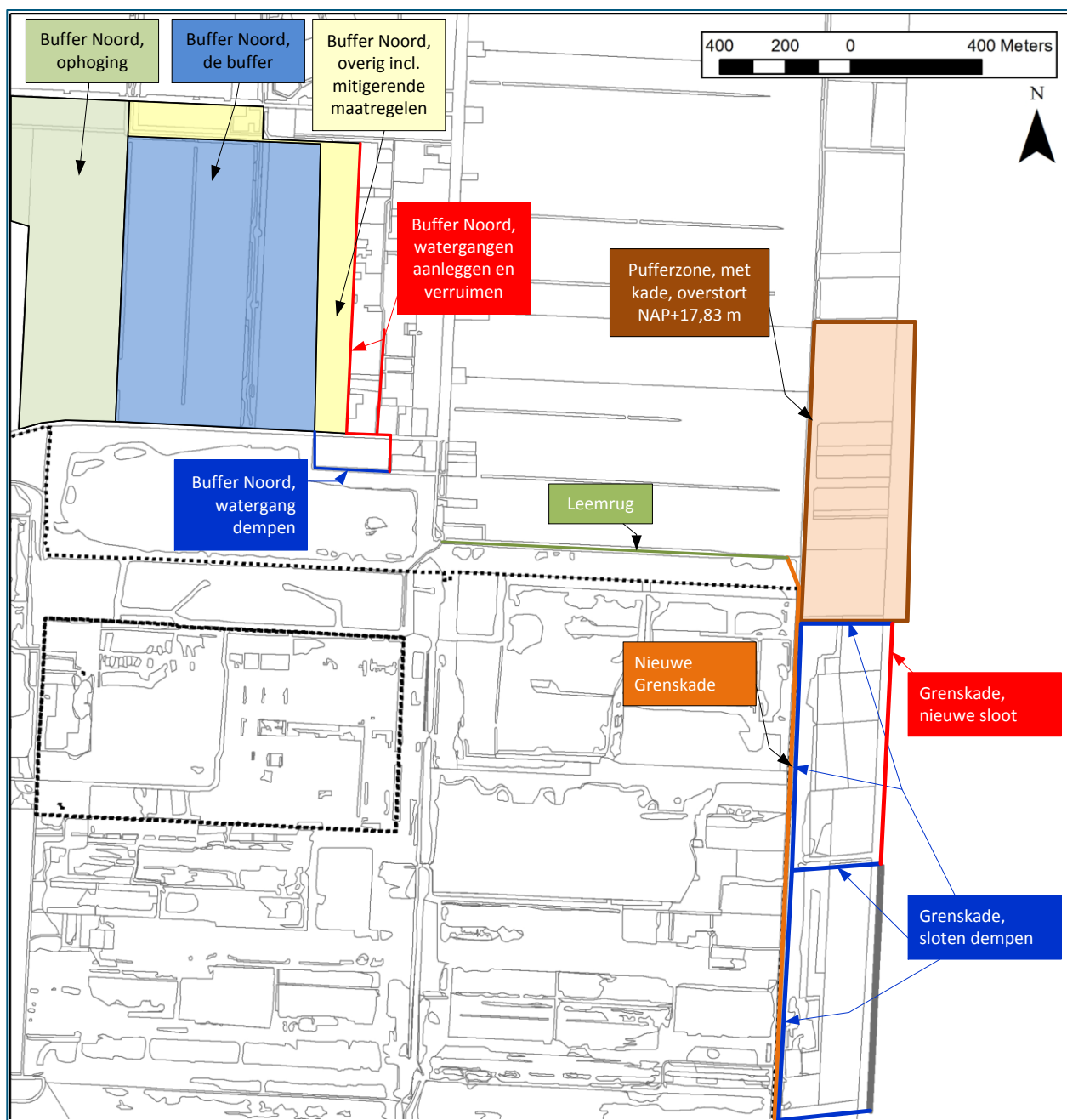
1 Buffer Noord:

Dit is de situatie na aanleg van Buffer Noord (2016). Buffer Noord is op de volgende manier ingebouwd in het model:

- a. Een hoog doorlaatvermogen in modellaag 1 (kD=10.000 m²/d). De bergingscoëfficiënt wordt verhoogd (S=1).
- b. De weerstand tussen modellaag 1 en modellaag 2 (c1) is 30 tot 75 dagen. Dat is iets lager dan bij het Laagwaterbekken (geijkt, 130 dagen), omdat we er van uitgaan dat de bodem van Buffer Noord nu schoner is en nog niet dichtgeslibd.

² Royal HaskoningDHV. MER Buffer Noord – Zwartemeer. Referentie: WATBD5038R001F03, Versie: 03/Finale versie. Datum: 11 januari 2016. Zie voor de geohydrologische effecten van Buffer Noord: verandering GHG conform VKA, figuur 7-6 en 7-7. Verandering GLG conform VKA+, figuur 8-2 en 8-3. Zie voor geohydrologische effecten van de grenskade pagina 63 en 64.

- c. In de winter wordt water aangevoerd naar Buffer Noord, vanuit het Laagwaterbekken, in de zomer vindt wateraanvoer plaats van buiten het modelgebied (VKA+). Dit wordt gemodelleerd met een 'river' (infiltratie mogelijk), met peil conform het ontwerp van Buffer Noord en een hoge conductance (10.000 m²/dag per cel van 25x25 m, ofwel weerstand 0,0625 dagen). Dat is een hoge conductance, omdat alle weerstand is gemodelleerd in c1.
 - d. Overige ingrepen buiten de eigenlijke buffer (mitigerende maatregelen,
2. Weiteveen (niet weergegeven in Figuur 3): Diverse (reeds in scenario BZ_02AUTO2 geïmplementeerde) kleine aanpassingen aan het oppervlaktewatersysteem.



Figuur 3: Wijzigingen in Referentiesituatie B ten opzichte van Referentiesituatie A

3. Duitse Pufferzone:
 - a. Detailontwatering uitzetten ('rivers' verwijderen).
 - b. Maaiveldontwatering (overlandflow) op NAP+17.83 m.
 - c. Waarschijnlijk staat hier zelden of nooit water boven maaiveld. Daarom geen open water verdamping. Grondgebruik was granen. Dit terrein zal begroeid raken met natuurlijk gras en struiken. In het model het gewas echter niet gewijzigd. Het verschil van de grondwateraanvulling is echter zeer beperkt, en dit heeft daarom geen significant gevolg voor de berekende grondwaterstand. Het doorlaatvermogen en berging coëfficiënt blijven ook ongewijzigd.
4. Grenskade:
 - a. Drie dwarssloten en de sloot parallel aan de Grenskade worden gedempt (uit 'rivers' verwijderd).
 - b. De detailontwatering (2 sloten tussen Grenskade en de bestaande sloot ten oosten) uitzetten in het model (uit 'rivers' verwijderd).
 - c. Een nieuwe Noord-Zuid sloot in het zuiden aansluitend op bestaande sloot, wordt met dezelfde dimensies en parameters ingebouwd in de riverpackage met een peil van NAP+15.55 m voor zowel de bestaande als de nieuwe sloot.
 - d. De Grenskade is 30 meter breed (zie bestek Buffer Noord). De grenskade wordt als volgt in het model ingebouwd:
 - o 1 cel breed (25 m);
 - o overlandflow variërend van NAP+19,2 m tot NAP+20,9 m;
 - o kD laag 1 = 0 m²/dag (leemshot aan de zijde van het Bargerveen).
5. Leemrug op gliede laag is 20 m breed:
 - a. De leemrug wordt ingevoerd in het model (1 rekencel, 25 m), overlandflow zoals gegeven in bestek Buffer Noord naar NAP+ 17.50 m en kD laag 1 = 0 m²/dag.

3.3 Scenario 1 en 2

Dit is referentiesituatie B (met Buffer Noord) met daarbij Buffer Noordoost. De inrichtingswens ziet er als volgt uit (Figuur 4) (Bron: memo Antea 'Effectberekeningen buffer Noordoost Bargerveen', 4-4-2018):

1. De sloot aan de noordzijde van het SBB-terrein verbreden en verdiepen en voorzien van een plasberm aan de zijde van SBB.
2. Een peilverhoging van NAP +15,35 / +15,55 m naar NAP +16,5 (scenario 2) of +15,8 (scenario 1) m in de buffer.
3. Het terrein ophogen naar bij voorkeur NAP +17,2 m.
4. Het dempen van de tussensloot.
5. De bermsloot aan de westzijde voorzien van een stuw en het peil opzetten.



Figuur 4: Inrichtingswens Buffer Noordoost gemaakt door Staatsbosbeheer (Bron: memo Antea 'Effectberekeningen buffer Noordoost Bargerveen', 4-4-2018)

Noord

Zuid



Figuur 5: Foto Bargerveen veldbezoek Ron Stroet, 06-12-2016. Foto vanaf de bestaande kade tussen Bargerveen en het terrein waar Buffer Noordoost wordt aangelegd

Figuur 5 toont een foto van het Bargerveen gebied. De foto is genomen vanaf de kade tussen het N2000 Bargerveen gebied (Zuid) en het perceel beoogd voor Buffer Noordoost (Noord). In onderstaande tabel worden van Zuid naar Noord de modelaanpassing besproken:

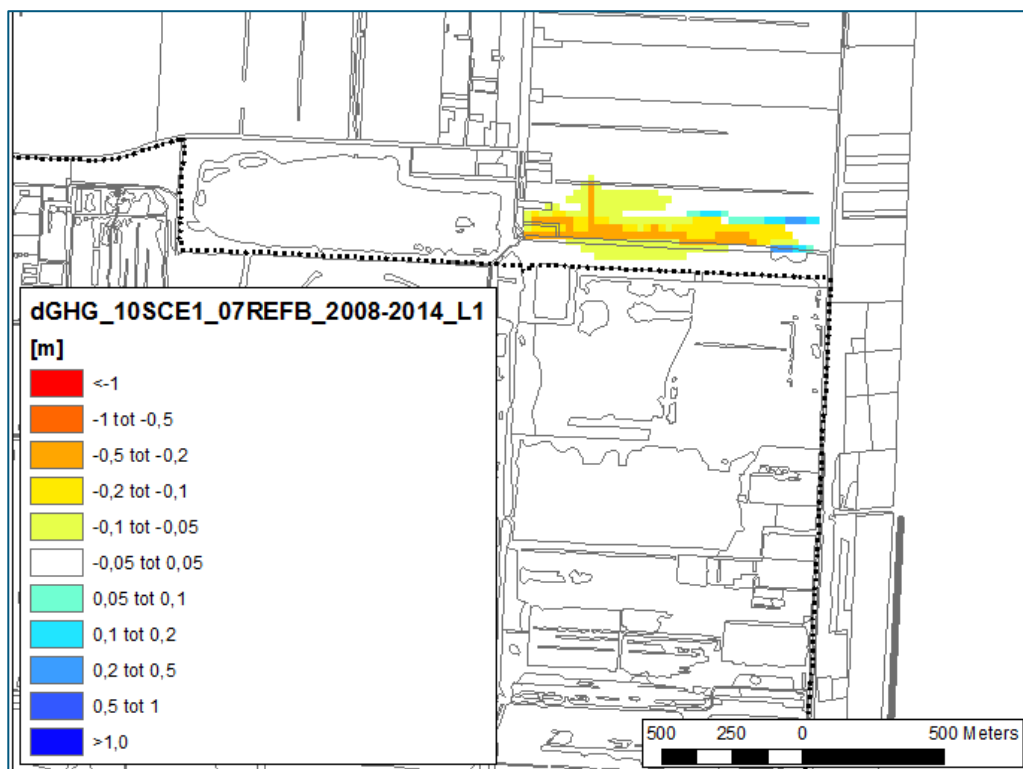
	Scenario 1	Scenario 2
1	Verbreden sloot in Buffer Noordoost (achter gele bijenkasten). Wij gaan ervan uit dat dit een diepe sloot is die tot in modellaag 2 reikt. De sloot wordt gemodelleerd als drain. Dat wil zeggen dat er alleen water kan worden afgevoerd. Er wordt geen water aangevoerd naar Buffer Noordoost. De sloot krijgt een intreeweerstand van 10 dagen. Het drainageniveau van de sloot in buffer Noordoost wordt verhoogd naar NAP+15,8 m. Deze sloot ³ had in de referentiesituatie A en B een peil van NAP+15,7 m.	Idem, peil verhoogd naar NAP+16,5 m.
2	Rondom het kantoor van Staatbosbeheer wordt een sloot aangelegd met peil NAP+15,8 m	Idem, peil NAP+16,5 m
3	Oppervlaktewater (plassen) aansluitend op de verbrede sloot. Peil NAP+15,8 m. Deze plassen krijgen een conductance van 12.5 m ² /dag in de eerste laag en 50 m ² /dag in de tweede laag.	Idem, peil NAP+16,5 m
4	Het maaiveld wordt ter plaatse van Buffer Noordoost in het model aangepast naar NAP+17,2 m (Figuur 4, gele gebied) en NAP+16,1 m (Figuur 4, grijze gebied). In scenario 1 staan hier lisdodden.	Het grijze gebied kan onder water staan bij hoge waterstanden. Daar wordt een drain gemodelleerd op NAP+16,5 m.
5	De bovenstaande 4 punten zorgen voor een toename in totale conductance van de ontwatering van 1900 m ² /dag naar 2500 m ² /dag.	Toename van de conductance naar 7000 m ² /dag.
6	De tussensloot wordt uit het model gehaald (uit 'rivers' verwijderd).	
7	Verandering grondgebruik. Van aardappels (gwa =gemiddeld 0,854 mm/dag) naar grasland (gwa=gemiddeld 0,614 mm/dag) en naar open water (gwa =gemiddeld 0,267 mm/dag).	
8	De sloot ten noorden van Buffer Noordoost wordt niet verbreed. Er komt een plasberm maar dat leidt niet tot wijzigingen in het grondwatermodel.	

³ De waterstanden in de referentiesituatie (zowel A als B) hebben wij ontleend aan het oorspronkelijke model, waarin peilen en verhangen zaten die afkomstig zijn van brondata van het waterschap. Het peil in de sloot pal noordelijk van Bargerveen is volgens die gegevens NAP+15.7 m. Dat komt exact overeen met de hoogten in deze sloot in het AHN2 grid 0,5x0,5 m. Dit peil is hoger dan het streefpeil dat is opgenomen in de peilvakkenkaart van Waterschap Vechtstromen (NAP+15,5 m). De ervaring leert dat het werkelijke peil vaak anders is dan het administratieve peil. Daarom gaan we ervan uit dat het werkelijke peil in de huidige situatie NAP+15,7 is. Het peil in de wijk aan de noordgrens van Buffer Noordoost is zowel volgens AHN, de peilvakkenkaart als het grondwatermodel in de huidige situatie gemiddeld circa NAP+15,35 m.

4 Effecten van scenario 1 en 2 op het grondwaterregime

4.1 Scenario 1, veranderingen ten opzichte van huidige situatie (Ref B)

In essentie is de waterhuiskundige ingreep beperkt. Het komt neer op een verhoging van het ontwateringsniveau van NAP+15,7 m naar NAP+ 15,8 m, in combinatie met een kleine vermindering van de grondwateraanvulling (open water en grasland, in plaats van akkerbouw) en een verlaging van de drainageweerstand door de aanleg van de nieuwe waterpartij (toename van de totale conductance). De effecten van scenario 1 op het grondwaterregime zijn klein. Ter plaatse van Buffer Noordoost treedt een beperkte verlaging op van de GHG (Figuur 6), van 5 tot maximaal 20 cm, ondanks het feit dat het ontwateringsniveau wordt verhoogd van NAP+15,7 naar NAP+15,8 m. Dit is het gevolg van de vergroting van het natte oppervlak in Buffer Noordoost. De effecten buiten het terrein van Buffer Noordoost zijn kleiner dan 5 cm.

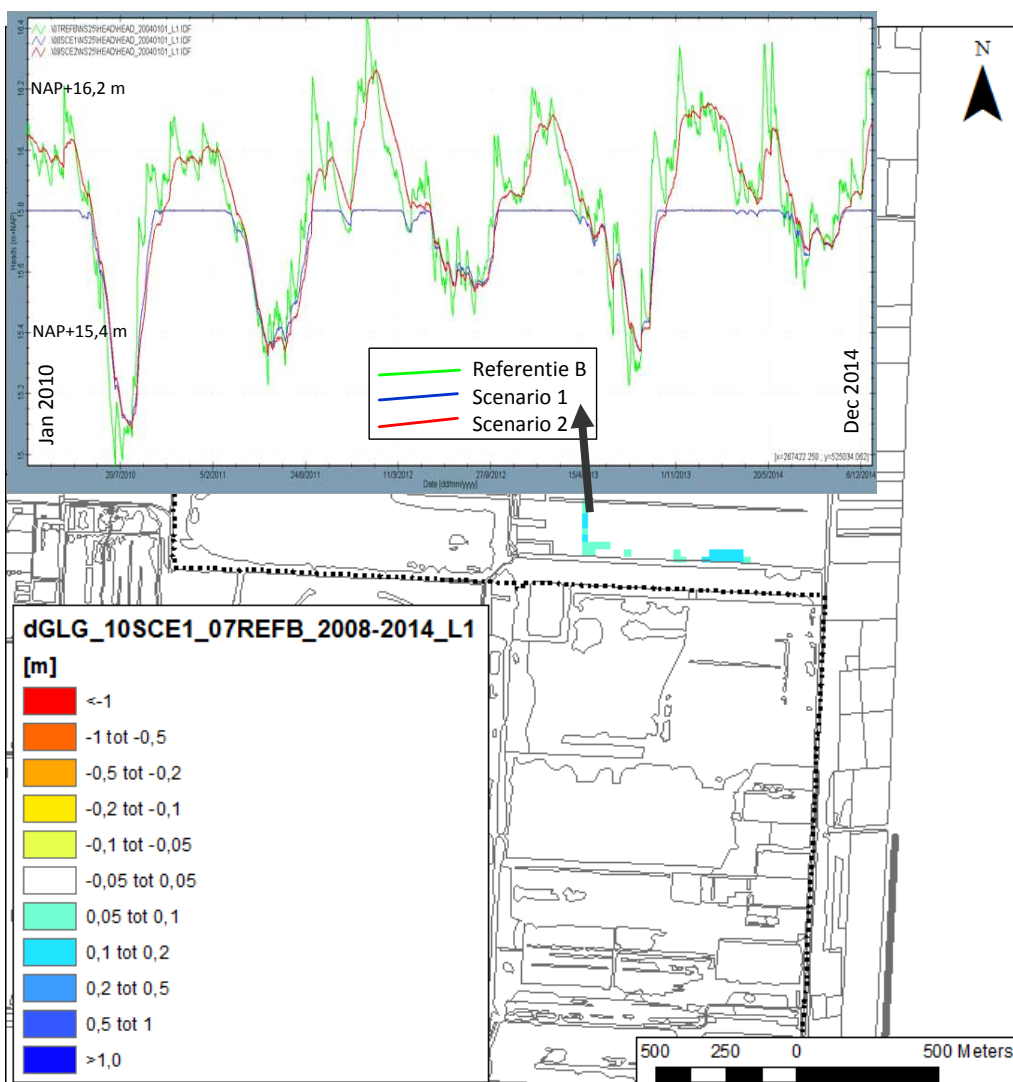


Figuur 6: Verandering van GHG voor scenario 1 ten opzichte van referentiesituatie B voor de periode 2008 – 2014

In de zomer (GLG) wordt een zeer geringe verhoging van de grondwaterstand berekend (Figuur 7). Dit is een gevolg van het iets hogere oppervlaktewaterpeil en daardoor kleinere afvoer.

Binnen het gebied van Buffer Noordoost kan de (grond)waterstand uitzakken tot een niveau lager dan het zomerpeil in het landbouwgebied ten noorden van de buffer (NAP+15,5 m). Volgens het model gebeurt dat zowel in de huidige situatie (Referentie B) als bij de scenario's: Uit de berekening volgt dat het peil kan dalen naar NAP+15,3 m of nog iets lager. Het model overschat die daling enigszins. De daling wordt veroorzaakt door het verdampingoverschot in de zomer. De vegetatie onttrekt vocht aan de bodem, dat door capillaire opstijging vanuit het verzadigde grondwater wordt gevoed. Daardoor daalt de grondwaterstand. Het is mogelijk dat de grondwaterstand daalt tot onder het niveau van het oppervlaktewater. Als dat er wateraanvoer op peil wordt gehouden treedt er infiltratie op en ontstaan er in de percelen zogenaamde holle grondwaterspiegels. Als het niet op peil wordt gehouden daalt ook het oppervlaktewaterpeil.

Als de grondwaterstand te diep wordt neemt de capillaire opstijging af en kunnen de planten minder verdampen (verdampingsreductie). Dat proces is in dit grondwatermodel niet opgenomen. Het treedt op als de grondwaterstand dieper wordt dan de zogenaamde kritieke stijghoogte. De bodem in het gebied ten noorden van Buffer Noordoost bestaan uit zwaklemig fijn zand met een moerig veenkoloniaal dek van circa 30 tot 60 cm. Bij zo'n bodem is de kritieke stijghoogte ruim 1 m onder de wortelzone, ofwel circa 1,3 tot 1,5 m onder maaiveld. De maaiveldhoogte in het landbouwgebied ten noorden van Buffer Noordoost is gemiddeld circa NAP+16,8 m. Dat betekent dat bij grondwaterstanden dieper dan circa NAP+15,4 m verdampingsreductie met orde 50% optreedt. Gemiddeld wordt dat minder dan circa 1 maand per jaar berekend, en gaat het dus om ruwweg 20 tot 30 mm verdampingsreductie. De bergingscoëfficiënt in het model is 0,15. Dat betekent dat het model de daling van de grondwaterstand met orde van grootte 10 tot 20 cm overschat.

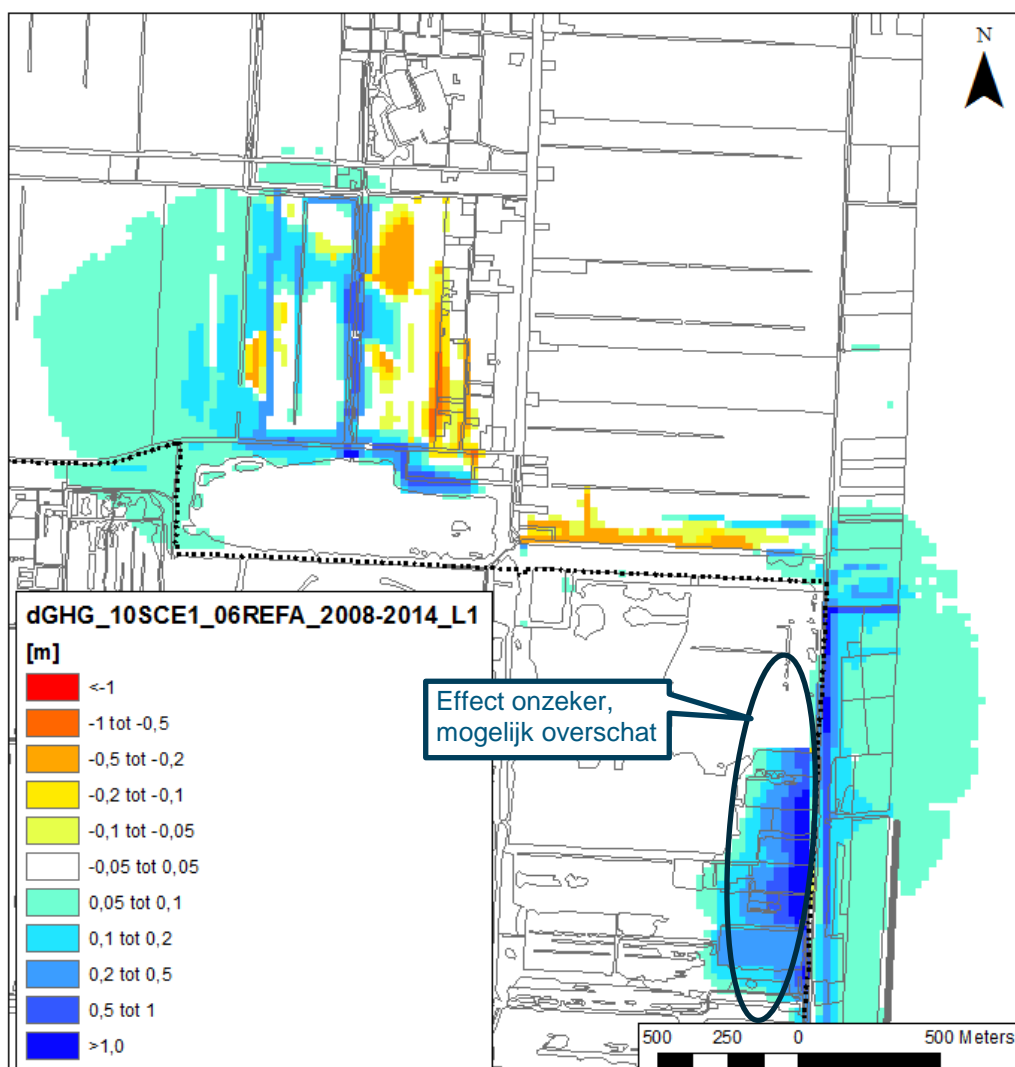


Figuur 7: Verandering van GLG voor scenario 1 ten opzichte van referentiesituatie B voor de periode 2008 – 2014

4.2 Scenario 1, cumulatieve effecten van Buffer Noordoost, Buffer Noord en de grenskade (t.o.v. Referentie A)

Figuur 8 toont de berekende cumulatieve effecten op de GHG. Daaruit volgt dat de effecten van Buffer Noordoost (scenario 1) klein zijn in vergelijking met de effecten van Buffer Noord en de Grenskade. Bij Buffer Noord wordt water op een verhoogd peil vastgehouden en wordt in de zomer water aangevoerd. Daardoor treden daar verhogingen van de grondwaterstand op. Deze verhogingen worden bij de bebouwing van Zwartemeer weggenomen door mitigerende maatregelen tussen Buffer Noord en de bebouwing. Dit berekeningsresultaat is in overeenstemming met eerder uitgevoerde effectberekeningen⁴. De verschillen zijn maximaal 5 cm.

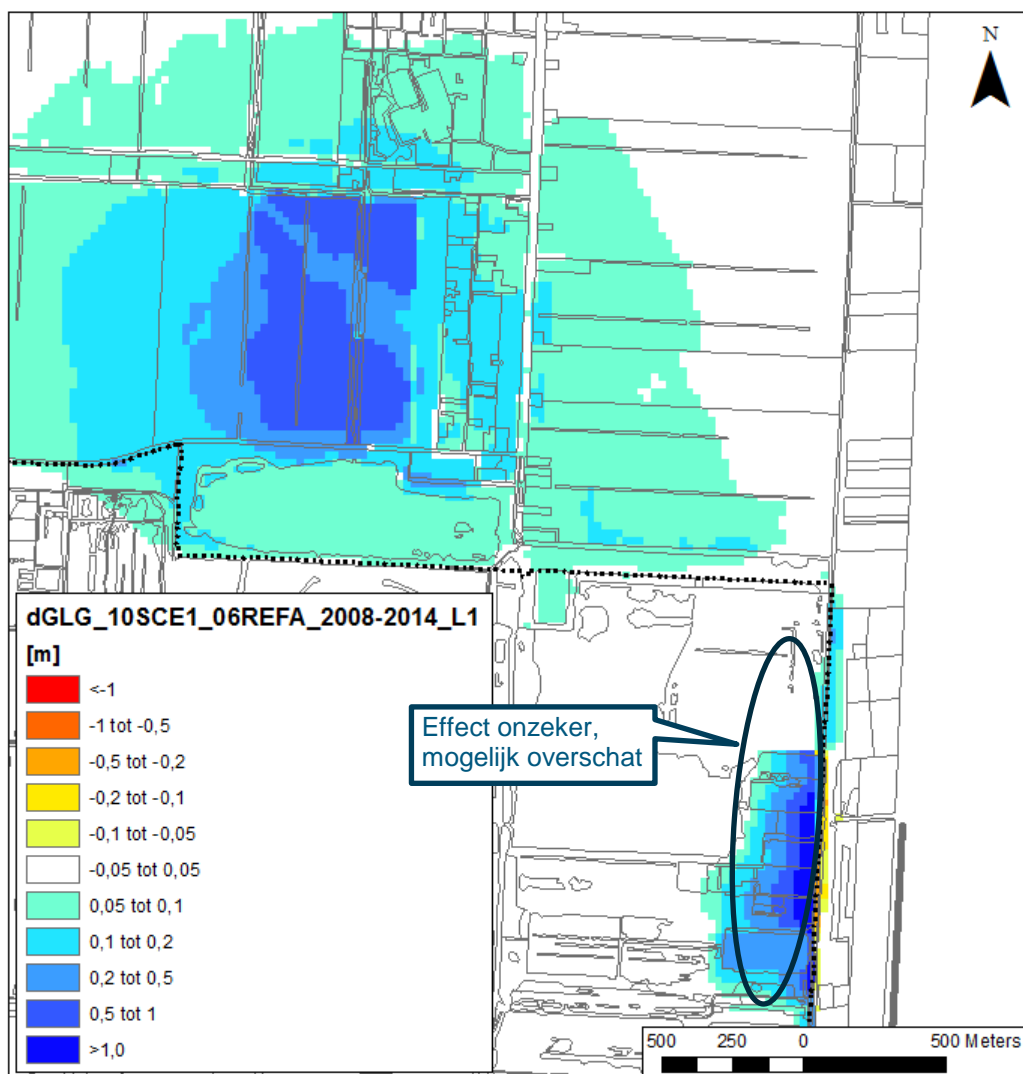
Het dempen van de Duitse watergang bij de grenskade leidt ook tot verhogingen van de GHG. Ook deze effecten zijn significant groter dan die bij Buffer Noordoost.



Figuur 8: Verandering van GHG voor scenario 1 ten opzichte van referentiesituatie A voor de periode 2008 – 2014

⁴ Royal HaskoningDHV. MER Buffer Noord – Zwartemeer. Referentie: WATBD5038R001F03, Versie: 03/Finale versie. Datum: 11 januari 2016. Zie voor de geohydrologische effecten van Buffer Noord: verandering GHG conform VKA, figuur 7-6 en 7-7. Verandering GLG conform VKA+, figuur 8-2 en 8-3. Zie voor geohydrologische effecten van de grenskade pagina 63 en 64.

Figuur 9 toont de berekende cumulatieve effecten op de GLG. Deze effecten worden vrijwel volledig veroorzaakt door Buffer Noord en de Grenskade. De berekende effecten van Buffer Noordoost zijn verwaarloosbaar klein.



Figuur 9: Verandering van GLG voor scenario 1 ten opzichte van referentiesituatie A voor de periode 2008 – 2014

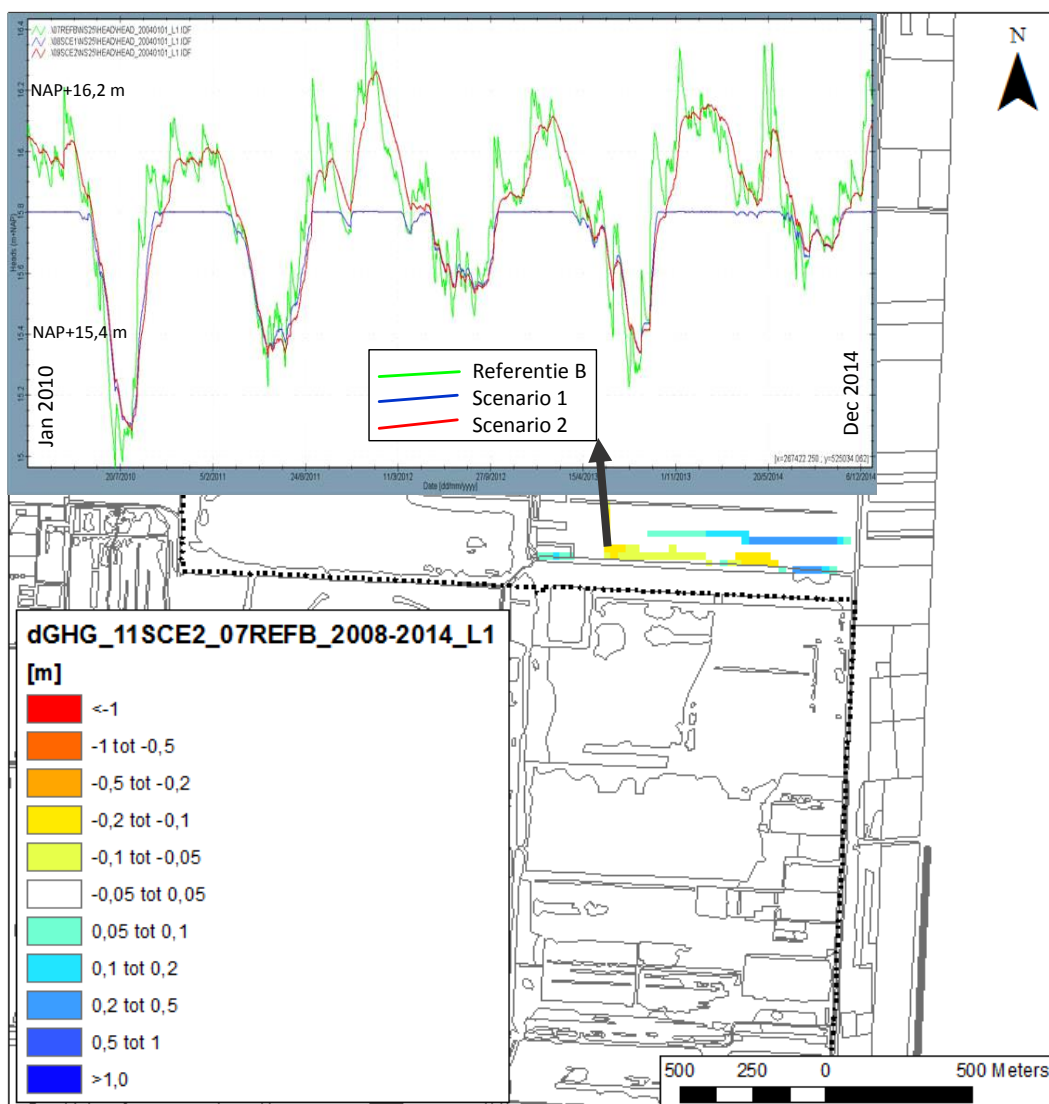
De nu berekende effecten van de Grenskade en het dempen van de sloot langs de grenskade komen overeen met de effectbeschrijving in het MER:

- 1 In Duitsland oostelijk van de grenskade: in het MER staat: een verhoging van de GHG van 10 tot 50 cm bij de gedempte sloot en geen significant effect op de GLG. Dit is overeenkomstig Figuur 8 en Figuur 9.
- 2 In het Bargerveen: in het MER staat: verhoging van grondwaterstanden in het Bargerveen, die echter niet nauwkeurig is vast te stellen, omdat grondwaterstand onder het onderhoudspad (voor de aanleg van de grenskade) onbekend is. Met het model worden nu significante effecten op zowel GLG als GHG berekend. Deze zijn echter onzeker en worden mogelijk overschat, omdat het model niet is geijkt op grondwaterstanden in het oude onderhoudspad en juist westelijk daarvan. Dit is dus overeenkomstig het MER.

4.3 Scenario 2, veranderingen ten opzichte van huidige situatie (Ref B)

De essentie van de ingrepen bij scenario 2 is een verhoging van het ontwateringsniveau van NAP+15,7 m naar NAP+ 16,5 m, in combinatie met een kleine vermindering van de grondwateraanvulling (open water, natte natuur en grasland, in plaats van akkerbouw), en een toename van de berging door omvorming van akkerland naar open water.

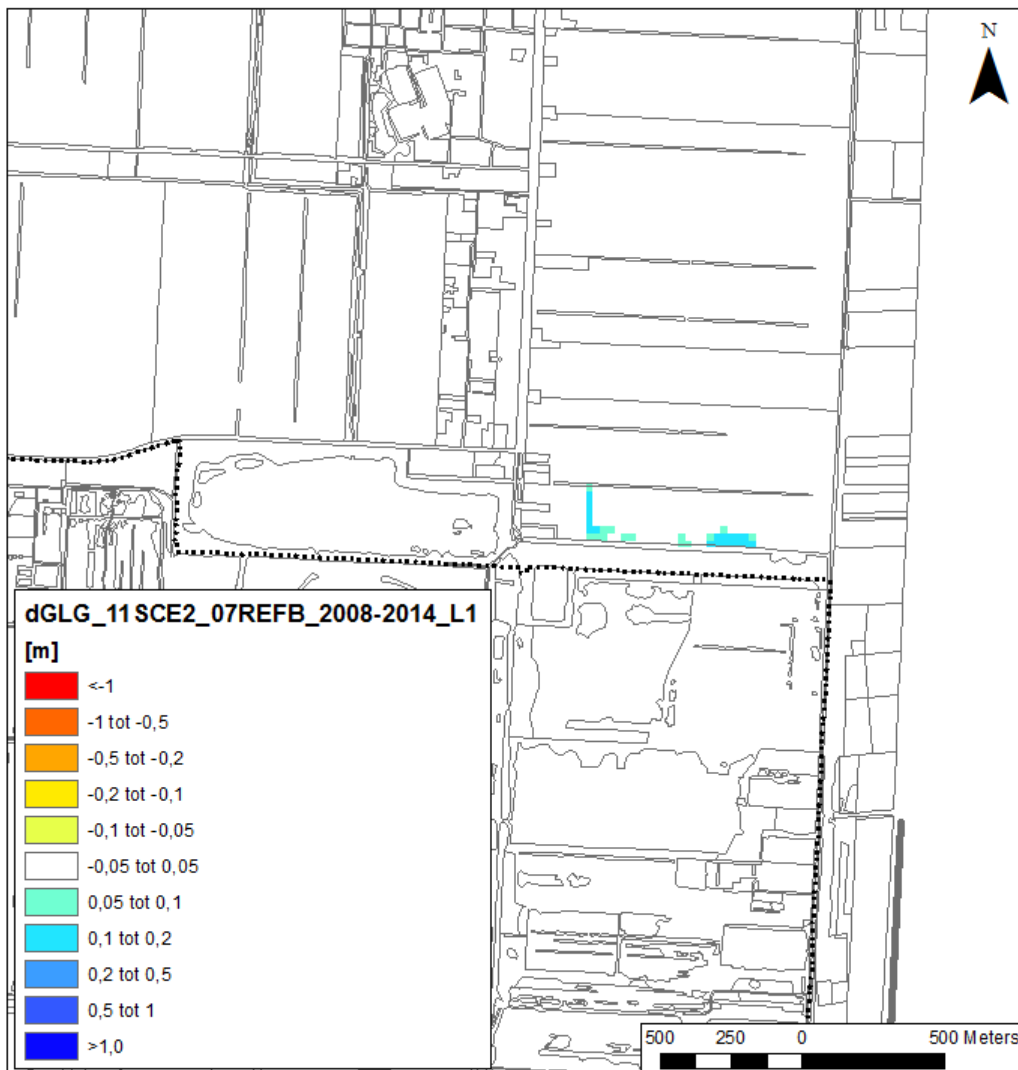
De effecten van scenario 2 op het grondwaterregime zijn klein. Ter plaatse van het open water in Buffer Noordoost treedt een beperkte verlaging op van de GHG (Figuur 6), van 5 tot maximaal 20 cm. Die verlaging is het gevolg van de extra berging in het oppervlaktewater. Pieken in de grondwaterstand door neerslag worden niet meer geborgen in grond (bergingscoëfficiënt 0,15) maar in open water (bergingscoëfficiënt 1) en zijn daardoor minder hoog. Dit blijkt uit de tijdreeks van de berekende waterstand in een cel met oppervlaktewater. De grondwaterstand bereikt nooit het ontwateringsniveau (stuwpeil) van NAP+16,5 m. Er treedt dus geen afwatering op uit Buffer Noordoost. Het water staat stil. De effecten buiten het terrein van Buffer Noordoost zijn kleiner dan 5 cm.



Figuur 10: Verandering in GHG voor scenario 2 ten opzichte van referentiesituatie B voor de periode 2008 – 2014

In de zomer treedt het omgekeerde effect op. De waterstand zakt ter plaatse van het oppervlaktewater als gevolg van de grotere berging iets minder diep uit. Daardoor wordt een geringe verhoging van de GLG berekend.

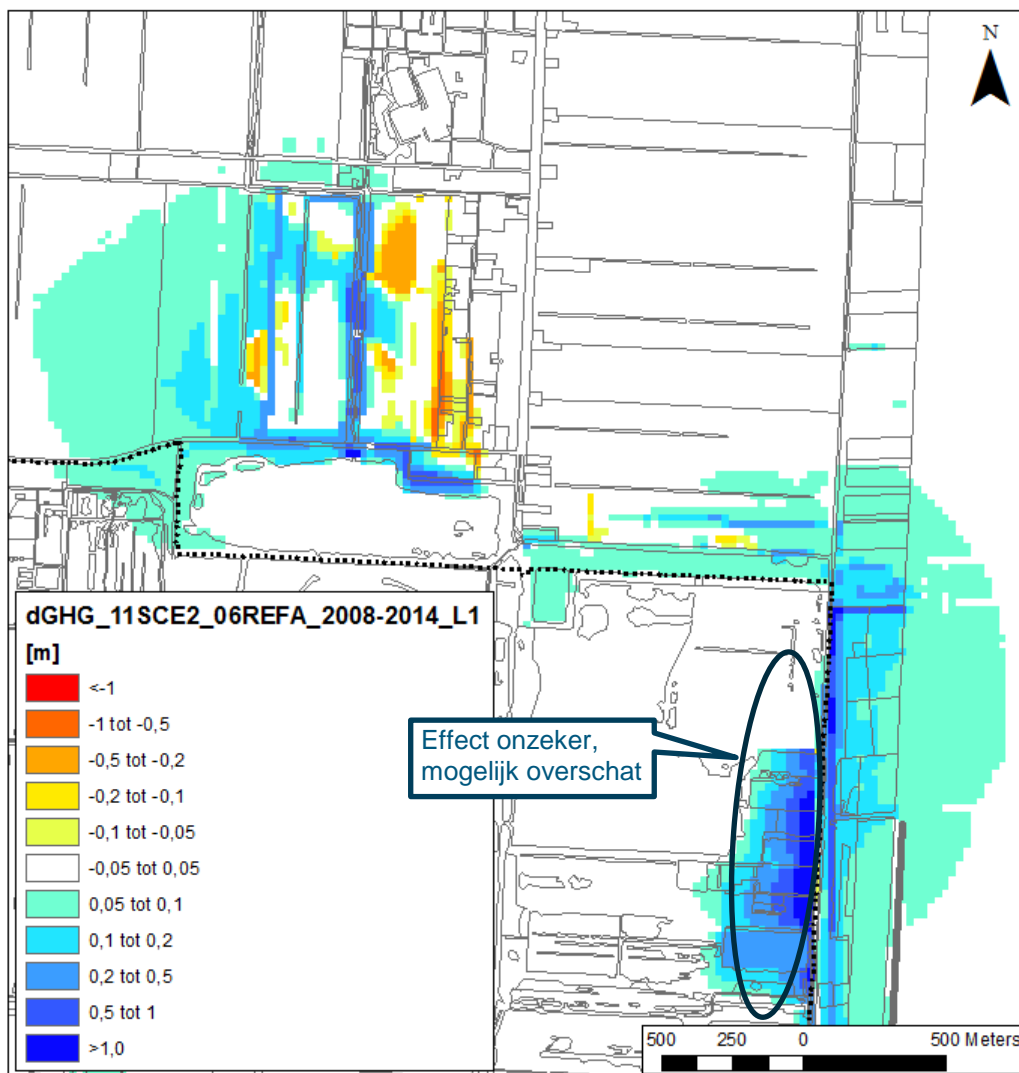
Buiten het terrein van Buffer Noordoost zijn de effecten op GLG nihil.



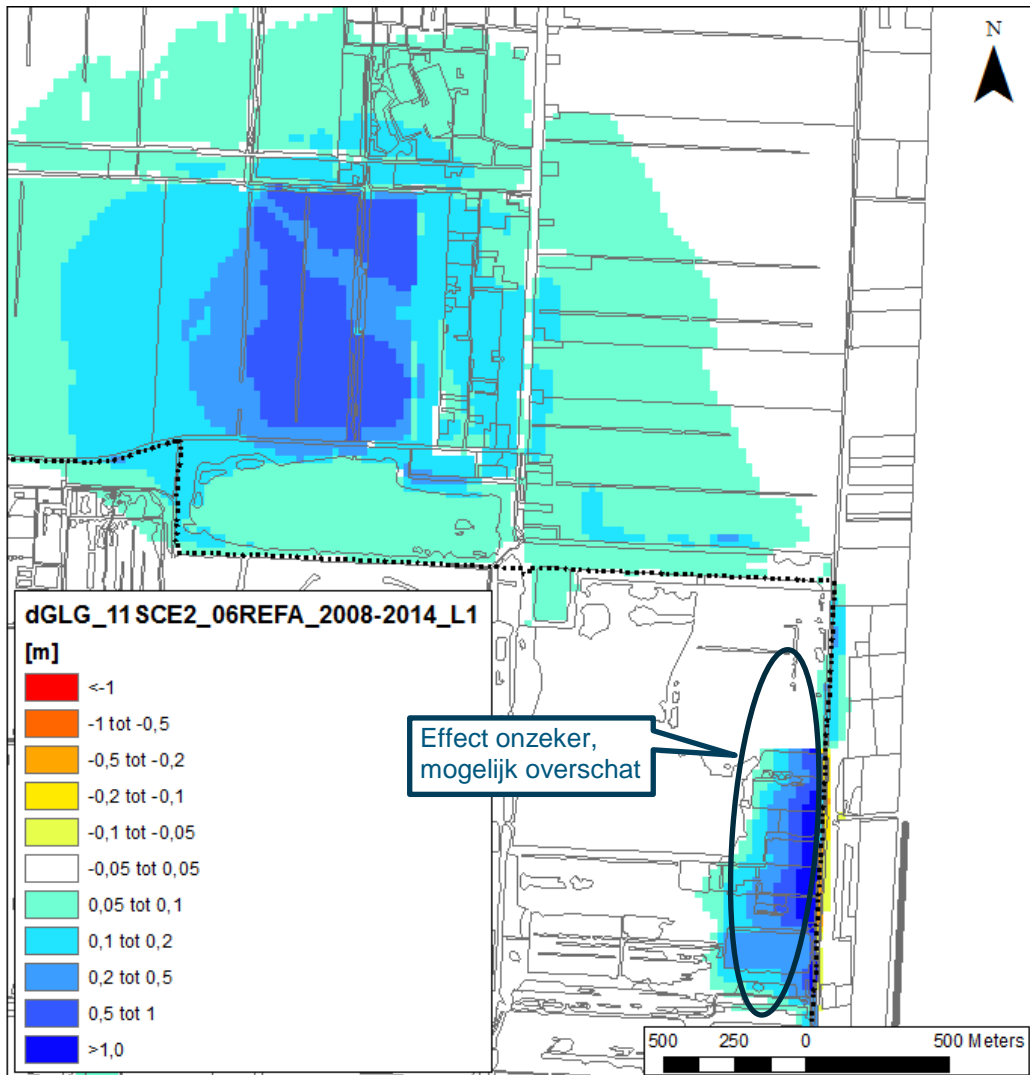
Figuur 11: Verandering in GLG voor scenario 2 ten opzichte van referentiesituatie B voor de periode 2008 – 2014

4.4 Scenario 2, cumulatieve effecten van Buffer Noordoost, Buffer Noord en de grenskade (t.o.v. Referentie A)

De cumulatieve effecten van Buffer Noordoost volgens Scenario 2, Buffer Noord en de grenskade op GHG en GLG staan in de figuren hieronder. De effecten van Buffer Noord en van de grenskade zijn veel groter dan die van Buffer Noordoost. Dit is al toegelicht in paragraaf 4.2.



Figuur 12: Verandering in GHG voor scenario 2 ten opzichte van referentiesituatie A voor de periode 2008 – 2014



Figuur 13: Verandering in GLG voor scenario 2 ten opzichte van referentiesituatie A voor de periode 2008 – 2014

Bijlage

Bijlage 1: Uitgangspuntennotitie

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: Rienk de Lange (Antea Group)
Van: Martijn van Houten, Ron Stroet, Evy Kleingeld
Datum: 31 oktober 2018
Kopie:
Ons kenmerk: BG1364WATNT1810121107
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Beoogde modelaanpassingen grondwatermodel Bargerveen t.b.v. project Buffer Noordoost

Om een effectenanalyse uit te voeren voor het inrichten van de Buffer Noordoost bij Zwartemeer, wordt de hieronder beschreven methode voorgesteld.

1 Modelgebied

Wij stellen voor de modellering uit te voeren in drie fasen. De modelgebieden die wij voor deze fasen voorstellen zijn weergegeven in Figuur 1. De buitenste contour is die van het Bargerveen-model, en is gelijk aan het model dat in 2014 door Grontmij is opgesteld. Eerst wordt het gehele Bargerveen-model stationair met een celgrootte van 250 meter doorgerekend. Vervolgens wordt hetzelfde gebied niet-stationair voor 250 meter doorgerekend. Stap drie is het niet-stationair doorrekenen van een kleiner modelgebied voor een celgrootte van 25 meter. Vanwege de lange rekentijd van het modelgebied van stap drie (circa 3 dagen) wordt gekozen om het modelgebied van Buffer Zuid naar het noorden te verschuiven, en het niet te vergroten.



Figuur 1: Voorgestelde modelgrenzen

Het model is geverifieerd ter plaatse van Buffer Noordoost, door middel van het checken van de aanwezigheid en weerstand van de deklaag (c1). Dit zal gerapporteerd worden. Het model zal niet geverifieerd worden aan stijghoogtemetingen ter plaatse van Buffer Noordoost.

2 Modelaanpassingen

Om de effectenanalyse voor de Buffer Noordoost en de cumulatieve effecten van Buffer Noord en Buffer Noordoost inzichtelijk te maken, wordt er met vier modelvarianten gewerkt en deze worden met elkaar vergeleken.

Referentiesituatie A:

Dit is de situatie vóór de aanleg van Buffer Noord (2015).

Na een gedetailleerde analyse bleek dat enkele watergangen die bestonden vóór de werkzaamheden aan de grenskade en nog niet in het model geïmplementeerd waren (zie Figuur 2, rode watergangen). Het gaat om de sloot parallel aan de grenskade aan de Duitse kant. Daarnaast gaat het om 2 sloten loodrecht op de sloot aan de Grenskade, één aan de noordzijde van deze sloot en één aan de zuidzijde van deze sloot. Deze sloten worden in referentiesituatie A als 'rivers' ingevoerd. Peilen worden afgeleid uit ontwerptekeningen van de Grenskade en peilen van aansluitende watergangen in Duitsland. Conductance gelijk aan aansluitende watergangen in Duitsland.

De bestaande kade langs de noordrand van het Bargerveen was nog niet opgenomen in het model. Deze nemen we op (voor locatie zie Figuur 5 en Figuur 6):

- Breedte 1 rekencel (25m)
- KD1 = 0
- Maaiveldhoogte is NAP+20.70m

Referentiesituatie B:

De aanpassingen voor referentiesituatie B bevat de volgende autonome maatregelen ten opzichte van referentiesituatie A:

1. Buffer Noord:

Dit is de situatie na voltooiing van Buffer Noord (2019). Buffer Noord is op de volgende manier ingebouwd in het model:

- a. Een hoog doorlaatvermogen in modellaag 1 ($kD=10.000 \text{ m}^2/\text{d}$). De bergingscoëfficiënt wordt verhoogd ($S=1$);
- b. De weerstand tussen modellaag 1 en modellaag 2 ($c1$) is 30 tot 75 dagen. Dat is iets lager dan bij het Laagwaterbekken (geijkt, 130 dagen), omdat we er van uitgaan dat de bodem van Buffer Noord nu schoner is en nog niet dichtgeslibd (zie Figuur 4).
- c. In de winter wordt water aangevoerd naar Buffer Noord, vanuit het Laagwaterbekken, in de zomer vindt wateraanvoer plaats van buiten het modelgebied (VKA+). Dit wordt gemodelleerd met een 'river' (infiltratie mogelijk), met peil conform het ontwerp van Buffer Noord en een hoge conductance ($10.000 \text{ m}^2/\text{d}$ per cel van $25 \times 25 \text{ m}$, ofwel weerstand 0,0625 dagen). Dat is een hoge conductance, omdat alle weerstand is gemodelleerd in $c1$.

2. Weiteveen:

Diverse (reeds in scenario BZ_02AUTO2 geïmplementeerde) kleine aanpassingen aan het oppervlaktewatersysteem.

3. Duitse Pufferzone:

- a. Detailontwatering uitzetten ('rivers' verwijderen);
- b. Maaiveldontwatering (overlandflow) op NAP+17.83 m (nieuwe bestandsnamen);
 - OLF_REFB.IDF
 - OLF_REFB_WIN.IDF
 - OLF_REFB_ZOM.IDF
- c. Waarschijnlijk staat hier zelden of nooit water boven maaiveld. Daarom geen open water verdamping. Grondgebruik stond op granen (Duitsland). Dit laten we ongewijzigd.

- d. Waarschijnlijk staat hier zelden of nooit water boven maaiveld. Dus doorlaatvermogen en bergingscoëfficiënt blijven ongewijzigd;
4. Grenskade:
 - a. Drie dwarssloten en de sloot parallel aan de Grenskade worden gedempt (uit 'rivers' verwijderd) als weergegeven in Figuur 2 (grijs omcirkeld) en Figuur 3;
 - b. De detailontwatering (2 sloten tussen Grenskade en de bestaande sloot ten oosten) uitzetten in het model (uit 'rivers' verwijderd);
 - c. Een nieuwe Noord-Zuid sloot in het Zuiden aansluitend op bestaande sloot, wordt met dezelfde dimensies en parameters ingebouwd in de 'rivers' (blauw weergegeven in Figuur 2) met een peil van NAP+15.55 m voor zowel de bestaande als de nieuwe sloot;
 - d. De Grenskade is 30 meter breed (zie bestek Buffer Noord). De grenskade wordt als volgt in het model ingebouwd:
 - 1 cel breed (25 m)
 - maaiveldverhoging naar NAP+20,85, NAP+19,7 m, NAP+19.2 m
 - $kD1=0$ (leemshot aan de zijde van het Bargerveen)
5. Leemrug op gliede laag is 20 m breed:
 - a. De leemrug wordt geïmplementeerd in het model (1 rekencel, 25m), maaiveldverhoging zoals gegeven in bestek Buffer Noord naar NAP+ 17.50m (zie Figuur 5 en Figuur 6).

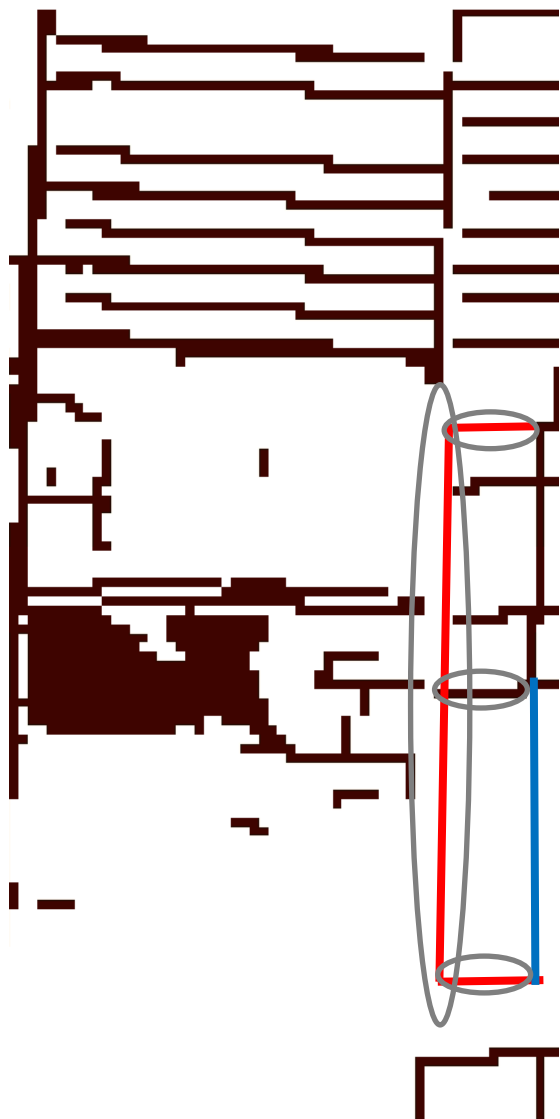
Scenario 1 en 2:

Dit is referentiesituatie B (met Buffer Noord) met daarbij Buffer Noordoost. De inrichtingswens ziet er als volgt uit (Figuur 5) (Bron: memo Antea 'Effectberekeningen buffer Noordoost Bargerveen', 4-4-2018):

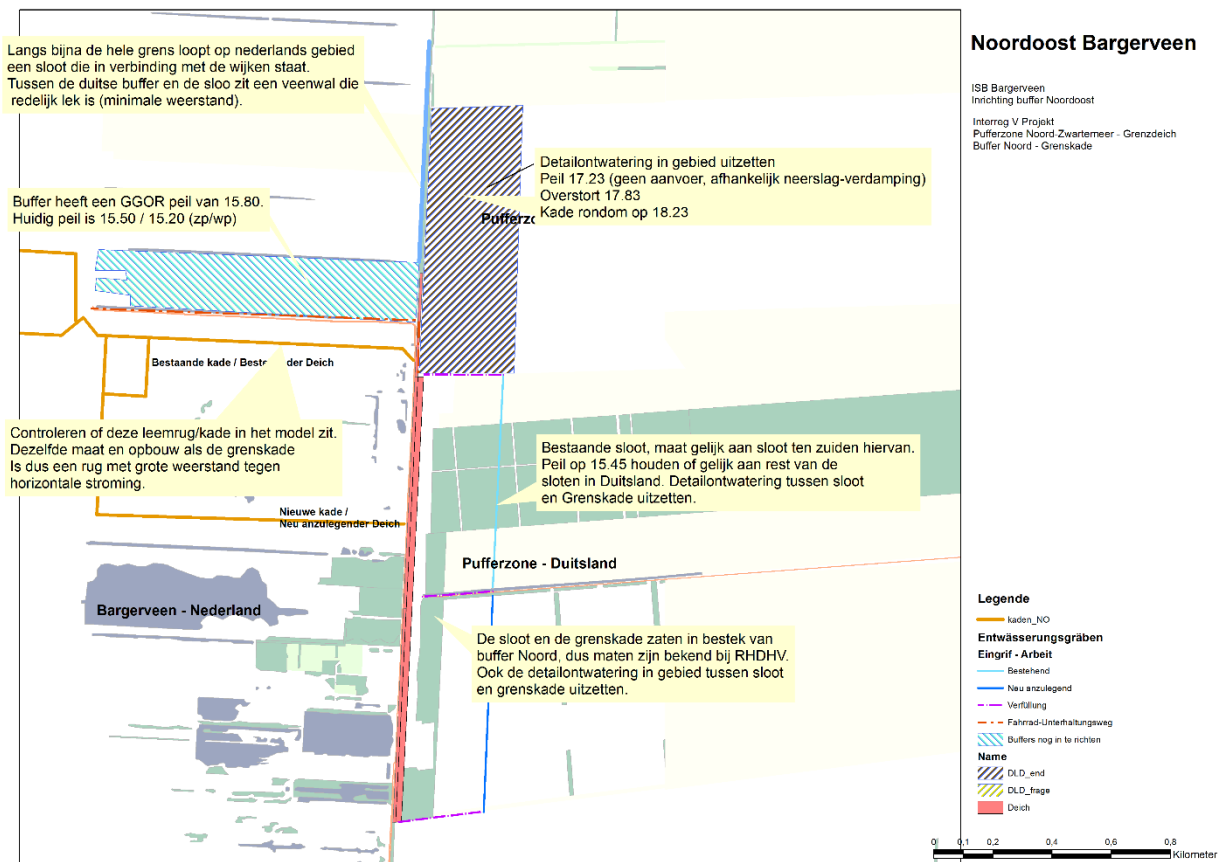
1. De sloot aan de noordzijde van het SBB-terrein verbreden en verdiepen en voorzien van een plasberm aan de zijde van SBB.
2. Een peilverhoging van NAP +15,35 / +15,55 m naar NAP +16,5 (scenario 2) of +15,8 (scenario 1) m in de buffer.
3. Het terrein ophogen naar bij voorkeur NAP +17,2 m.
4. Het dempen van de tussensloot.
5. De bermsloot aan de westzijde voorzien van een stuw en het peil opzetten

Hieronder geven wij per punt de beoogde modelaanpassing:

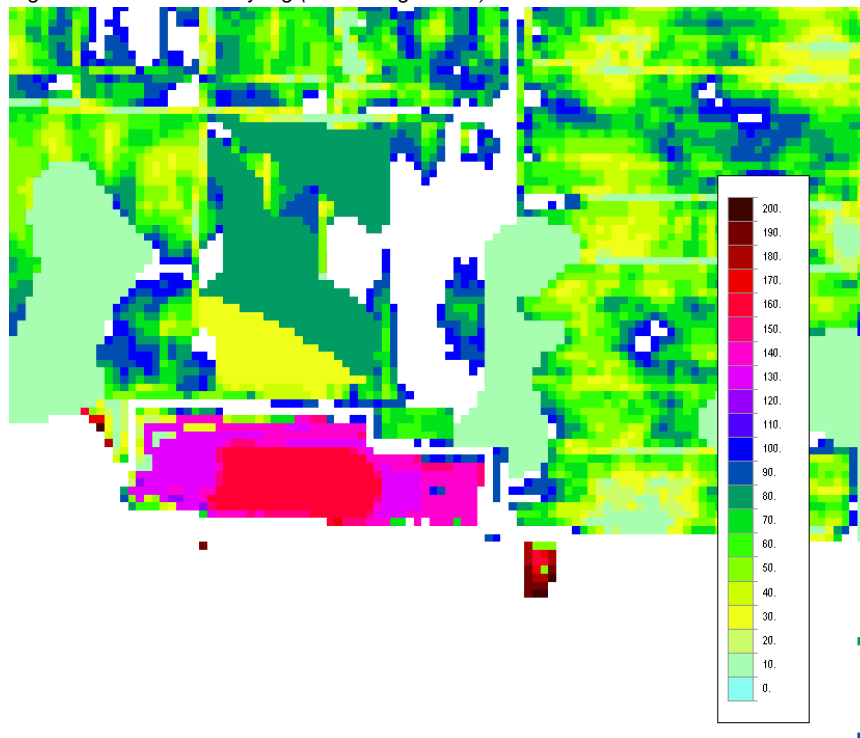
1. De sloot ten noorden van Buffer Noordoost wordt niet verbreed. Er komt een plasberm maar dat leidt niet tot wijzigingen in het grondwatermodel.
2. Nieuw oppervlaktewater in Buffer Noordoost. Wij gaan ervan uit dat dit een diepe sloot is die tot in modellaag 2 reikt. De sloot wordt gemodelleerd als drain. Dat wil zeggen dat er alleen water kan worden afgevoerd. Er wordt geen water aangevoerd naar Buffer Noordoost. Deze sloot krijgt een intreeweerstand van 10 dagen. In scenario 1 wordt het drainageniveau van de sloot in buffer Noordoost verhoogd naar NAP+15,80 m. In scenario 2 wordt het peil verhoogd naar NAP+16,50 m. Het oppervlaktewater in Buffer Noordoost watert af via de stuw op de sloot ten noorden ervan en van daaruit op de Kamerlingswijk;
3. Het maaiveld wordt ter plaatse van Buffer Noordoost in het model aangepast naar NAP+17,2 m (Figuur 5, gele gebied) en NAP+16,1 m (Figuur 5, grijze gebied). Bij scenario 2 staat het grijze gebied dus onder water als er ontwatering plaats vindt, en wordt daar dus een drain gemodelleerd op NAP+16,5 m;
4. De tussensloot wordt uit het model gehaald (uit 'rivers' verwijderd).



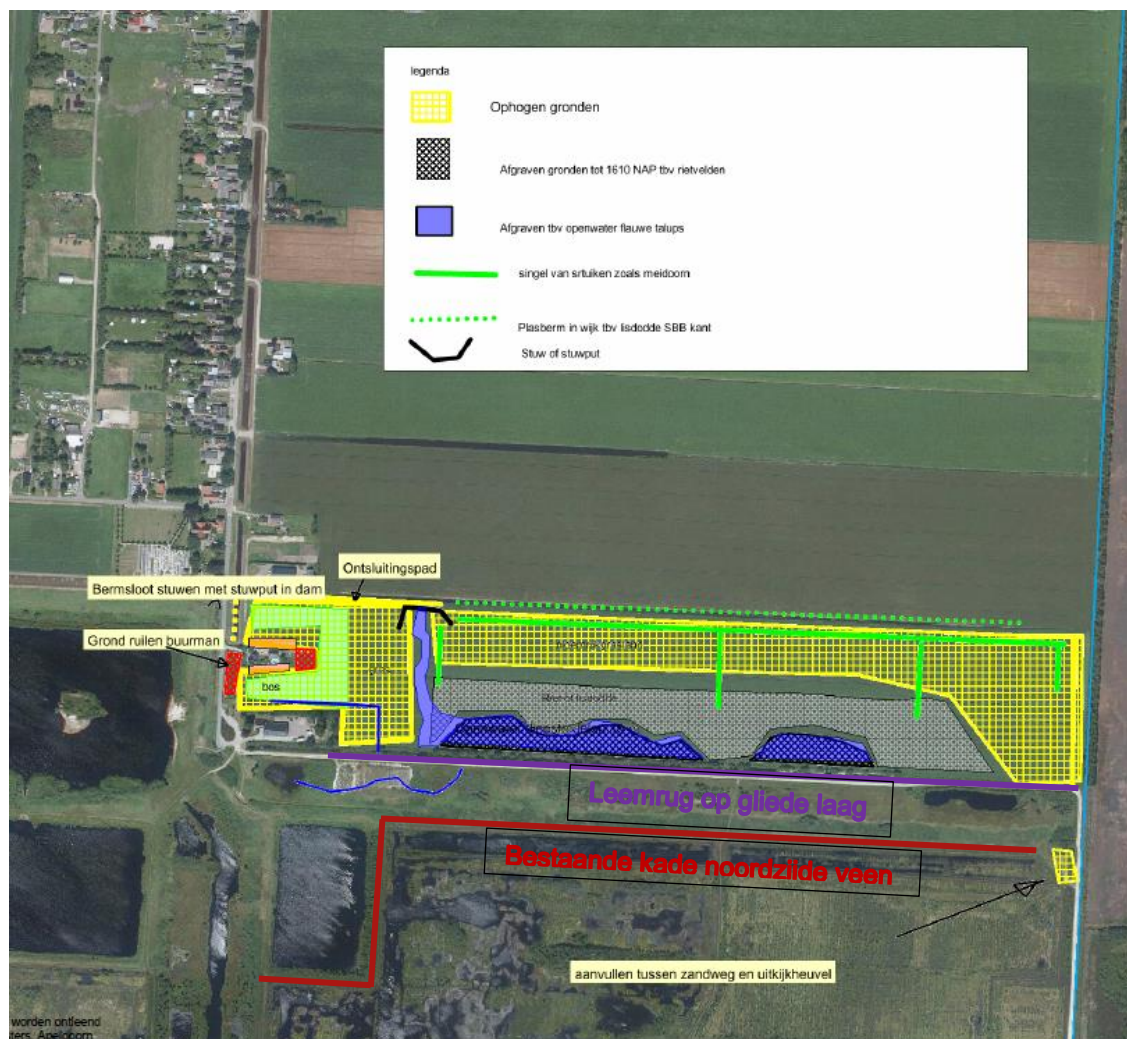
Figuur 2: Figuur met alle watergangen in het huidige model (bruin). De sloten die missen in het model en nog bestaan in Referentiesituatie A (2015) zijn aangegeven met een rode lijn, deze zullen geïmplementeerd worden in Referentiesituatie A. De blauwe lijn is een sloot die nieuw wordt aangelegd/geïmplementeerd in referentiesituatie B onder de maatregel 'Grenskade'. De sloten die gedempt worden in referentiesituatie B onder de maatregel 'Grenskade' zijn grijs omcirkeld.



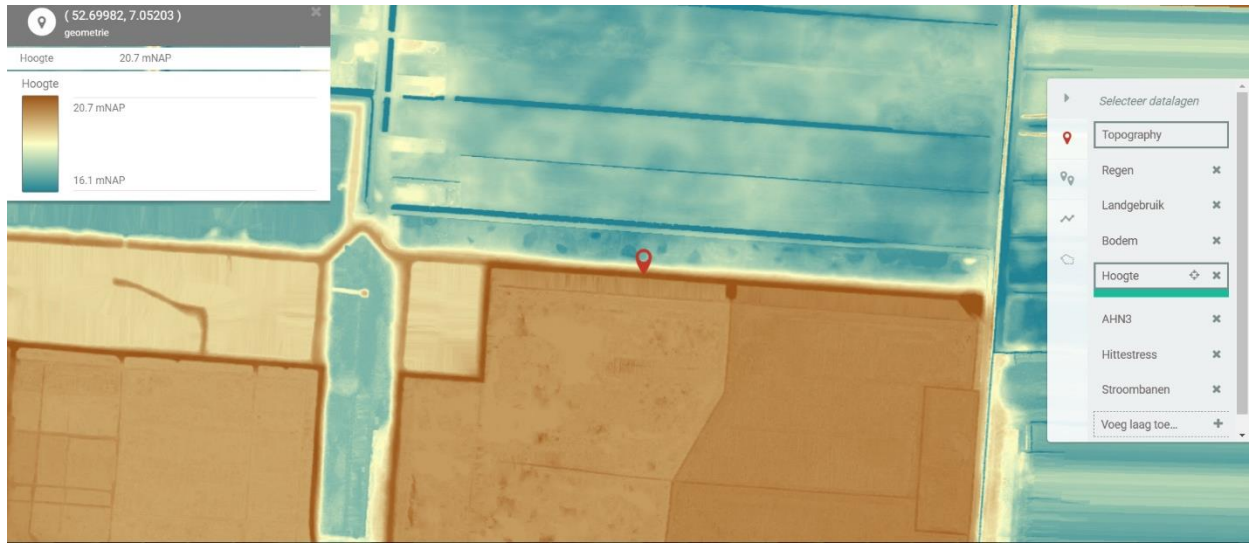
Figuur 3: ISB-NO-beschrijving (zoals aangeleverd).



Figuur 4: De weerstand van modellaag 1 (C1). De weerstand in het laagwaterbekken ligt rond de 150 dagen en de weerstand in Buffer Noord ligt wat lager, van ongeveer 30 tot 75 dagen.



Figuur 5: Inrichtingswens Buffer Noordoost gemaakt door Staatsbosbeheer (Bron: memo Antea 'Effectberekeningen buffer Noordoost Bargerveen', 4-4-2018)



Figuur 6: AHN voor het gebied ten noordoosten van het Bargerveen (bron: Lizard)