

Hydrologische onderbouwing

Inrichtingsplan West-Brabantse Waterlinie

Definitief

Waterschap Brabantse Delta

Grontmij Nederland bv
Eindhoven, 9 juni 2008

Verantwoording

Titel : Hydrologische onderbouwing
Subtitel : Inrichtingsplan West-Brabantse Waterlinie
Projectnummer : 250485
Referentienummer : 250485.ehv.219.R001
Revisie : 002
Datum : 9 juni 2008

Auteur(s) : Ir. E. J. Melisie, Ir. F. Macke en drs. M. Kramer
E-mail adres : ernstjan.melisie@grontmij.nl
Gecontroleerd door : ing. E. Zaaijer
Paraaf gecontroleerd :
Goedgekeurd door : Ir. H.J.M. Broers
Paraaf goedgekeurd :
Contact : Zernikestraat 17
5612 HZ Eindhoven
Postbus 1265
5602 BG Eindhoven
T +31 40 265 12 11
F +31 40 244 37 97
zuid@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doelstelling.....	4
1.3	Methode en modelopbouw.....	5
1.4	Leeswijzer	5
2	Huidige situatie West-Brabantse Waterlinie	6
2.1	Oppervlaktewater	6
2.1.1	Eisen en toetsingparameters	6
2.1.2	Inundatie	6
2.2	Grondwater	8
2.3	Huidige doelrealisatie en knelpunten	9
3	West-Brabantse Waterlinie na herinrichting	13
3.1	Beschrijving herinrichting	13
3.2	Afweging van de stuwpeilen	14
3.3	Effecten van de herinrichting	18
3.3.1	Oppervlaktewater na herinrichting	18
3.3.2	Toetsing aan de eisen.....	18
3.3.3	Waterberging.....	21
3.3.4	Grondwater na herinrichting.....	24
3.3.5	Doelrealisatie na herinrichting.....	26
3.4	Conclusies.....	28
4	Monitoring effecten van herinrichting	29
4.1	Doelstellingen	29
4.1.1	Monitoringsplicht	30
4.1.2	Monitoringsbehoefte	30
5	Conclusies en aanbevelingen	33
5.1	Conclusies.....	33
5.1.1	Peiladvies.....	33
5.2	Aanbevelingen monitoring	33

Bijlage 1: Literatuurlijst

Bijlage 2: Modelling en modelresultaten

Bijlage 3: Oppervlaktewatermodellering en modelresultaten

Bijlage 4: Toelichting modelberekeningen

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Voor de West-Brabantse Waterlinie, in het gebied rond Fort Roovere, is een nieuw inrichtingsplan opgesteld. In het inrichtingsplan zijn onder andere ingrepen in het watersysteem voorzien. Met behulp van modelberekeningen zijn de oppervlaktewaterpeilen vastgesteld en zijn de effecten van de herinrichting op het grond- en oppervlaktewatersysteem in beeld gebracht.

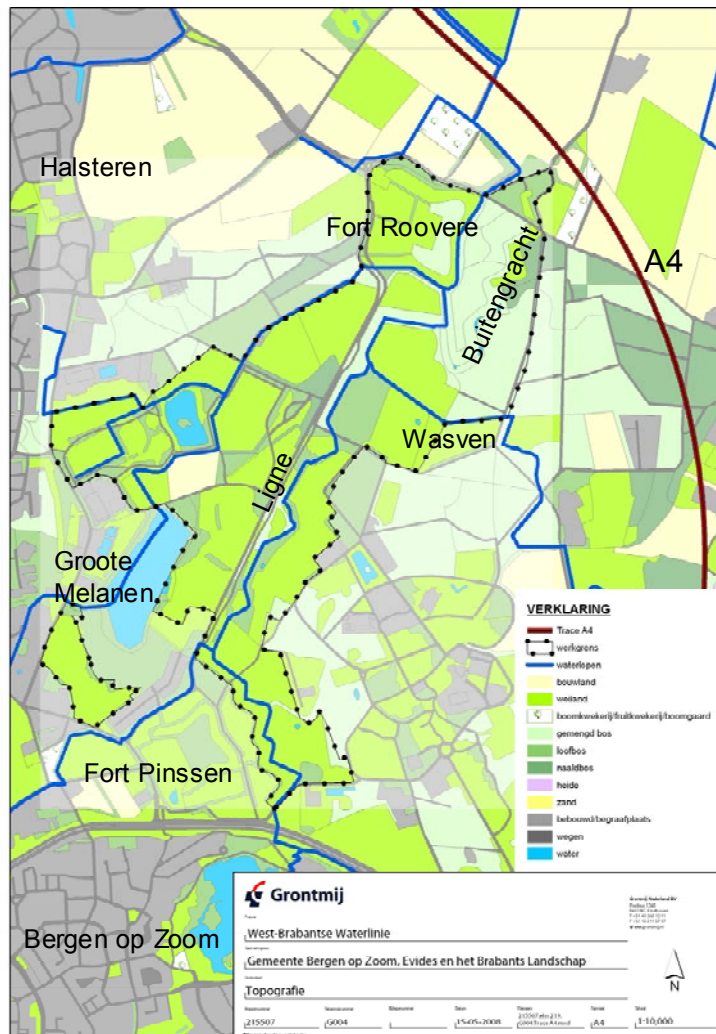
1.2 Doelstelling

Doel van deze studie is een nadere detaillering van het watersysteem en het in beeld brengen van de effecten van het inrichtingsplan voor de West-Brabantse Waterlinie op het watersysteem. Het betreft hierbij de effecten op de ontwateringsdiepten in de omgeving, de afvoer van de Ligne, doelrealisaties en inundaties.

De herinrichting zelf is beschreven in de rapportage “Het zuidelijke deel van de Linie boven Water” (2005) en “Toelichting op het Definitief Ontwerp voor de West Brabantse Waterlinie” (2008).

In figuur 1.1 is het plangebied van de West-Brabantse Waterlinie weergegeven, het omvat circa 125 ha.

De doelstelling van de herinrichting van het plangebied is het herstel en behoud van de aanwezige cultuurhistorische waarden, verbetering van de waterhuishouding, realisatie van waterberging en het ontwikkelen en herstellen van natuurwaarden.



Figuur 1.1 Plangebied West-Brabantse Waterlinie

1.3 Methode en modelopbouw

Bij deze studie is gebruik gemaakt van het Simgro en Sobek model dat voor de Integrale Gebiedsanalyse (IGA) van de Brabantse Wal en de Noordpolder van Ossendrecht is opgezet (de IGA is uitgevoerd in opdracht van het Waterschap Brabantse Delta, Grontmij (2008)). Bij het uitwerken van de IGA is gebleken dat de aangeleverde bestanden het huidige watersysteem (ten aanzien van de buitengracht van Fort Roovere) niet helemaal correct beschrijven. Daarom is eerst het watersysteem in het model aangepast en is de huidige situatie opnieuw doorgerekend.

Vervolgens zijn de geplande maatregelen in het model ingevoerd en is het model opnieuw doorgerekend. Uit de resultaten van de beide modelruns zijn de effecten van de maatregelen afgeleid. Met behulp van het Waternood-instrumentarium zijn de doelrealisaties voor de huidige situatie en voor het inrichtingsplan vastgesteld.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van het gebied en het watersysteem in de huidige situatie. Daarin is tevens aandacht besteed aan de doelstellingen en knelpunten in het gebied. Vervolgens gaat hoofdstuk 3 in op de herinrichting en de effecten van de herinrichting. Het onderdeel monitoring wordt verzorgd in hoofdstuk 4 en tot slot worden in hoofdstuk 5 conclusies gegeven.

2 Huidige situatie West-Brabantse Waterlinie

Voor een uitgebreide beschrijving van de historische en huidige situatie van de West-Brabantse Waterlinie wordt verwezen naar de rapportage “Het zuidelijke deel van de Linie boven water” (Grontmij, 2005). Hier wordt alleen ingegaan op de huidige situatie van het watersysteem.

2.1 Oppervlaktewater

Benedenstrooms van Fort Roovere bevindt zich een stuw in de Ligne. De stuw houdt het gehele plangebied op peil. Het stuwpeil varieert tussen NAP +0,25 m (zomerpeil) en NAP -0,15 m (winterpeil). Er is slechts sprake van een minimale opstuwing van circa 0,05 m. In natte perioden (geen extreme situaties) is tijdelijk sprake van een opstuwing van circa 0,25 tot 0,30 m.

Bij de langjarige reeksberekening van 8 jaar bedragen de minimale waterpeilen in de Ligne circa NAP +0,30 m (zomer) en NAP -0,10 m (winter), zie ook bijlage 2. In deze reeks zijn geen extreme situaties (bijvoorbeeld situaties die slechts eens in de 10 jaar voorkomen) meegenomen. De maximaal berekende waterstand (jaarlijks te verwachten) bedraagt dan NAP +0,50 m (zomer) en NAP + 0,15 m (winter). Uit de modelresultaten (SIMGRO) blijkt dat de afvoer van de Ligne varieert tussen circa 0,03 en 0,20 m³/sec. In (zeer) natte perioden komen afvoeren voor van circa 0,30 tot 0,35 m³/sec. De gemiddelde berekende afvoer bedraagt circa 0,08 m³/s. De Ligne voert volgens de berekeningen altijd water af.

2.1.1 Eisen en toetsingparameters

Een oppervlaktewatersysteem behoort aan verschillende eisen te voldoen. Voor de nieuwe inrichting zijn volgende toetsingsparameters gehanteerd:

- *Stroomsnelheid watergangen en duikers*

- Toelaatbare stroomsnelheid waterlopen (afvoer eens per jaar): 0,20 m/s.

- Toelaatbare stroomsnelheid duikers (afvoer eens per jaar): 0,50 m/s.

De maatgevende afvoer is voor de verschillende watergangen geschat en aan de hand van de diameter en of het natte profiel is vervolgens berekend welke stroomsnelheid dat oplevert en of dat een voldoet aan de eisen.

- *Inundatienormen*

In het Nationaal Bestuursakkoord Water zijn normen opgenomen ten aanzien van inundatie vanuit oppervlaktewateren. Deze inundatienormen zijn hieronder in tabel 2.1 weergegeven.

Bij deze normen gaat het om herhalingstijden waarin de klimaatontwikkelingen zijn verwerkt.

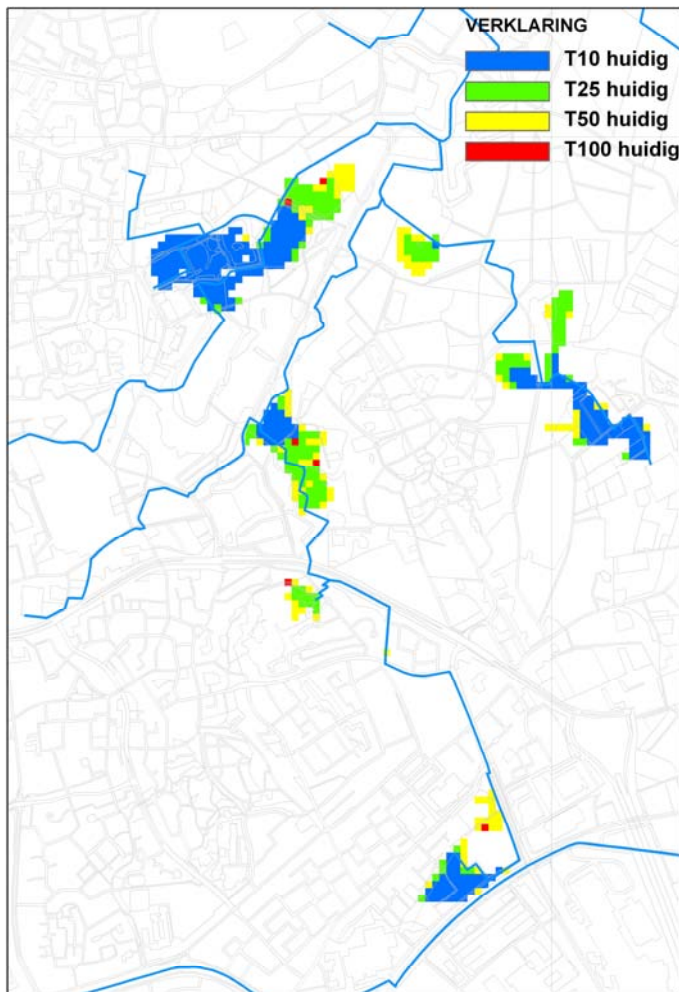
Tabel 2.1 Inundatienormen voor de verschillende soorten landgebruik

Soort landgebruik	Toegestane herhalingstijd voor inundaties	% maaiveld dat mag inunderen
Grasland	T=10	5%
Bouwland	T=25	1%
Hoogwaardige land & tuinbouw	T=50	1%
Stedelijk gebied	T=100	0%

2.1.2 Inundatie

Met behulp van SIMGRO zijn de verschillende afvoeren gegenereerd behorende bij de in tabel 2.1 genoemde herhalingstijden. Deze afvoeren zijn vervolgens in de Sobek schematisatie opgenomen. Op deze manier zijn de inundaties berekend behorende bij de verschillende herhalingstijden.

Ten behoeve van deze hydrologische onderbouwing zijn nog twee bestaande overstorten bij Halsteren aan het model toegevoegd en meegenomen in de simulaties. De berekende inundaties zijn grafisch weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 2.1 Inundatiepatroon bij verschillende herhalingstijden, huidige situatie

De resultaten lieten zien dat in het landbouwgebied ter hoogte van de weg Buitenlust er inundatie optreedt als gevolg van te krappe duikers. Daarnaast komt inundatie voor in de stedelijke kern Bergen op Zoom, in de wijk Meilust. Ook dit knelpunt is een gevolg van te krappe (en lange) duikers of het gevolg van te weinig berging in het ontvangende water. Beide gebieden liggen niet in het plangebied.

De inundaties in het park en graslanden bij Halsteren zijn vooral het gevolg van de grote overstortdebieten vanuit de riolering in Halsteren, maar ook de duiker onder de Schansbaan door levert veel opstuwung op, wat doorwerkt in een groot deel van het plangebied. Dit is onder andere ook de oorzaak voor de lokale inundatie in het landbouwgebied waar de buitengracht van Fort Pinssen overgaat in de Ligne. Dit laag gelegen gebied inundeert bij een herhalingstijd van eens in de tien jaar waardoor een knelpunt ontstaat (landbouw mag bij een T=10 situatie net niet inunderen).

In bijlage 2 wordt nog nader ingegaan op de modellering van het oppervlaktewater.

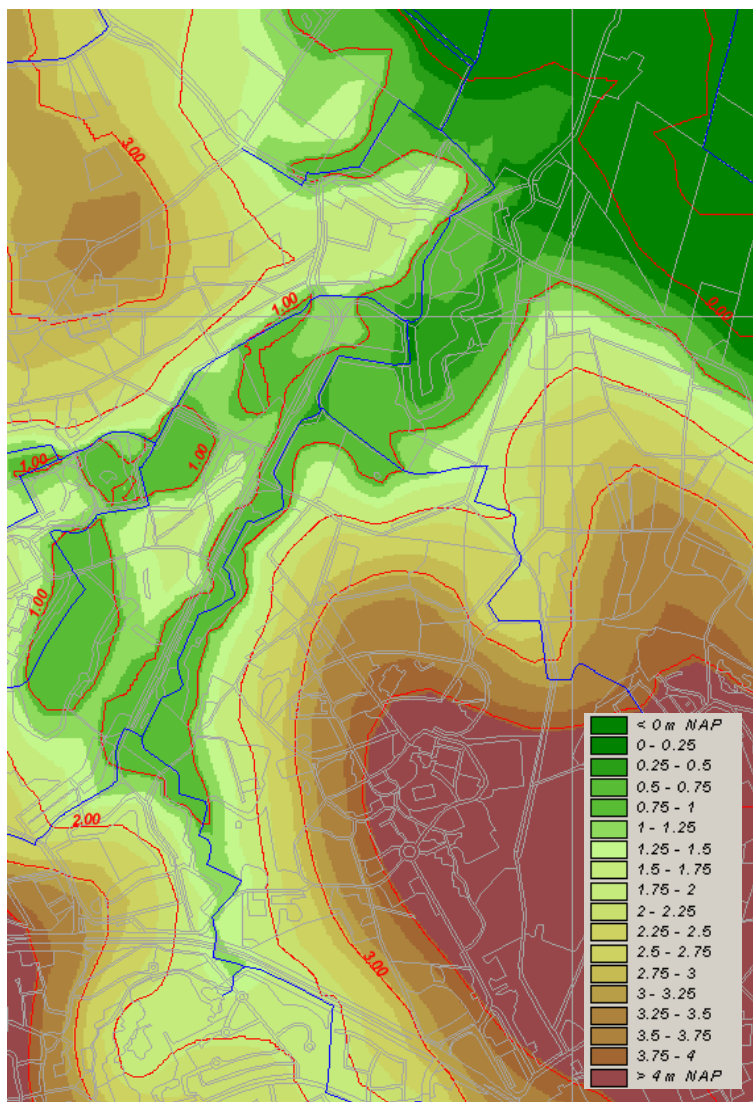
2.2 Grondwater

De freatische gemiddelde voorjaarsgrondwaterstanden (GVG) zijn weergegeven in figuur 2.2. De GVG grondwaterstanden bevinden zich nabij de Ligne op een niveau van circa NAP +0,75 m (in het zuidelijk deel) tot soms wel NAP +0,25 m (in het noordelijk deel). De Ligne heeft, gezien de veel lagere oppervlaktewaterpeilen, een drainerend effect op de grondwaterstanden. Op afstand van de Ligne nemen de GVG grondwaterstanden toe tot circa NAP +2,0 á NAP +3,0 m.

De regionale grondwaterstroming is noord tot noordoostelijk gericht. Lokaal vindt er grondwaterstroming naar de aanwezige waterlopen (waaronder de Ligne) plaats.

De berekende grondwaterstanden zijn sterk afhankelijk van de bij de berekening gebruikte maaiveldhoogte. Op korte afstand treden grote verschillen op. Hoge delen, zoals bijvoorbeeld tussen de binnen- en buitengracht van Fort Roovere komen duidelijk naar voren.

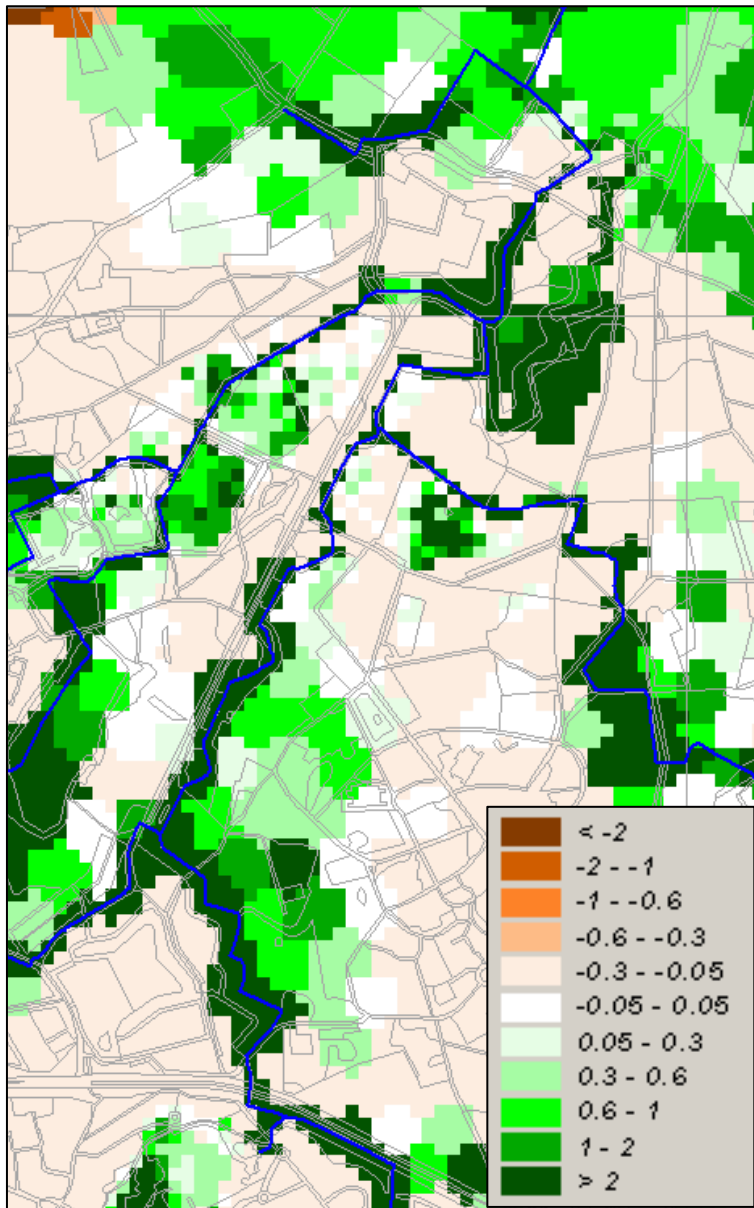
In bijlage 3 wordt nader ingegaan op de modellering van de grondwaterstanden en zijn ook de GHG en GLG weergegeven.



Figuur 2.2 Berekende gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand [m +Nap], huidige situatie

De GHG komt lokaal op of nabij maaiveld voor aan de oostzijde van de Ligne, ter hoogte van Fort Pinssen. Nabij de Ligne zelf bevindt de GHG zich op circa 0,40 tot 0,70 m –mv. Op afstand van de Ligne neemt de GHG toe tot meer dan 2,0 m –mv.

De GLG bevindt zich nabij de Ligne op een diepte van circa 0,80 tot 1,50 m –mv. Op afstand van de Ligne tot een diepte van meer dan 2,5 m –mv.



Figuur 2.3 Langjarig gemiddelde berekende kwel- en infiltratieflux [mm/dag], groen is kwel en oranje betekent infiltratie

Het plangebied ligt op de overgang van de hooggelegen Brabantse Wal en de laaggelegen poldergebieden met een beheerst peil. Op de Brabantse Wal is sprake van een infiltratiesituatie. In de poldergebieden ten noorden van het plangebied is sprake van een kwelsituatie. Uit figuur 2.3 komt de drainerende werking van de Ligne en de overige (hoofd)waterlopen in de omgeving duidelijk naar voren. Ter plaatse van de (hoofd)waterlopen treedt kwel op. Lokaal bedraagt de kwel, voornamelijk ter plaatse van de (hoofd)waterlopen, meer dan 2 mm/dag. Ook ter plaatse van de buitengracht van Fort Roovere is sprake van een (sterke) kwelsituatie.

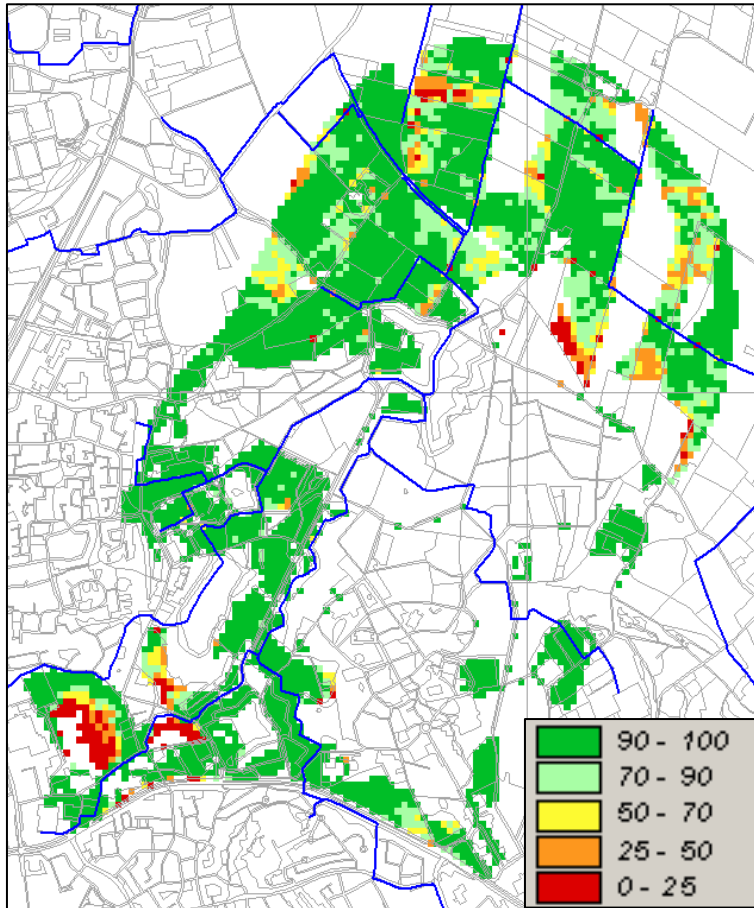
2.3 Huidige doelrealisatie en knelpunten

Met het Waterhooft-instrumentarium zijn, op basis van de berekende GxG's en de kwel- en infiltratie, de doelrealisaties bepaald. Bij de bepaling van de doelrealisaties is onderscheid gemaakt

in de functies landbouw, natuur en stedelijk gebied. Ten aanzien van natuur is uitgegaan van de huidige natuurdoeltypen. Onderstaand worden de doelrealisaties per functie beschreven.

Doelrealisatie landbouw

In figuur 2.4 is de totale doelrealisatie voor landbouw weergegeven. Hierbij is uitgegaan van het landgebruik volgens LGN5 (peildatum 2001).



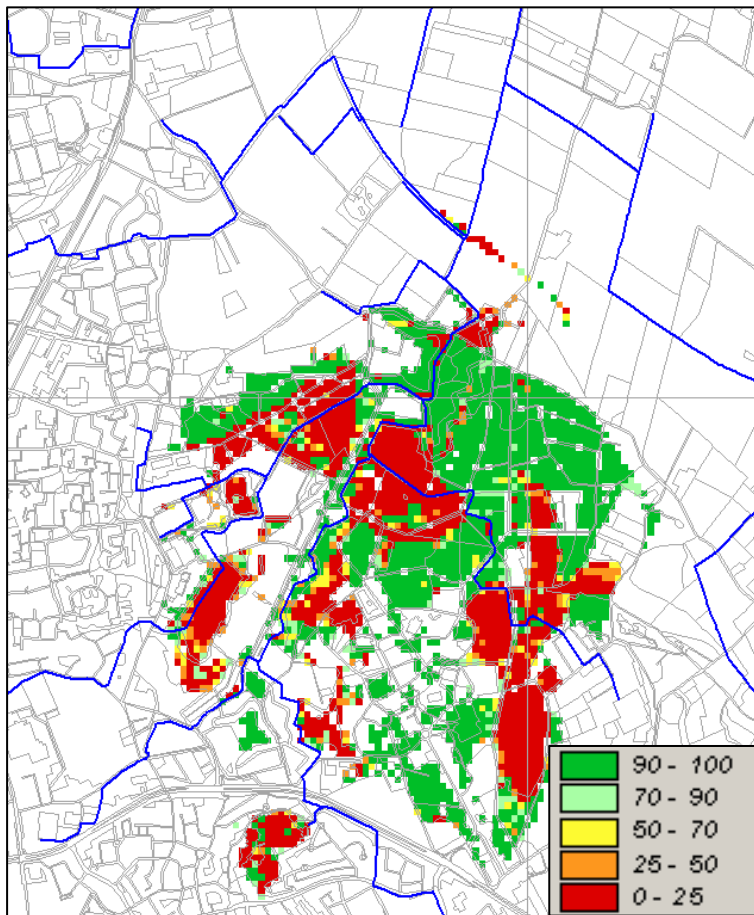
Figuur 2.4 Doelrealisatie landbouw [%]

De totale schade (natschade + droogschade) voor landbouw bedraagt 10,7%, de totale doelrealisatie bedraagt daarmee 89,3%¹. Dit betekent dat de doelrealisatie voldoende goed is. Overigens komt er meer natschade dan droogschade in het gebied voor.

Doelrealisatie natuur

In figuur 2.5 is de totale doelrealisatie voor natuur weergegeven. In de OGOR natuur in Noord-Brabant zijn de hydrologische randvoorwaarden voor de Brabantse natuurdoeltypen gegeven. De mate waarin aan de hydrologische randvoorwaarden wordt voldaan wordt gepresenteerd in de doelrealisatie.

¹ In GHS- en AHS-landbouwgebieden wordt gestreefd naar het beperken van droog- én natschade en naar een doelrealisatie groter dan 90%. Dat is de optimale situatie. Lokaal mogen doelrealisaties tussen de 70% en 90% voorkomen. In dat geval 'voldoet' de situatie van de waterhuishouding voor de landbouw.



Figuur 2.5 Doelrealisatie Natuur [%]

De totale doelrealisatie voor natuur bedraagt 56,3%. Deze relatief lage totale doelrealisatie komt vooral door de lage doelrealisatie ten aanzien van de GVG. Hieruit blijkt dat de GVG te hoog is voor een aantal natuurdoeltypen om zich optimaal te kunnen ontwikkelen. De deel-doelrealisatie voor kwel bedraagt 100%, dat wil zeggen dat er kwel aanwezig is voor de natuurdoeltypen die dat nodig hebben, deze doelrealisatie doet echter geen uitspraken over de vraag of er voldoende kwel aanwezig is.

Doelrealisatie stedelijk gebied

In figuur 2.6 is de doelrealisatie voor stedelijk gebied weergegeven. Bij de bepaling van de doelrealisatie voor stedelijk gebied wordt gekeken naar de verschillende functies in het bebouwd gebied en de bijbehorende ontwateringsdiepte, zie tabel 2.2.

Tabel 2.2 Functies en bijbehorende ontwateringsdiepten bebouwd gebied

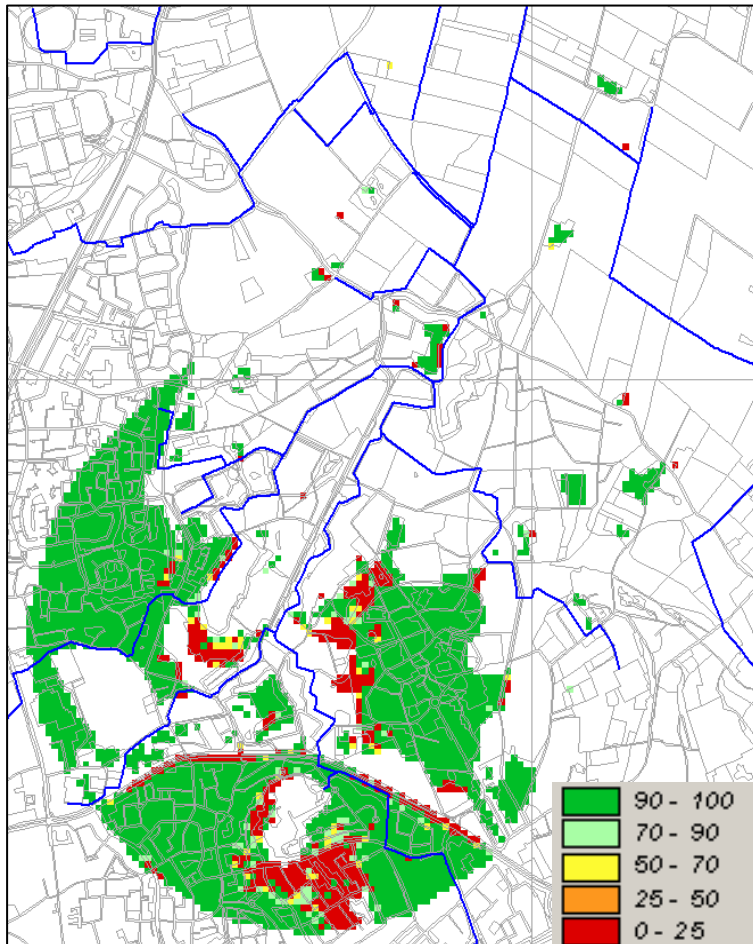
Functie stedelijk gebied	Ontwateringsdiepte [m –mv]
Glastuinbouw	0,50
Stedelijk bebouwd gebied	0,70
Bebouwing in buitengebied	0,70
Loofbos en naaldbos in bebouwd gebied	0,50
Bos met dichte bebouwing	0,70
Gras in bebouwd gebied	0,50
Kale grond in bebouwd buitengebied	0,70
Hoofdwegen en spoorwegen	1,00
Bebouwing in agrarisch gebied	0,70

Deze ontwateringsdiepte geldt voor een GHG situatie. De doelrealisatie is dan als volgt bepaald (tabel 2.3):

Tabel 2.3 Normering doelrealisatie stedelijk gebied

Verskil AGOR – OGOR	Doelrealisatie
AGOR lager dan OGOR	100%
AGOR 0 – 10 cm boven OGOR	75%
AGOR 10 – 20 cm boven OGOR	50%
AGOR meer dan 20 cm boven OGOR	0%

De doelrealisatie voor stedelijk gebied bedraagt 86,1% en is daarmee in principe voldoende goed, waarbij echter wel nadrukkelijk gekeken moet worden naar de locaties waar de doelrealisatie onvoldoende is.



Figuur 2.6 Doelrealisatie Stedelijk gebied [%]

Knelpunten en opgaven

Vanuit de landbouw en het stedelijk gebied liggen er niet tot nauwelijks opgaven in het gebied. Ten behoeve van de realisatie van de geprojecteerde natuurdoeltypen ligt er wel een opgave voor het waterbeheer van het plangebied. Van de ene kant is de GVG te hoog voor de gewenste natuurdoeltypen, van de andere kant vraagt de (wijdere) omgeving om het vasthouden van grondwater en daarmee bestrijden van verdroging.

In het plangebied ligt een waterbergingsopgave van circa 80 000 m³, dit is noodzakelijk om het noordelijke (stroomafwaartse) Halstersch Laag te ontlasten.

Daarnaast liggen er in het plangebied opgaven in het kader van behoud en herstel van cultuurhistorie, verbetering van de waterhuishouding en het ontwikkelen van natuurwaarden. De herinrichting van het (water)systeem is ook een reactie op veranderingen in het wateraanbod en in waterpeilen als gevolg van ingrepen bovenstrooms van het plangebied. Het water van de Ligne is momenteel sterk belast met meststoffen (eutroof).

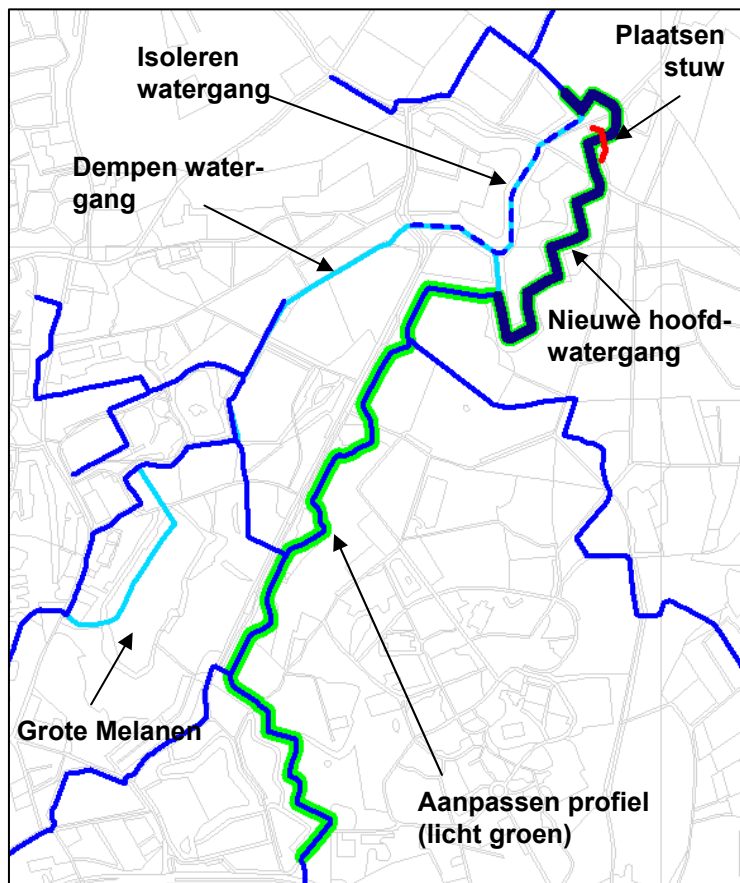
3 West-Brabantse Waterlinie na herinrichting

3.1 Beschrijving herinrichting

In het kader van het inrichtingsplan zijn enkele maatregelen in het watersysteem van de West-Brabantse Waterlinie voorgesteld. Het betreft de volgende maatregelen (zie ook figuur 3.1):

- Aanpassing waterstructuur
In het inrichtingsplan wordt de buitengracht van Fort Roovere een hoofdwatgang. De binnengracht wordt geïsoleerd. Hiermee wordt het peil in de binnengracht grondwatergestuurd (in natte perioden een hoog waterpeil, in droge een laag waterpeil). De watgang ten zuidwesten van de binnengracht wordt gedempt.
- Plaatsen stuw
In de buitengracht wordt (aan de benedenstroomse zijde) een stuw geplaatst. Het stuwpeil wordt NAP +0,50 m (zomer) en NAP +0,70 m (winter). Ten opzichte van de huidige situatie wordt het zomerpeil verhoogd met 0,25 m, het winterpeil met 0,85 m. De stuw heeft een breedte van 1,50 m. Voor een precieze uitwerking van de stuw moeten de volgende randvoorwaarden worden gehanteerd:
 - overstortende straal bij maatgevende afvoer (T1 oftewel Q100): 25 tot 30 cm
 - overstortende straal bij gemiddelde omstandigheden (moet ongeveer Q20 zijn): ca 5 cm
 - bij maximale peil (in dit geval NAP +1,60 m) moet de klepstand 70 graden zijn
- Aanpassen profielen
Het dwarsprofiel van de Ligne wordt aangepast. Het talud wordt over de gehele lengte 1:1,5. De bodembreedte varieert tussen circa 5 en 23 meter.

Voor een uitgebreide beschrijving en grafische weergave van de nieuwe inrichting wordt verwezen naar de rapportage "Toelichting op het Definitief Ontwerp voor de West Brabantse Waterlinie" (2008).



Figuur 3.1 Maatregelen inrichtingsplan West-Brabantse Waterlinie

Naast bovengenoemde maatregelen zijn er in het stroomgebied van de Ligne nog andere maatregelen gepland. Deze maatregelen vallen niet binnen het inrichtingsplan van de Ligne. Omdat deze invloed hebben op de waterpeilen en –afvoeren in de Ligne in de toekomstige situatie, zijn deze maatregelen wel in de modelberekeningen meegenomen. Het betreft maatregelen ter plaatse van de Groote Melanen en in het gebied tussen de Groote Melanen en de binnengracht van Fort Roovere; beide worden geïsoleerde waterpartijen.

3.2 Afweging van de stuwpeilen

Ten behoeve van de bepaling van het te voeren peilregime in de waterlinie worden de eisen vanuit verschillende functies en aspecten naast elkaar gezet. Op basis hiervan wordt een peilregime afgeleid dat zo goed mogelijk tegemoet komt aan deze eisen. Bij tegenstrijdige eisen is een onderbouwde afweging gemaakt.

De verschillende functies en aspecten die eisen stellen aan het peilbeheer zijn:

- beheer en onderhoud
- aquatische natuur
- natuurdoeltypen (terrestrische natuur)
- waterberging

Beheer en onderhoud

Voor het beheer en onderhoud is slechts één peil van belang en dat is gerelateerd aan de 1 meter waterdiepte die een maaiboot nodig heeft. Deze waterdiepte is alleen noodzakelijk wanneer de maaierwerkzaamheden worden uitgevoerd en kan daarmee zelfs bereikt worden door een tijdelijke peilopzet.

Indien de oevers gemaaid moeten worden, moeten deze wat betreft de inrichting bereikbaar zijn en voldoende draagkracht hebben voor het benodigde materieel. De draagkracht hangt sterk samen met de grondwaterstand op het moment van belasting. Deze moet minimaal 0,5 m –mv bedragen.

Aquatische natuur

Vanuit het beleid geldt dat de Ligne de functie “waternatuur” heeft, met het streefbeeld “boezemkreek”. De streefbeelden voor beken met de functie “waternatuur” zijn uitgewerkt in het rapport “Streefbeelden voor beken en krekken in Noord-Brabant”. Enkele (hier relevante) aspecten voor dit streefbeeld zijn: nutriëntrijk mag; stroomsnelheid beneden de 0,3 m/s; minimale waterdiepte 0,3 m en gemiddeld hoogwater is minimaal 0,1 m hoger ten opzichte van het gemiddeld waterpeil; winterpeil is hoger dan zomerpeil; begeleidende vegetatie bestaat uit wilgenbos en rietvelden.

Voor de oevertvegetatie is het van belang dat er geen peilopzet is in het voorjaar, aangezien verscheidene planten dan kunnen verdrinken.

Om de mogelijke algenbloei in toom te houden zou de waterdiepte in de Ligne minimaal 1,0 moeten zijn in de zomerperiode.

Bij hoge peilen mag er geen verbinding ontstaan tussen de Ligne en het Wasven, omdat daarmee nutriëntenrijk water in het ven komt. Daarnaast kunnen zo ook vissen in het ven komen, zij zouden anders de aanwezige amfibieën opeten, wat hier ongewenst is.

De belangrijkste eisen ten aanzien van het te voeren peilregime zijn:

- Minimale waterdiepte van 0,3 m, vanuit het streefbeeld “boezemkreek”;
- Minimale waterdiepte is 1,0 m, in de zomerperiode om algenbloei te voorkomen;
- Winterpeil is hoger dan zomerpeil (natuurlijk regime);
- Geen verbinding tussen Ligne en het Wasven bij hoge peilen.

Natuurdoeltypen (terrestrische natuur)

Het plangebied ligt binnen de EHS, door de provincie zijn hier natuurdoeltypen toegewezen. De belangrijkste (maatgevende) terrestrische natuur in het gebied die invloed ondervinden van het peilregime zijn de vochtige schraallanden rondom het ven en uiteraard de moeraszone direct aan de Ligne.

Het instrumentarium Waternood 2.2a van Alterra geeft aan dat natuurdoeltype 3.29 Nat schraalgrasland een Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) nodig heeft van 0,4 m –mv tot maximaal 0,3 m +mv en voor de GLG stellen de meeste plantengemeenschappen geen directe eisen. Waarbij circa 10 dagen droogtestress acceptabel is.

Het Nat schraalgrasland ligt op NAP +1,6 tot 2,0 m. Daarmee vraagt zij om winter grondwaterstanden van circa NAP +1,9 m en zomergrondwaterstanden tot maximaal NAP +1,6 m.

Het instrumentarium Waternood 2.2a van Alterra geeft aan dat natuurdoeltype 3.24 Moeras een Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) accepteert tot 0,8 m –mv en voor de GLG vragen de meeste plantengemeenschappen een peil rond de maaiveldhoogte. Waarbij circa 10 dagen droogtestress acceptabel is.

Het Moeras ligt op NAP +0,5 m. Daarmee vraagt zij om winter grondwaterstanden tot minimaal NAP +0,3 m, waarbij inundatie mogelijk is. Moeras vraagt om zomergrondwaterstanden van circa NAP +0,5 m.

Het instrumentarium Waternood 2.2a van Alterra geeft aan dat natuurdoeltype 3.55 Wilgenstruweel een Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) accepteert tot 0 m –mv tot 0,2 m +mv en voor de GLG stellen de plantengemeenschappen geen directe eisen. Waarbij circa 5 dagen droogtestress acceptabel is.

Het Wilgenstruweel ligt op NAP +0,5 m. Daarmee vraagt zij om winter grondwaterstanden tot minimaal NAP +0m, waarbij inundatie mogelijk is, met zomergrondwaterstanden van circa NAP +0,5 m.

De terrestische natuur is gebaat bij lage waterstanden in de zomer en hoge waterstanden in de winter. Op die manier wordt een ongestuurde (natuurlijke) situatie nagebootst. Dit betekent dat in de zomer zo nu en dan water in de moeraszone aanwezig is, maar dat zij hoofdzakelijk drassig zal zijn. Deze situatie is goed voor de ontwikkeling van pioniersoorten. In de winter wordt een hoog peil gehanteerd en staat een deel van de moeraszone onder water, zodat wordt voorkomen dat de moeraszone dichtgroeit met ongewenste vegetatie van een later successiestadium, waardoor het moeras zou verlanden. Met een hoger winterpeil blijft de zone ook daadwerkelijk een moeras en wordt de hoogst mogelijke natuurwaarde bereikt. Een hoog peil in het voorjaar heeft als voordeel dat het geïnundeerde deel van het moeras zowel een leefgebied kan zijn voor amfibieën als een paaiplek voor vissen.

Een laag zomerpeil levert een waterdiepte op van 0,8 m. Dit peil zal in de zomer zelfs nog wat uitzakken waardoor de waterkolom makkelijker opwarmt en algenbloei en zuurstofloosheid eventueel voor kunnen komen, de eis van een waterdiepte 1,0 m is echter geen harde grens. Ook dan bestaat nog steeds de mogelijkheid van algenbloei en zuurstofloosheid.

Er moet niet strak gestuurd te worden op de streefpeilen, het belangrijkste is dat er een meer dynamisch peilbeheer wordt uitgevoerd waarbij lichte peilvariaties zijn toegestaan (flexibel peilbeheer). Plotselinge sterke peilveranderingen zijn ongewenst voor de oeverzones, een geleidelijke peilvariatie (bv 5 cm peilopzet of -verlaging per week) is beter voor de ecologie om zich daaraan aan te passen.

De belangrijkste eisen vanuit de terrestrische natuur ten aanzien van het te voeren peilregime zijn:

- Natuurlijk peilregime: zomer laag en winter hoog.
- De wensen ten aanzien van de (grond) waterstanden voor de natuurdoeltypen zijn niet direct verenigbaar, vooral de wensen van het Natte schraalgrasland wijken sterk af van die voor het moeras en wilgenstruweel.

Waterberging

Voor waterberging is het van belang dat het bergend vermogen van de waterlinie zo optimaal mogelijk kan worden benut, zowel in de zomer als in de winter. Het uiterste minimale waterpeil in de Ligne is NAP +0,0 m (streefbeeld boezemkreek: waterdiepte van 0,3 m).

Het maximale waterpeil wordt bepaald door enerzijds de hoogte van de aanwezige overstortdrempels (laagste ligt op NAP +2,2 m) en anderzijds het maaiveld van het meest kritische natuurdoeltype (vochtig schraalland: laagste maaiveld NAP +1,6 m). Dit maakt dat het peil maximaal opgezet mag worden tot NAP +1,6 m.

De verwachting is dat de waterberging voornamelijk in de winter wordt ingezet. Dus een zo laag mogelijk peil in die periode geeft ook de meeste potentiële waterberging. De potentiële berging bij een streefpeil van NAP +0,7 m en een peilopzet tot NAP +1,4 m is circa 85 000 m³. Daarmee wordt al voldaan aan de waterbergingsopgave van 80 000 m³. De potentiële berging bij een streefpeil van NAP +0,7 m en een peilopzet tot NAP +1,6 m is circa 138.000 m³. Zie ook onderstaande tabel.

Daarbij is ervan uitgegaan dat er reeds een winterpeil van NAP +0,7 m gerealiseerd is, de poelen, plassen en grachten hebben ook een aandeel in de waterberging. Er is van uitgegaan dat Tenaille nog droog staat en pas bij een peil van NAP +1,4 m vol begint te lopen.

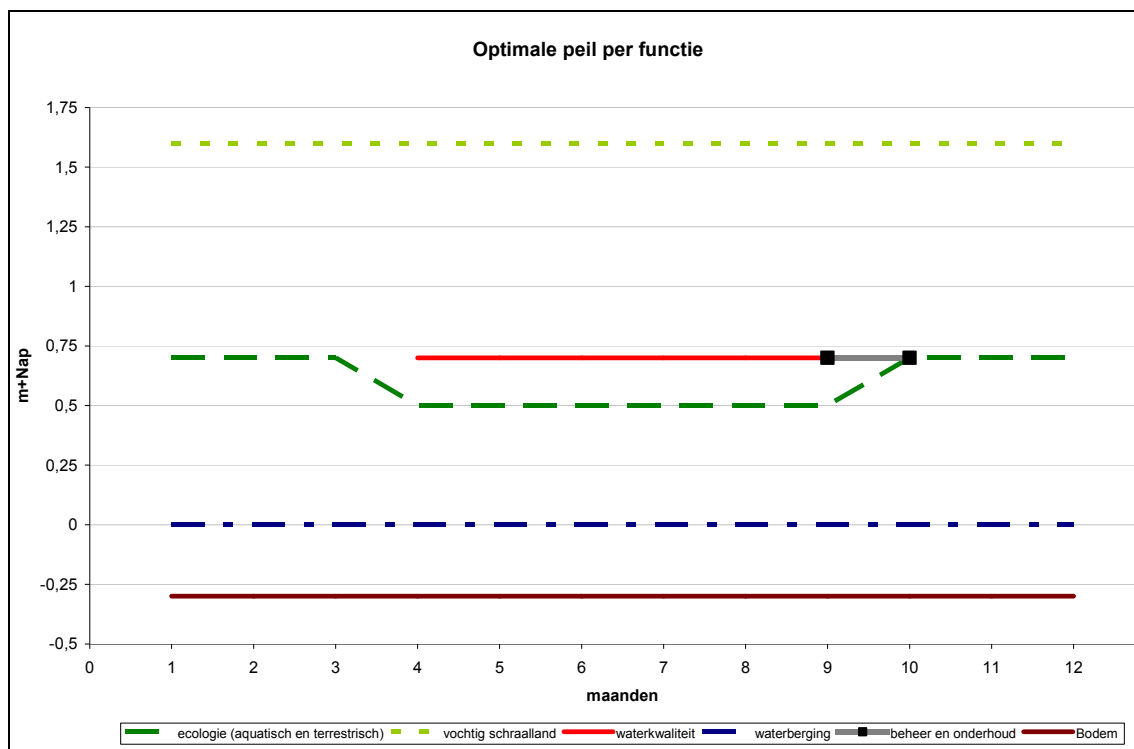
Deze berekening van de waterberging is theoretisch, de modelstudie (paragraaf 3.3.3) geeft meer inzicht geven in de werking van het watersysteem en de waterberging.

Tabel 3.1 Mogelijke waterberging Ligne bij verschillende waterstanden

Waterstand [m t.o.v. Nap]	Peilopzet [m]	Waterberging vanaf 0,7 m+Nap [m ³]
0.7	0	0
0.8	0.1	8285
0.9	0.2	17875
1.0	0.3	28700
1.1	0.4	40465
1.2	0.5	52845
1.3	0.6	68235
1.4	0.7	86105
1.5	0.8	106435
1.6	0.9	138435

Afweging

In figuur 3.2 is het optimale peil per functie aangegeven, uitgezet tegen de maanden in het jaar. Hieruit valt op te maken dat de functies vochtig schraalland en waterberging elkaar steken wat betreft het optimale waterpeil. Het ecologisch en voor waterkwaliteit optimale waterpeil ligt tussen de twee uitersten (waterberging en vochtig schraalland) in. Het beheer en onderhoud speelt alleen in de maand september een rol en ligt het optimale waterpeil voor de ecologie en waterkwaliteit niet in de weg.

**Figuur 3.2 Optimale waterpeil per functie**

Een waterdiepte van 1,0 m in de zomer is eigenlijk een minimale eis voor de waterkwaliteit en een natuurlijk peilbeheer (zomer laag; winter hoog) is zeer wenselijk voor de ecologie (aqua-tisch en terrestrisch). Als gekozen zou worden voor beide (zomer 0,7 m+Nap en winter 0,9 m+Nap) komt de waterberging weer teveel in het gedrang, de mogelijke berging wordt dan met circa 18.000 m³ verminderd.

Gezien het grote belang om het benedenstroomse gebied (Halstersch Laag) te kunnen vrijwaren van overstromingen is het advies om het volgende (natuurlijk) peilregime te hanteren:

- Zomer: 0,50 m+Nap
- Winter: 0,70 m+Nap

Waarbij tijdelijke (enkele dagen) verhoging van de waterpeilen in de winter acceptabel is en ingezet zal worden voor waterberging. De waterberging moet binnen 3 dagen weer leeg zijn om volgende afvoerpieken weer te kunnen opvangen.

Het verdrogende of vernattend effect van de waterlinie op zijn omgeving is afhankelijk van het gehanteerde waterpeil. In ieder geval werken de voorgestelde peilen antiverdrogend, want het huidige zomer en winterpeil ligt veel lager (stuwpeilen zomerpeil: 0,25 m+Nap; winterpeil: 0,15 m+Nap). Eventuele verdroging van een gebied (en dus schade aan natuur of het niet tot ontwikkeling komen van de gewenste natuurtypen) is met name relevant in het voorjaar, zomer en een deel van het najaar. Een verhoging van het zomerpeil zal de verdroging dan ook het meest tegengaan.

3.3 Effecten van de herinrichting

3.3.1 Oppervlaktewater na herinrichting

Door het plaatsen van de stuw in de buitengracht verandert het bovenstroomse peil. Benedenstrooms verandert er niets aan de stuwpeilen. Verschillen in berekende waterpeilen tussen de huidige en de toekomstige situatie worden vooral veroorzaakt door verschillen in de afvoer.

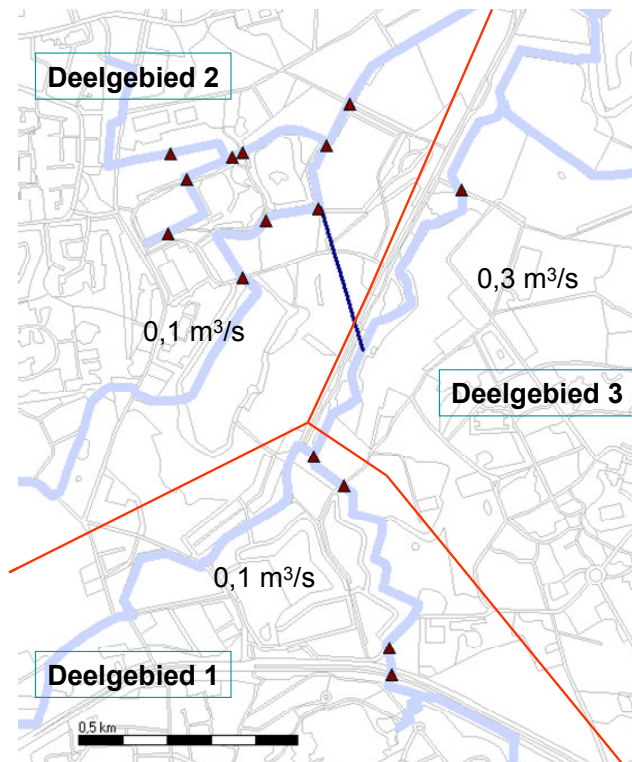
Het toekomstige peilregime in de buitengracht is tegengesteld aan het huidige regime in de Ligne. In de toekomst is het zomerpeil "laag" (NAP +0,50 m) en het winterpeil "hoog" (NAP +0,70 m). Het berekende waterpeil bij een langjaarlijkse reeks van 8 jaar is gemiddeld 0,05 m hoger dan het stuwpeil. In natte perioden is sprake van een opstuwing van circa 0,20 tot 0,30 m.

Door het opzetten van het waterpeil in de Ligne neemt de kwel naar de Ligne af, deze wordt deels weggedrukt door de hogere grondwaterstanden. Mede door de afname van de kwel, neemt ook de afvoer van de Ligne af. De afname van de gemiddelde afvoer bedraagt circa 7%. Dit geeft aan dat er met de herinrichting een bijdrage wordt geleverd aan het vasthouden van water.

3.3.2 Toetsing aan de eisen

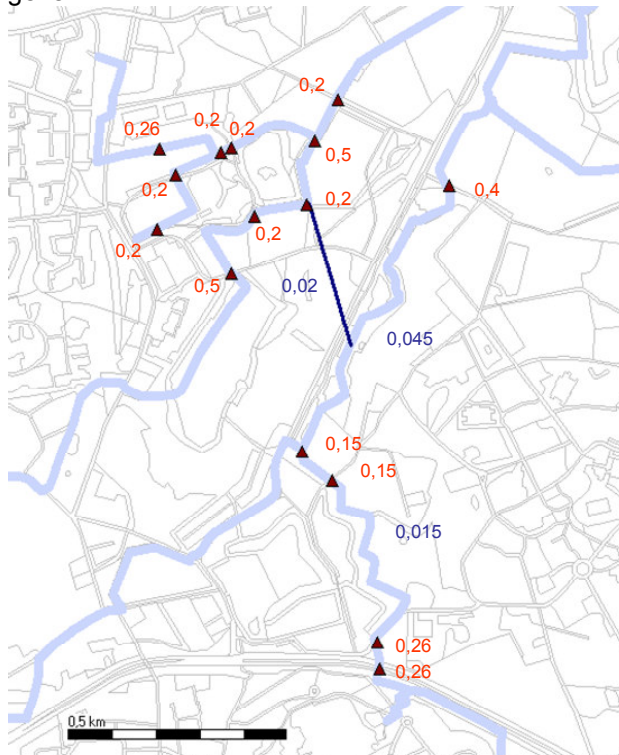
Stroomsnelheid

De maatgevende afvoer is alleen bekend/bepaald ter hoogte van stuw De Ligne. Om de watergangen en de duikers te kunnen toetsen aan de eisen is het van belang te weten wat de afvoer ter hoogte van elk van de watergangen/duikers is. Daartoe is het plangebied opgedeeld in subdeelsroomgebieden en aan elk van de gebieden is een maatgevende afvoer toegekend, op basis van de grootte van het gebied. In onderstaande figuur zijn de deelgebieden aangegeven tezamen met de duikers die moeten worden getoetst en de betreffende maatgevende afvoer.



Figuur 3.3 *Deelgebieden met maatgevende afvoer*

Op basis van de maatgevende afvoer en de dimensies van de watergangen en de duikers zijn de stroomsnelheden bepaald en in onderstaande figuur (per duiker en per watergang) weergegeven.



Figuur 3.4 Stroomsnelheden (in m/s) voor de duikers (in rood) en de watergangen (in blauw) duikers in de Ligne zelf zijn komen te vervallen

Bovenstaande figuur laat zien dat zowel alle (nieuwe en oude) duikers als alle watergangen voldoen aan de eis ten aanzien van de stroomsnelheid.

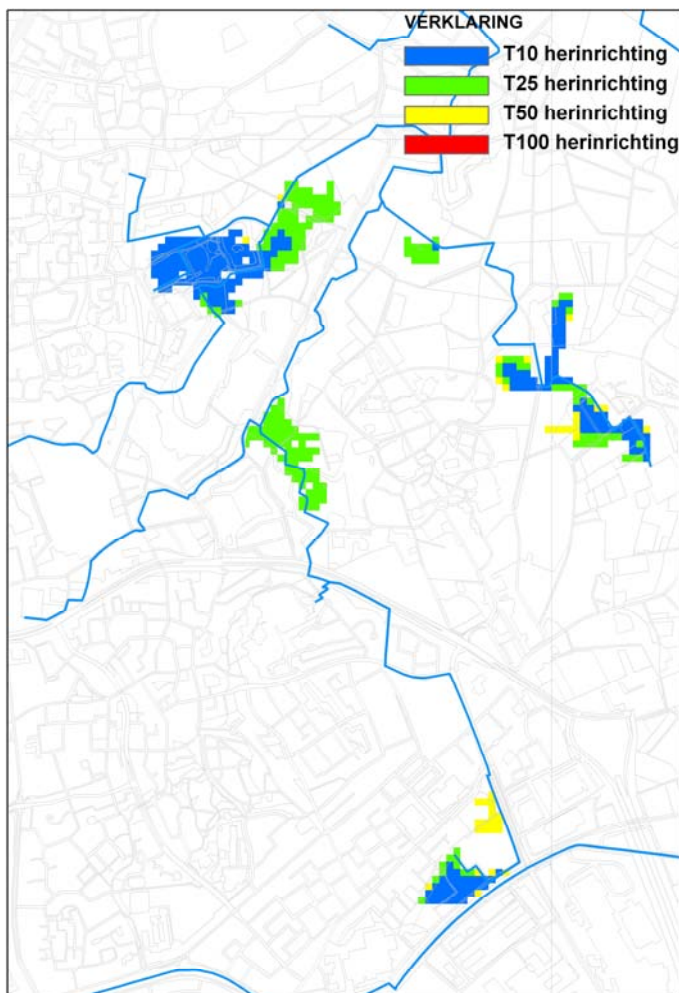
Inundatie

Ook het effect van de herinrichting op de inundaties in het gebied zijn onderzocht. Met behulp van de Sobek schematisatie (aangepast aan de herinrichting; ook de SIMGRO invoer is aangepast) zijn wederom de inundaties in het gebied berekend. In onderstaande figuur zijn de inundaties na herinrichting weergegeven.

Onderstaande figuur laat de resultaten van de inundatieberekeningen zien. Daaruit blijkt dat de inundatie nabij Fort Pinsen veel minder is geworden en ook pas bij een T=25 situatie (=geen knelpunt). Het maximale waterpeil aldaar bij bijvoorbeeld een T=10 situatie was in de bestaande situatie 1,73 m+Nap en in de nieuwe situatie is dan nog maar 0,92 m+Nap. Deze verlaging van het maximale peil is het gevolg van de extra berging in het systeem maar voornamelijk te danken aan het feit dat verscheidene opstuwende duikers zijn verwijderd.

De inundaties in het park, in het landbouwgebied nabij de weg Buitenlust en de inundatie in de wijk Meilust zijn nagenoeg onveranderd. De herinrichting heeft dus een gering positief effect op deze gebieden.

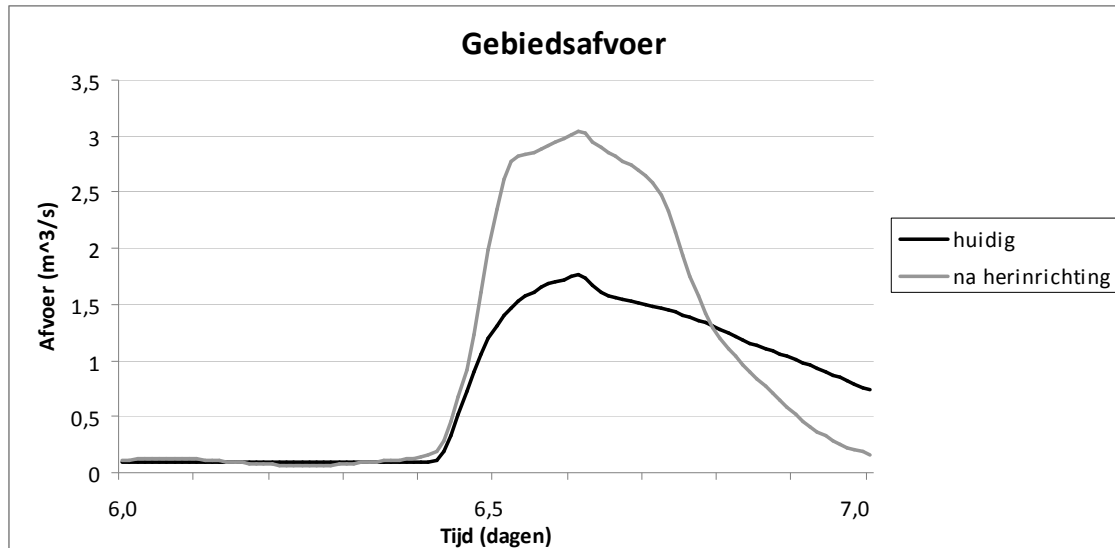
Wat verder opvalt is dat de T=50 en T=100 inundaties nauwelijks groter zijn dan de T=25 inundatie. Dit heeft te maken met de enorme bergingscapaciteit van de Ligne in combinatie met de peilregulerende stuw die het water sneller afvoert.



Figuur 3.5 Inundatiepatroon bij verschillende herhalingstijden, na herinrichting

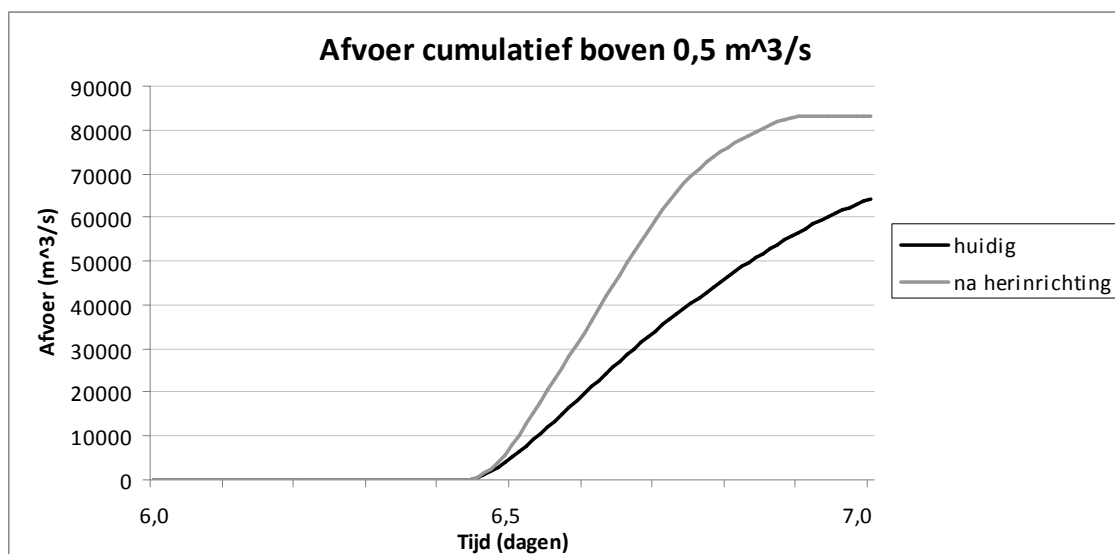
3.3.3 Waterberging

De opgave in het gebied ten aanzien van waterberging is het realiseren van 80.000 m³ waterberging. In voorgaande paragrafen is al een indicatie gegeven van de mogelijke waterberging bij een peilopzet naar NAP +1,6 m. Ook met behulp van de Sobek-modellering is bekeken hoe effectief het water kan worden vastgehouden in de Ligne bij een extreme gebeurtenis van eens in de 10 jaar (beschermingsniveau van het benedenstrooms gelegen natuurgebied Halstersch Laag). Allereerst is bekeken hoeveel water het gebied verlaat tijdens een afvoersituatie van eens in de 10 jaar, zowel voor de huidige als de niet nieuwe situatie. In onderstaande grafiek zijn de gebiedsafvoeren bij een T=10 gebeurtenis opgenomen.



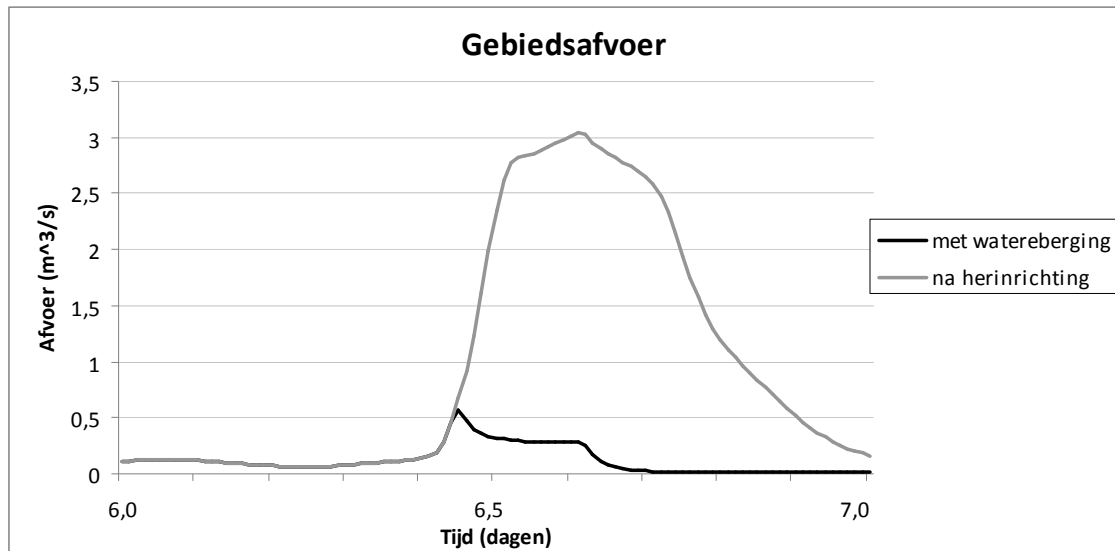
Figuur 3.6 T=10 Afvoer aan het einde van het stroomgebied (plangebied) in de huidige situatie en na herinrichting

Bovenstaande figuur laat zien dat de nieuwe stuw (gestuurd waterpeil) het water sneller afvoert dan de huidige stuw en bijbehorende (al dan niet bedoelde) knijpende kunstwerken. Toch blijkt de cumulatieve afvoer nog niet eens zo ver uit elkaar te lopen als bovenstaande piekafvoeren. Hieronder is de cumulatieve afvoer van beide situaties gegeven wanneer de gebiedsafvoer boven de 0,5 m³/s komt. De cumulatieve afvoer na herinrichting komt uit dan op 83.000 m³, daarna is de afvoer weer beneden de 0,5 m³/s.

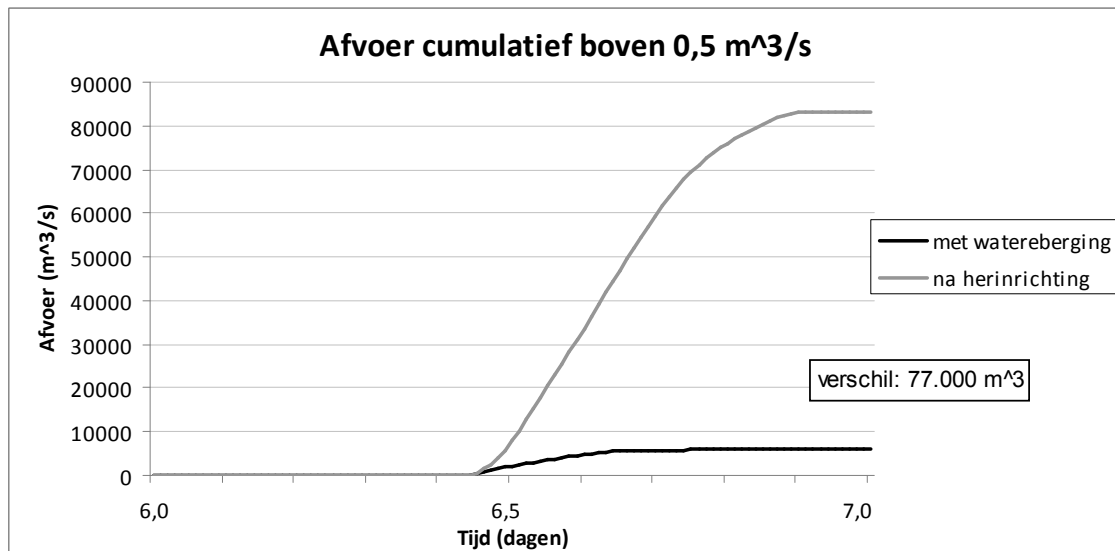


Figuur 3.7 Cumulatieve afvoer bij een T=10 gebeurtenis in de huidige situatie en na herinrichting

Uit bovenstaande figuur blijkt dat er in de huidige situatie al veel water in het gebied wordt geborgen, meer dan na de herinrichting (met een dergelijke sturing). Het maximaal bereikte waterpeil in de Ligne na herinrichting is dan ook veel lager dan in de huidige situatie, namelijk NAP +0,92 m. Dit betekent dat al een deel van de berging is opgebruikt, maar dat nog een relatief groot deel over is om te gebruiken. Om de effectiviteit van de waterberging te bepalen is met Sobek een berekening gemaakt waarbij de waterberging wordt ingezet wanneer de afvoer boven de 0,5 m³/s uitkomt. Het water wordt vervolgens tot NAP +1,6 m opgezet alvorens er weer water het gebied kan verlaten. Onderstaande figuren laten de resultaten zien.



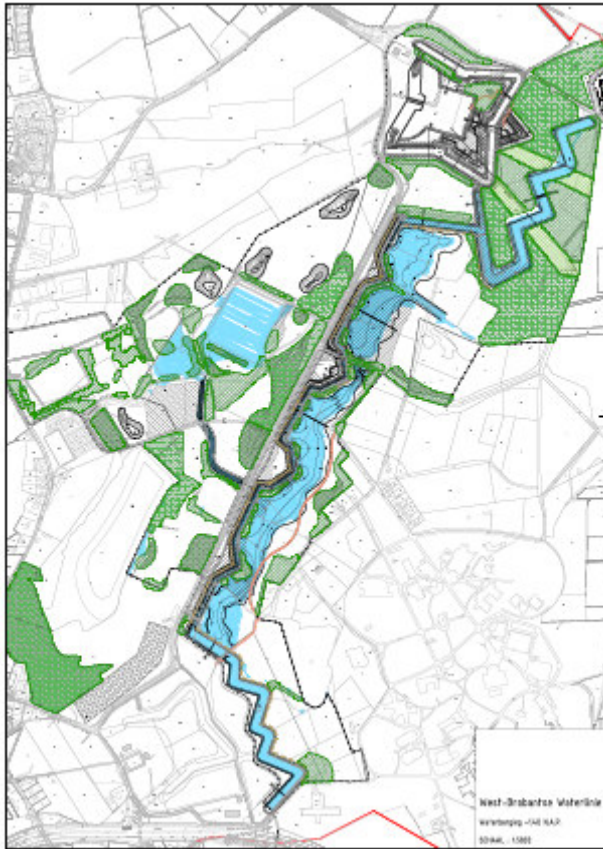
Figuur 3.8 *T=10 Afvoer aan het einde van het stroomgebied (plangebied) na herinrichting en met waterberging*



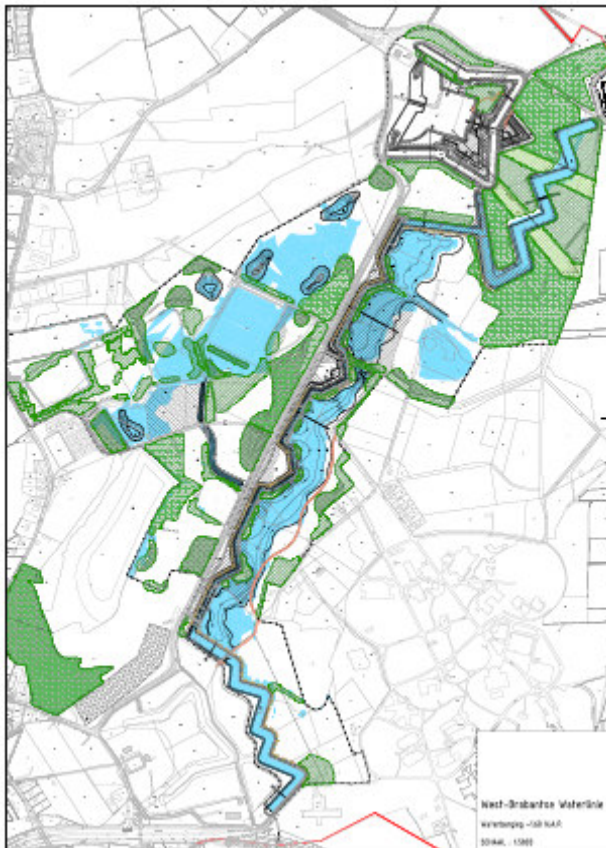
Figuur 3.9 *Cumulatieve afvoer bij een T=10 gebeurtenis na herinrichting en met waterberging*

Het water wordt tijdens de extreme gebeurtenis (T=10) bijna volledig geborgen in de Ligne. Het waterpeil stijgt zelfs niet eens verder dan NAP +1,35 m, waardoor er zelfs nog waterbergingscapaciteit over is in het gebied. Dit komt ook overeen met de indicatieve berekeningen in paragraaf 3.2, waarbij de waterberging bij NAP +1,35 m circa 80.000 m³ is.

In onderstaande figuren is aangegeven welk gebied onder water staat bij een waterpeil van zowel 1,40 als 1,60 m+ NAP in de waterlinie. In de figuren is duidelijk te zien dat alle poelen bij een waterpeil van NAP +1,40 m gevrijwaard blijven van enige overstrooming. Dit in ogenschouw nemende en het feit dat de opgave al wordt bereikt bij een waterpeil van NAP +1,35 m is het verstandig de maximale peilopzet op NAP +1,40 m te zetten.



Figuur 3.10 Inundatievlakte (lichtblauwe kleur) bij NAP +1,40 m waterpeil



Figuur 3.11 Inundatievlakte (lichtblauwe kleur) bij NAP +1,60 m waterpeil

De keuze om bij een afvoer boven de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ te gaan berging is arbitrair gekozen. De sturing van de waterberging moet geschieden op basis van bereikte waterpeilen in het Halstersch Laag, maar helaas reikt de modellering niet zo ver. Deze afstemming moet nog nader worden onderzocht.

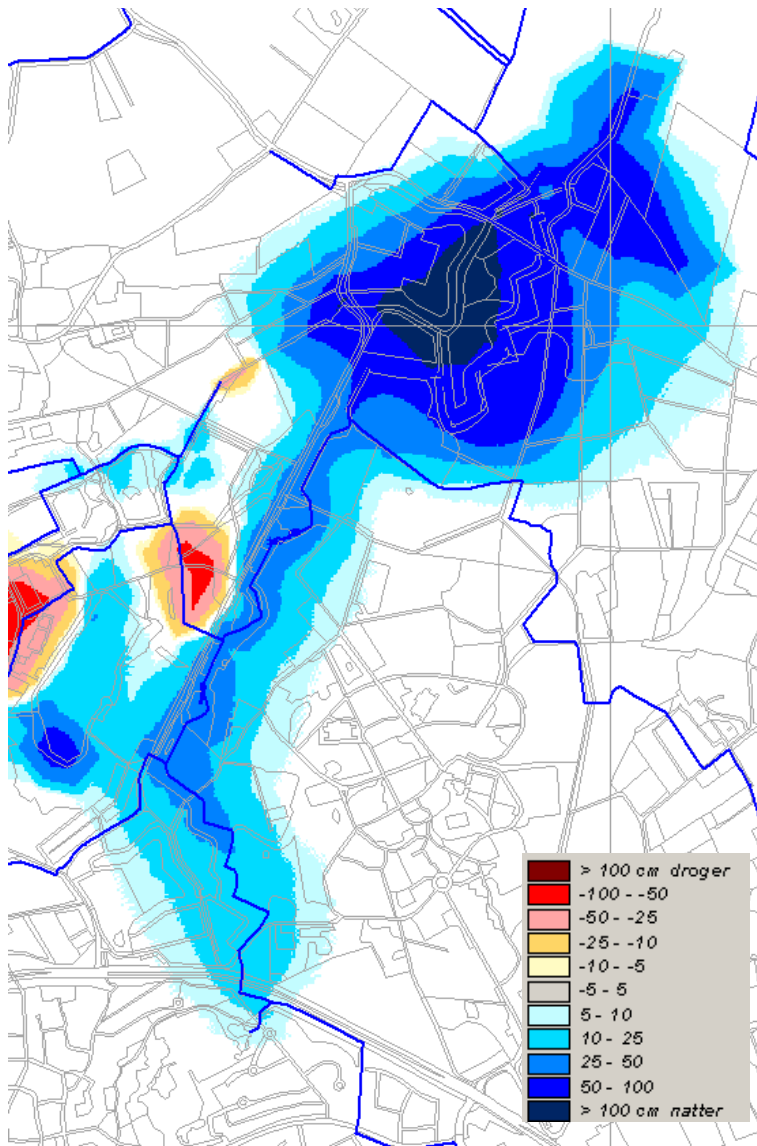
De wegen in het gebied ondervinden geen hinder van de peilopzet in geval van waterberging. De wegen liggen namelijk allemaal hoger dan NAP +2,40 m. Dit betekent een drooglegging van minimaal 60 cm en dat volstaat voor de veiligheid van de wegen.

3.3.4 Grondwater na herinrichting

In figuur 3.12 is het verschil in de berekende gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand -na uitvoering van het inrichtingsplan- weergegeven. Voor de kaarten van de GHG en GLG wordt verwezen naar bijlage 3.

Uit figuur 3.12 blijkt dat met name ter plaatse van de binnengracht van Fort Roovere de grondwaterstand stijgt. In de huidige situatie voert de binnengracht water af en dit zorgt voor lage grondwaterstanden in de omgeving. In het inrichtingsplan is de binnengracht geïsoleerd en wordt geen water meer afgevoerd. Ter plaatse van de binnengracht wordt voor de toekomstige situatie een gemiddelde grondwaterstand berekend van circa NAP +1,80 á NAP +2,00 m.

Als gevolg van de peilopzet in de buitengracht van fort Roovere stijgen de grondwaterstanden in de directe omgeving van de Ligne met 25 tot 50 cm. De freatische grondwaterstand bevindt zich dan nabij de Ligne op een niveau van circa NAP +1,30 m (in het zuidelijk deel) tot NAP +1,00 m (in het noordelijk deel).



Figuur 3.12 verschil berekende gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand [m NAP], huidige situatie tov na herinrichting

De effecten op de grondwaterstanden zijn het grootst rond de binnengracht van fort Roovere. Tevens blijkt dat de effecten op de GHG, zoals te verwachten is, het grootst zijn en zijn de effecten op de GLG het kleinst.

In de omgeving van de binnengracht van fort Roovere stijgt de GHG lokaal met meer dan 1,5 m. Tot op een afstand van circa 300 m wordt een maximaal effect van 0,05 m op de grondwaterstand verwacht. Op de GLG wordt ter plaatse van de binnengracht een maximale stijging van circa 1,0 tot 1,3 m verwacht.

Door het opzetten van het waterpeil in de Ligne stijgen ook de grondwaterstanden in de omgeving van de Ligne. De GHG stijgt lokaal maximaal circa 0,50 m. Op een afstand van circa 200 m van de Ligne wordt een maximaal effect van 0,05 m verwacht. Het effect op de GLG bedraagt lokaal maximaal 0,30 m.

In het gebied ten westen van de Ligne treedt lokaal een verlaging op van de GxG's. Deze verlaging is het gevolg van maatregelen die buiten het inrichtingsplan van de Ligne vallen.

In figuur B3.3 in bijlage 3 is de berekende kwel en infiltratie voor de huidige situatie weergegeven. Het betreft de langjarig (1998-2005) gemiddelde kwel en infiltratie. Uit figuur 2.3 en figuur B3.3 blijkt dat in de huidige situatie ter plaatse van de binnengracht van Fort Roovere sprake is van een (sterke) kwelsituatie en dat deze wijzigt in een min of meer kwelneutrale situatie (binnengracht is in de toekomstige situatie geïsoleerd en er wordt geen water meer afgevoerd). Door het opzetten van het peil in de buitengracht van fort Roovere neemt de kwel iets af. Wel blijft hier sprake van een kwelsituatie. Ook in het bovenstroomse deel van de Ligne neemt de kwel af. Maar de Ligne heeft nog steeds een drainerende werking op de omgeving.

Aandachtspunt

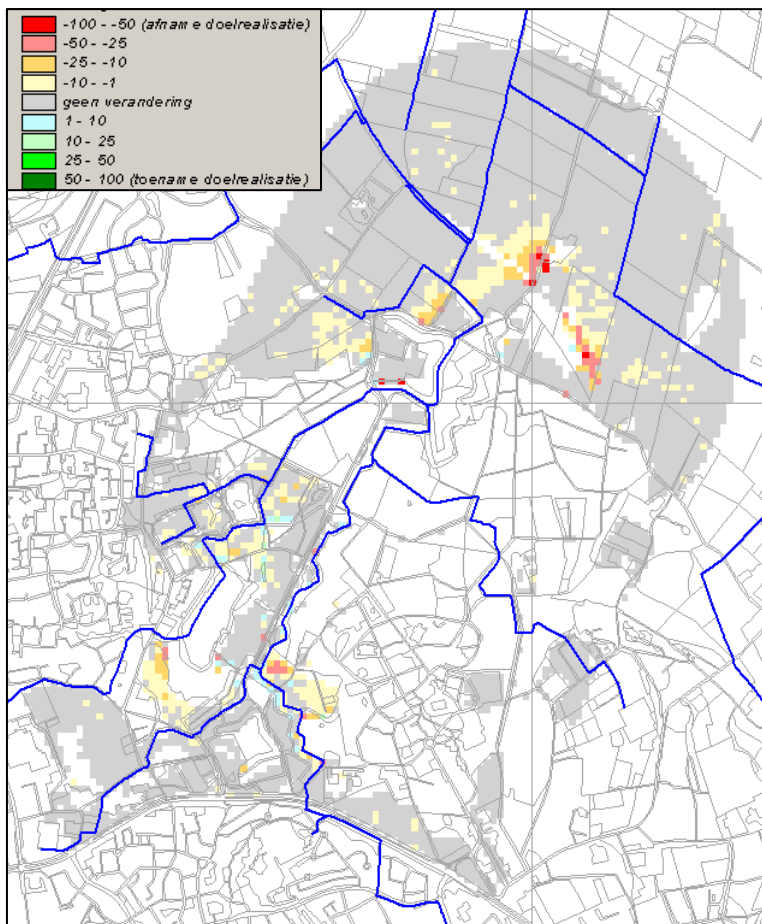
In het gebied ten noordoosten van de buitengracht van Fort Roovere worden aanzienlijke effecten berekend naar aanleiding van de uit te voeren maatregelen in de Ligne. In het gebied waar deze effecten worden berekend ligt het tracé van de nieuwe A4. In bijlage 4 wordt de vraag beantwoord of deze berekende effecten ook daadwerkelijk zullen gaan optreden als gevolg van de herinrichting van de Waterlinie.

3.3.5 Doelrealisatie na herinrichting

Voor de toekomstige situatie zijn ook de doelrealisaties bepaald. Onderstaand worden voor Landbouw, Natuur en Stedelijk gebied de veranderingen ten opzichte van de huidige situatie (paragraaf 2.3) beschreven.

Doelrealisatie landbouw

In figuur 3.13 is de verandering van de totale doelrealisatie voor landbouw weergegeven. In tabel 3.1 staan de veranderingen van de nat- en droogschade apart weergegeven.



Figuur 3.13 Verandering doelrealisatie landbouw [%]

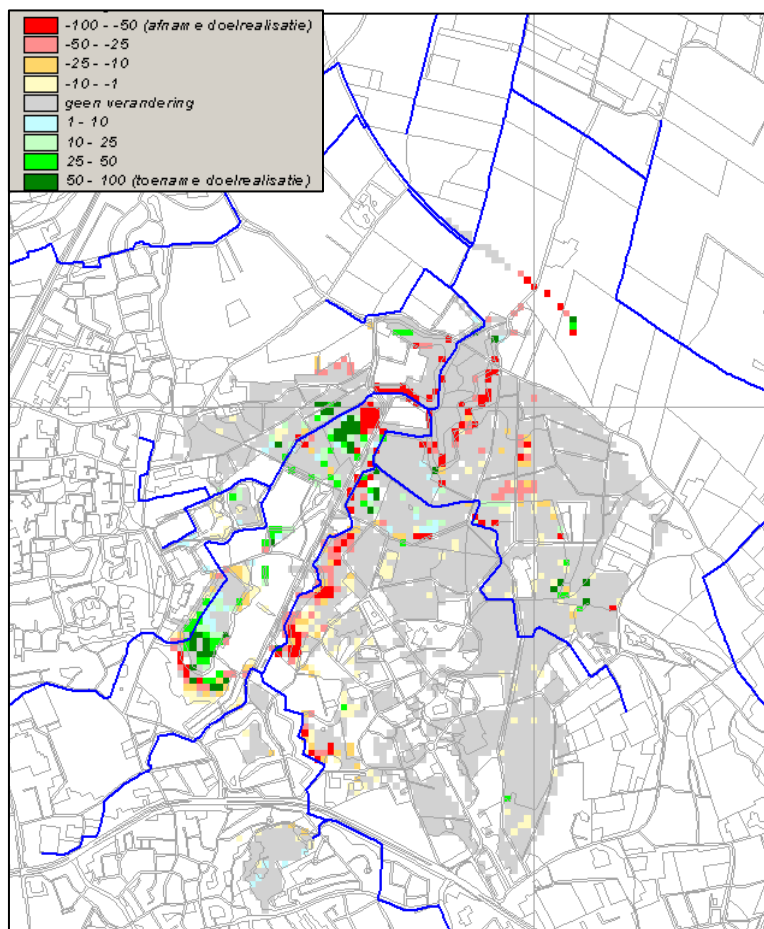
Tabel 3.1 Verandering nat- en droogschade en doelrealisatie Landbouw

Natschade [%]	Droogschade [%]	Doelrealisatie [%]
0.8	-0.1	-0.7

De totale doelrealisatie voor landbouw neemt af met 0,7%, dit is een gevolg van de toename van de natschade als gevolg van de verhoging van de grondwaterstanden. Gezien de nauwkeurigheid van de analyse kan hiermee de uitspraak gedaan worden dat de situatie voor de landbouw nauwelijks of niet verslechterd.

Doelrealisatie natuur

In figuur 3.14 is de verandering van de totale doelrealisatie voor natuur weergegeven. In tabel 3.2 zijn de veranderingen van de verschillende 'deel-doelrealisaties' en de totale doelrealisatie weergegeven.

**Figuur 3.14** Verandering doelrealisatie Natuur [%]**Tabel 3.2** Verandering deel-doelrealisaties en totale doelrealisatie Natuur

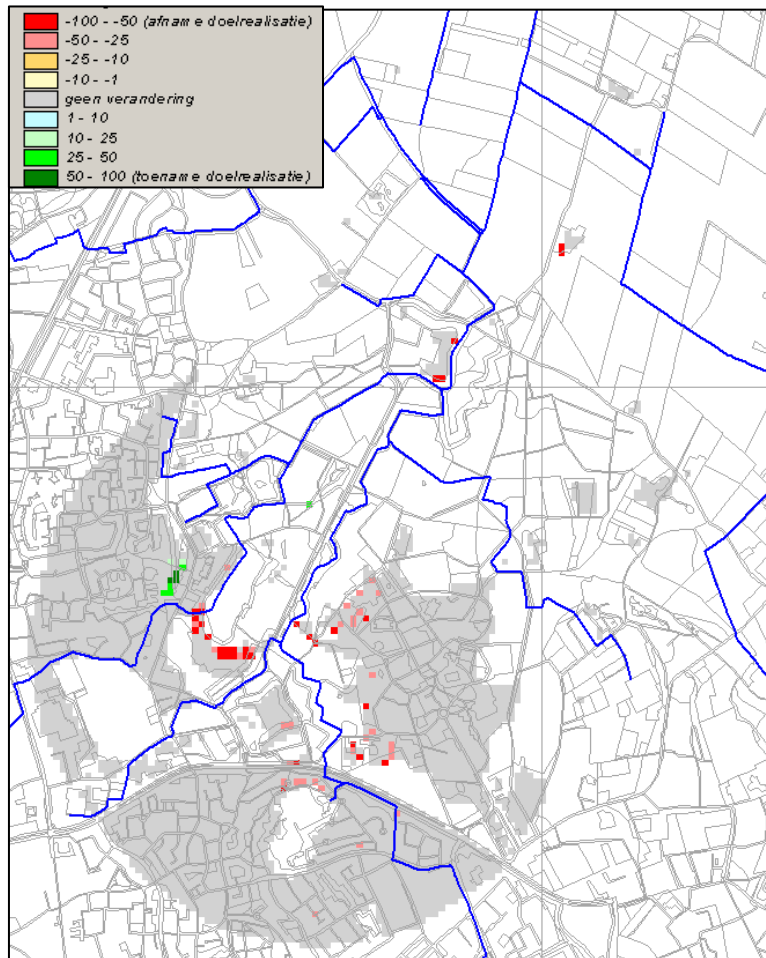
Droogtestress [%]	GLG [%]	GVG [%]	Kwel [%]	Doelrealisatie [%]
1.5	0.5	-2.2	-2.0	-1.6

De totale doelrealisatie voor Natuur neemt met 1,6% af. Dit komt met name omdat de deel-doelrealisatie voor de GVG verder afneemt (door de maatregelen stijgt de GVG), het gebied wordt plaatselijk te nat voor de geprojecteerde natuurdoeltypen. Ook neemt de deel-doelrealisatie van kwel af (door de maatregelen stijgt de grondwaterstand, waardoor lokaal kwel weggedrukt wordt).

Bij de bepaling van de doelrealisatie is uitgegaan van de natuurdoeltypen gegeven door de Provincie (beleid). Ter plaatse van de Ligne wordt echter een ander soort natuur aangelegd, te weten moeras. Dit betekent dat hier de berekende doelrealisatie niet klopt. Er mag vanuit worden gegaan dat de doelstelling daar wordt gehaald, waardoor de totale doelrealisatie niet af zal nemen maar toeneemt.

Doelrealisatie stedelijk gebied

In figuur 3.15 is de verandering van de doelrealisatie voor stedelijk gebied weergegeven.



Figuur 3.15 Verandering doelrealisatie Stedelijk gebied [%]

De doelrealisatie voor stedelijk gebied neemt af 0,6%, deze verandering is minimaal is, gezien het modelinstrumentarium niet groot. Daarmee kan geconcludeerd worden dat de herinrichting niet tot nauwelijks zal leiden tot grondwateroverlast in stedelijk gebied.

3.4 Conclusies

De herinrichting van het plangebied leidt tot een versterking van de natuurwaarden. Daarbij verdient een dynamisch peilbeheer de voorkeur.

Deze herinrichting leidt tot een (gewenste) stijging van de grondwaterstanden. Voor de aanwezige landbouw en stedelijk gebied leidt dit niet tot een stijging van de grondwateroverlast.

Naast de natuurfunctie, zal het gebied ook ingezet worden voor waterberging, daarmee wordt het benedenstroomse gebied van Halstersch Laag ontlast. Na een eerste verkenning en na gedetailleerde berekeningen blijkt dat aan de waterbergingsopgave kan worden voldaan.

4 Monitoring effecten van herinrichting

Deze monitoringsparagraaf is de verbindende schakel tussen het inrichtingsplan en het monitoringplan. In de monitoringsparagraaf worden de gebiedsspecifieke uitgangspunten en doelstellingen voor het monitoringplan geformuleerd. Enerzijds gaat het om de wijze waarop beleidsdoelen in het inrichtingsplan zijn ingevuld: in welke mate en op welke termijn worden de doelen gerealiseerd. Anderszijds gaat het om te verwachten neveneffecten of eventuele monitoringsplicht.

Tenslotte dient vanuit de projectplanning te worden aangegeven waar en op welke momenten met ingrepen wordt gestart, zodat eventuele nulmetingen hierop kunnen worden afgestemd.

4.1 Doelstellingen

In hoofdstuk 3.2 zijn de gevolgen van het peilregime – afgestemd op de verschillende functies en aspecten binnen het plangebied – op het beheer- en onderhoud binnen het plangebied zijn opgesomd. Binnen het plangebied zijn vier mogelijke functies en aspecten te formuleren, te weten:

- Aquatische natuur
Het peilregime en beheer- en onderhoud wordt volledig afgestemd op de ontwikkeling ten behoeve van de aquatische natuur (vissen, amfibieën e.d.). Om een mogelijke algenbloei in toom te houden is het van belang dat de waterdiepte in de zomerperiode minimaal 1 meter bedraagt. Voor de oevervegetatie is het van belang dat er geen peilopzet is in het voorjaar, aangezien verscheidende planten dan kunnen verdrinken. De eisen vanuit onder andere het streefbeeld boezemkreek zijn:
 - Winterpeil is hoger dan zomerpeil (natuurlijk regime);
 - Minimale waterdiepte 1,0 meter in de zomerperiode;
 - Geen peilopzet in het voorjaar;
 - Goede waterkwaliteit (maximaal toelaatbaar risico, MTR);
 - Voldoende variatie in stroming;
 - Voldoende variatie in substraat;
 - Goede kwaliteit waterbodem.
- Natuurdoeltypen (terrestrische natuur)
Het peilregime en beheer- en onderhoud wordt volledig afgestemd op de ontwikkeling ten behoeve van de terrestrische natuur (geformuleerde natuurdoeltypen en doelsoorten). Hierbij zal het nabij gelegen vochtig schraalland leidend zijn voor het peilregime. Het vochtig schraalland is immers gebaat bij een hoog peil in de Ligne. Een dynamisch peilbeheer waarbij een lichte peilvariatie is toegestaan (flexibel peilbeheer) heeft de voorkeur boven een peilregime op basis van streefpeilen. Een geleidelijke peilvariatie (bijvoorbeeld 5 cm peilopzet of peilverlaging per week) is beter voor de terrestrische natuur dan een plotselinge grote verandering. De belangrijkste eisen vanuit de terrestrische natuur zijn:
 - Natuurlijk peilregime: zomer laag, winter hoog.
 - Zomerpeil van +0,5 m NAP.
 - Goede waterkwaliteit (maximaal toelaatbaar risico (MTR)).
 - Goede kwaliteit waterbodem.
 - Geleidelijke peilvariatie.
 - Goede kwaliteit grondwater.

- Waterberging

Het peilregime en het beheer- en onderhoud wordt volledig afgestemd op de functie waterberging.

Voor waterberging is het van belang dat het bergend vermogen zo optimaal mogelijk wordt benut, zowel in de zomer als in de winter. Het uiterste minimale waterpeil in de Ligne bedraagt NAP +0,0 m. Het peil mag voor de functie waterberging maximaal opgezet worden tot NAP +1,6 m. Indien het peil verder stijgt, zal het vochtig schraalland inunderen. De belangrijkste eisen vanuit de functie waterberging zijn:

- Minimum waterpeil bedraagt NAP +0,0 m.
- Maximaal waterpeil bedraagt NAP +1,6 m.

- Beheer en onderhoud

Het peilregime wordt zo optimaal mogelijk aangepast aan het beheer- en onderhoud. Voor het beheer en onderhoud is een waterdiepte van 1 meter vereist op het moment dat er met behulp van de maaiboot onderhoud gepleegd wordt. Het peilregime dient zo te worden afgestemd dat er het gehele jaar door een vaste waterdiepte wordt gehanteerd van 1 meter. De belangrijkste eisen ten aanzien van het beheer en onderhoud zijn:

- Minimum waterdiepte bedraagt 1,0 meter;

4.1.1 Monitoringsplicht

Ten behoeve van het project geldt voor zover bekend enkel een monitoringsverplichting in het kader van het programma Beheer voor de pluspakketten "Droog soortenrijk grasland" en "Nat soortenrijk grasland". Deze pluspakketten behoren tot het aspect Ecologie. Hiervoor dient de flora en fauna gemonitord te worden zoals beschreven in bijlage 28 en 29 van de "Verordening subsidieregeling Natuurbeheer provincie Noord-Brabant". In het kader van de aspecten "Waterberging" en "Beheer en onderhoud" gelden voor zover bekend geen verplichtingen.

Om het effect van de herinrichting en de bijbehorende aanpassing van het peilregime inzichtelijk te maken, dient het effect te worden gevolgd om voldoende inzicht te verkrijgen in de maatregel-effect-relaties voor wat betreft de (geo)hydrologie, ecologie en waterkwaliteit.

Waterschap Brabantse Delta heeft momenteel binnen het plangebied 3 waterkwaliteitsmeetpunten welke in 2004 en 2005 grotendeels maandelijks bemonsterd zijn:

- 310238 Ligne, waterloop zw van F. Rooveren
- 310240, Fort Rooveren zuid
- 310245, Ligneweg (t.h.v. volkstuinten)

4.1.2 Monitoringsbehoefte

Het waterschap Brabantse Delta heeft aangegeven groot belang te hechten aan de monitoring van het inrichtingsplan. Door het structureel verzamelen van informatie over dit gebied kunnen discussies over bijvoorbeeld de functiecombinatie waterberging/natte landnatuur of landbouwschade door te hoge waterstanden in de toekomst objectief worden gevoerd.

De voorgestelde monitoring richt zich op de volgende aspecten:

- Grondwaterstanden
- Grondwaterkwaliteit
- Oppervlaktewaterstanden
- Oppervlaktewaterkwaliteit
- Waterbodemkwaliteit
- Vegetatie-ontwikkeling (verplicht in het kader van Programma Beheer)
- Fauna-ontwikkeling (verplicht in het kader van Programma Beheer)
- Macrofauna-ontwikkeling

In onderstaande tabel worden alle mogelijke monitoringsaspecten met mogelijke bijbehorende parameters, methoden, meetdichtheid en frequentie benoemd. Vanuit de subsidieverstrekking is alleen de monitoring van de flora- en fauna-ontwikkeling verplicht gesteld. De overige beschreven monitoringsaspecten zijn optioneel.

Funcities, aspecten en monitoringsplicht	Monitorings-aspect	Methode	Meetdichtheid	Frequentie
Ecologie (terrestrisch en aquatisch)	Vegetatie-ontwikkeling	Braun-Blanquet	3 a`4 locaties (moeraszone, schraal grasland, bloemrijk grasland, hogere delen)	2 maal/jaar (voorjaar-zomer)
	Macrofauna-ontwikkeling	Schepnet/trajectbemonstering	2 monsters (watergang + moeraszone)	2 maal/jaar (voorjaar/late zomer)
	Waterkwaliteit	NEN XXX; nutriënten, zware metalen, bestrijdingsmiddelen, Opgeloste bestanddelen	1 meetpunt	12 maal/jaar
	Afvoer/waterstand	Stuw	1 meetpunt (benedenstrooms)	1 uurwaarden
	Stroomsnelheid	Stroomsnelheidsmeting	Verschillende locaties (2 à 3)	Incidenteel (m.n. tijdens extremen)
	Grondwaterstanden	Peilbuis/diver	Raai (haaks op watergang van 3-4 buizen)	Dagwaarden
	Grondwaterkwaliteit	NEN xxx; nutriënten, opgeloste bestanddelen	1 meetpunt	12 maal/jaar
	Vissen	Elektrisch vissen	Hele traject	1 maal/5 jaar
	Fauna-ontwikkeling	veldinventarisatie	Hele traject	1 maal/5 jaar
Waterberging	Afvoer/waterstand	Stuw	1 meetpunt (benedenstrooms)	15 minuten waarden
	Grondwater	Peilbuis /diver	Raai (haaks op watergang) van 3-4 buizen)	Dagwaarden
Beheer- en onderhoud	Vegetatie-onderzoek	Braun-Blanquet	3 a`4 locaties (moeraszone, schraal grasland, bloemrijk grasland, hogere delen)	2 maal/jaar (voorjaar-zomer)
	Waterstand	Stuw	1 meetpunt (benedenstrooms)	Dagwaarden

Conclusie

Op basis van het beschreven voorstel voor monitoring kunnen alle functies, aspecten en risico's binnen het plangebied gecontroleerd en geëvalueerd worden. Aan de hand daarvan kan een uitspraak gedaan worden over de ontwikkeling van de aquatische en terrestrische natuur, de gevolgen voor de grondwaterstand (vernatting/verdroging), waterstanden en afvoeren, de afwijking t.o.v. de natuurdoeltype/streefbeeld. Er wordt geadviseerd om bovenstaande monitoringsvoorstel gedurende 5 jaar uit te voeren en daarna te evalueren en desgewenst aan te passen op basis van voorschrijdend inzicht.

Om een goede uitspraak te kunnen doen over de ontwikkeling dient er een nul-meting uitgevoerd te worden van de (grond)waterstanden en (grond)waterkwaliteit. Bij voorkeur dient er een jaar voorafgaand aan de uitvoering al gemeten te worden. Zodat de nul-meting een volledig jaar omvat.

Om tot een vertaling van de monitoringsparagraaf naar het monitoringsplan te komen dient het waterschap over onderstaande vragen/opmerkingen een besluit te nemen.

- Het waterschap Brabantse Delta zal uiteindelijk een keuze (moeten) maken welke functie/doelstelling binnen het gebied leidend is en welk peilregime, beheer- en onderhoud en monitoring daarmee uiteindelijk gevoerd dient te worden;
- In welke mate en op welke termijn moeten de worden de doelen/funcities gerealiseerd worden?;
- Dient het effect van maatregelen te worden gevolgd, omdat ze gefaseerd worden uitgevoerd of eventueel bijgesteld moeten worden of omdat onvoldoende inzicht is in maatregel-effect-relaties?;
- Is er weet sprake van nog meer verplichtingen in het kader van aangevraagde vergunningen en/of subsidies?;
- Welke inspanning legt het waterschap zichzelf op voor wat betreft de monitoring? Welke richtlijnen/verplichtingen hanteert het waterschap hierbij?

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

De herinrichting van het plangebied leidt tot een versterking van de natuurwaarden. Daarbij verdient een dynamisch peilbeheer en gedifferentieerd onderhoud de voorkeur.

Deze herinrichting leidt tot een (gewenste) stijging van de grondwaterstanden. Voor de aanwezige landbouw en stedelijk gebied leidt dit niet tot een stijging van de grondwateroverlast. Het verdrogende of vernattende effect van de waterlinie op zijn omgeving is afhankelijk van het gehanteerde waterpeil. In ieder geval werken de voorgestelde peilen antiverdrogend, want het huidige zomer en winterpeil ligt veel lager. Eventuele verdroging van een gebied (en dus schade aan natuur of het niet tot ontwikkeling komen van de gewenste natuurtypen) is met name relevant in het groeiseizoen (april tot september). De voorgestelde verhoging van het zomerpeil zal de verdroging dan ook het meest tegengaan.

Naast de natuurfunctie, zal het gebied ook ingezet worden voor waterberging, daarmee wordt het benedenstroomse gebied van Halstersch Laag ontlast. Na een eerste verkenning en na gedetailleerde berekeningen blijkt dat aan de waterbergingsopgave kan worden voldaan.

Bovenstaande in ogenschouw nemende kan worden gezegd dat het plan een zeer positieve uitwerking heeft op het gebied. Zo werkt de herinrichting antiverdrogend, leidt tot een versterking van de natuurwaarden in het gebied en wordt een benedenstrooms gelegen natuurgebied beschermd voor overstromingen.

5.1.1 Peiladvies

Gezien het grote belang om het benedenstroomse gebied (Halstersch Laag) te kunnen vrijwaren van overstromingen is het advies om het volgende (natuurlijk) peilregime te hanteren voor de Ligne:

- Zomer: 0,50 m+Nap
- Winter: 0,70 m+Nap

Waarbij tijdelijke (enkele dagen) verhoging van de waterpeilen in de winter acceptabel is en ingezet zal worden voor waterberging. De waterberging moet binnen 3 dagen weer leeg zijn om volgende afvoerpieken weer te kunnen opvangen. Volgens de berekeningen is deze na twee dagen weer leeg. Zie ook paragraaf 3.2.

5.2 Aanbevelingen monitoring

De verschillende functies en aspecten in het plangebied stellen ieder eigen eisen aan het peilbeheer en aan de monitoring, er worden vier functies onderscheiden:

- beheer en onderhoud
- aquatische natuur
- natuurdoeltypen (terrestrische natuur)
- waterberging

Monitoring van de effecten van de herinrichting op de waterpeilen, grondwaterstanden en ecologische ontwikkeling wordt aanbevolen. Het geeft een handvat voor sturing van het onderhoud en beheer en een leerervaring voor de herinrichting.

Aanbevolen wordt om de monitoring van de effecten van de herinrichting in te passen in het bestaande monitoringsplan.

Bijlage 1

Literatuurlijst

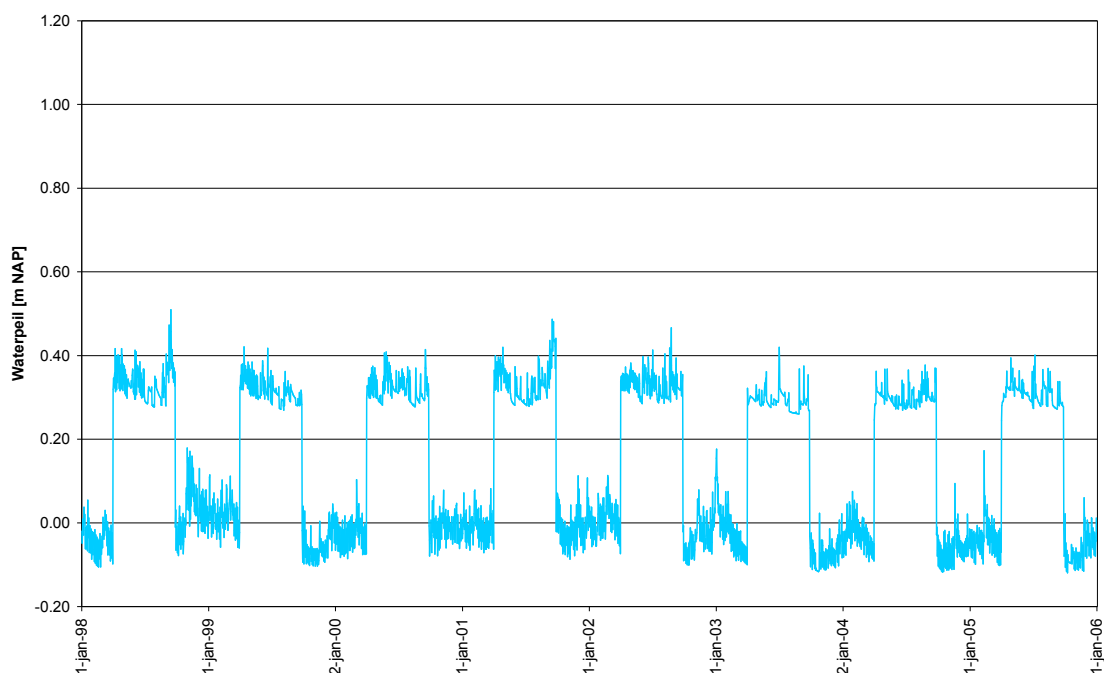
- Het zuidelijke deel van de Linie boven water, Grontmij, 2005
- Toelichting op het Definitief Ontwerp voor de West Brabantse Waterlinie, Bosgroep Zuid Nederland, Grontmij, 2008,
- IGA Brabantse Wal en Noordpolder van Ossendrecht, Technisch achtergrondrapport, Grontmij, 2008
- IGA Brabantse Wal en Noordpolder van Ossendrecht, hoofdrapport, Grontmij, 2008
- OGOR Natuur in Noord-Brabant, hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuurdoeltypen, provincie Noord-Brabant, september 2005

Bijlage 2

Modelling en modelresultaten

Huidige oppervlaktewaterstanden en –afvoeren

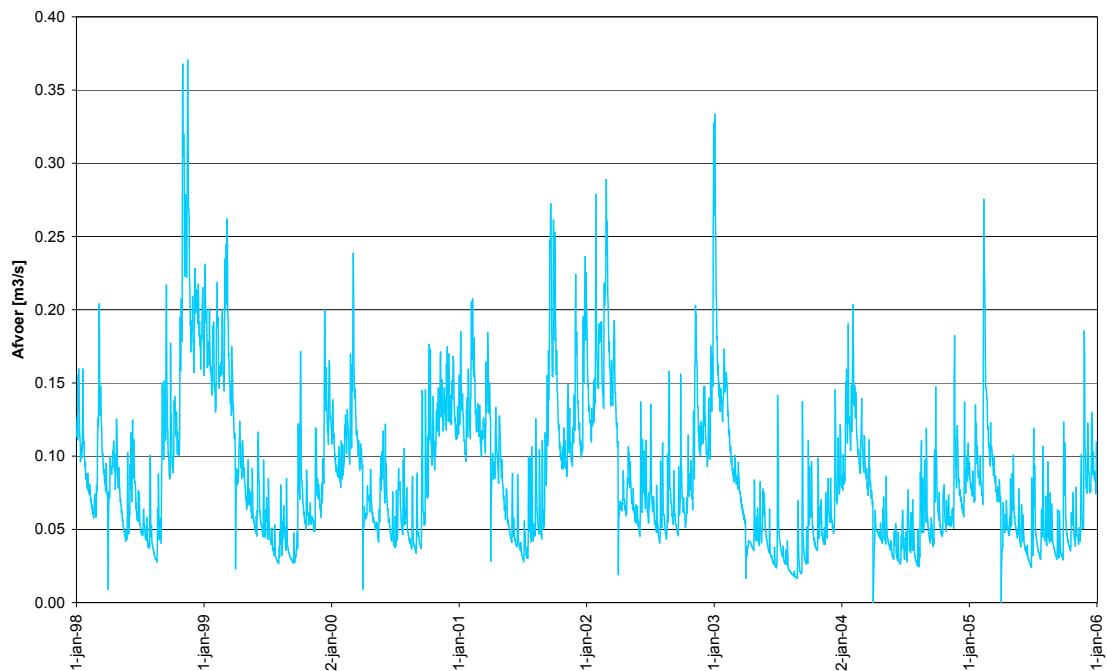
In figuur 2.4 zijn de berekende waterstanden in de Ligne, benedenstrooms van Fort Roovere, weergegeven. Het betreft de berekende waterstanden in de periode 1998 tot en met 2005.



Figuur 2.4 Berekende waterstanden Ligne, benedenstrooms van Fort Roovere

Benedenstrooms van Fort Roovere bevindt zich een stuw in de Ligne. Het stuwpeil varieert tussen NAP +0,25 m (zomerpeil) en NAP -0,15 m (winterpeil). Uit figuur 2.4 blijkt dat sprake is van een minimale opstuwung van circa 0,05 m. De minimale berekende waterpeilen bedragen circa NAP +0,30 m (zomer) en NAP -0,10 m (winter). In natte perioden is tijdelijk sprake van een opstuwung van circa 0,25 tot 0,30 m. De maximaal berekende waterstand bedraagt NAP +0,50 m (zomer) en NAP + 0,15 m (winter).

In figuur 2.5 is de berekende afvoer in de Ligne, benedenstrooms van Fort Roovere, weergegeven. Het betreft de berekende afvoer in de periode 1998 tot en met 2005.

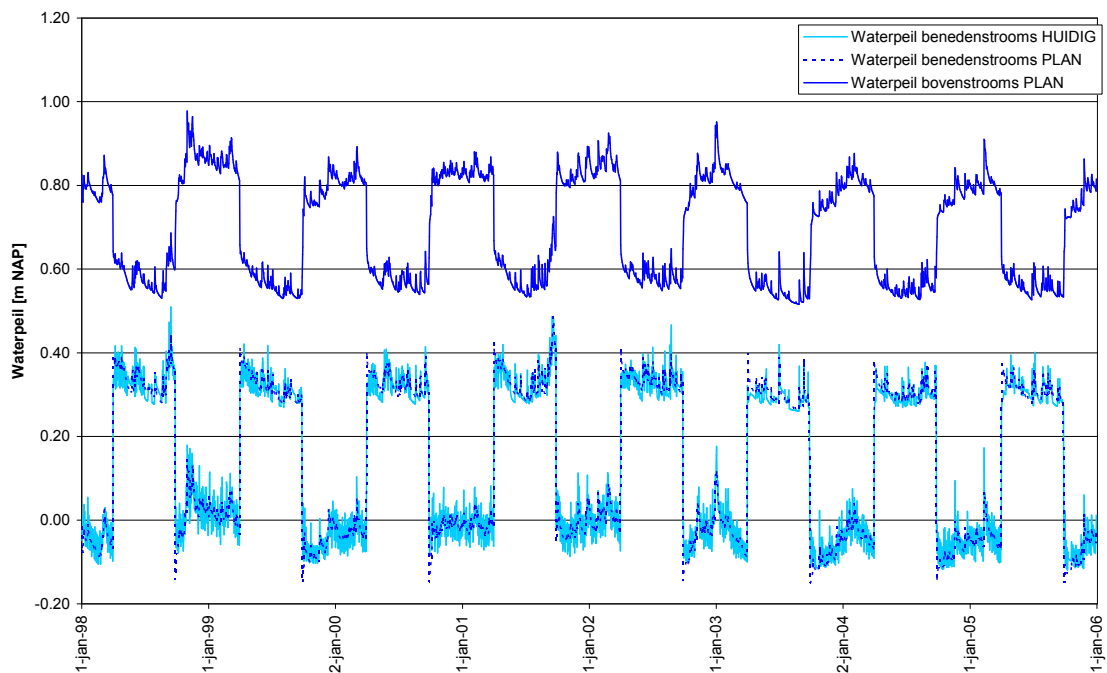


Figuur 2.5 Berekende afvoer Ligne, benedenstrooms van Fort Roovere

Uit figuur 2.5 blijkt dat de afvoer van de Ligne varieert tussen circa 0,03 en 0,20 m³/sec. In (zeer) natte perioden komen afvoeren voor van circa 0,30 tot 0,35 m³/sec. De gemiddelde berekende afvoer bedraagt circa 0,08 m³/s. Uit figuur 2.5 blijkt dat de Ligne altijd water afvoert.

Effecten op oppervlaktewaterstanden en –afvoeren

In figuur 3.5 is het berekende waterpeil in de Ligne weergegeven. In de figuur staat voor de toekomstige situatie het berekende waterpeil benedenstrooms en bovenstrooms van de buitengracht van fort Roovere. In de figuur is tevens voor de huidige situatie het berekende waterpeil benedenstrooms van de buitengracht weergegeven.

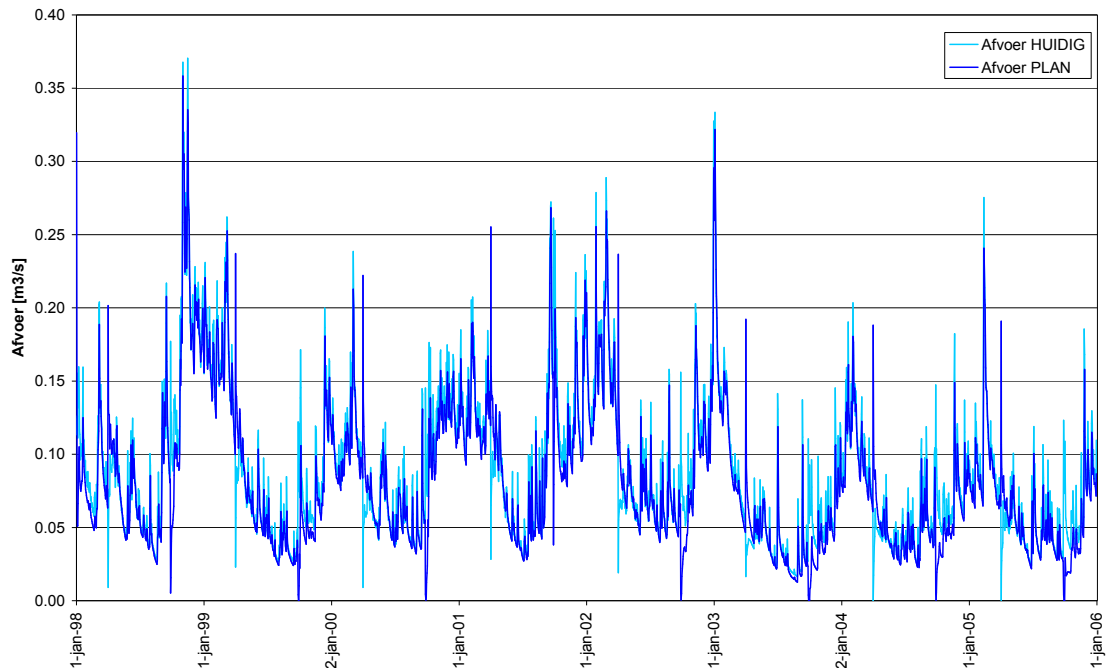


Figuur 3.5 Berekend waterpeil de Ligne [m NAP]

Door het plaatsen van de stuw in de buitengracht, verandert het bovenstroomse peil. Benedenstrooms verandert er niets aan de stuwpeilen. Verschillen in berekende waterpeilen tussen de huidige en de toekomstige situatie worden veroorzaakt door verschillen in de afvoer.

Het toekomstige peilregime in de buitengracht is tegengesteld aan het huidige regime in de Ligne. In de toekomst is het zomerpeil "laag" (NAP +0,50 m) en het winterpeil "hoog" (NAP +0,70 m). Het berekende waterpeil is gemiddeld circa 0,05 m hoger dan het stuwpeil. In natte perioden is sprake van een opstuwing van circa 0,20 tot 0,30 m.

In figuur 3.6 is de berekende afvoer van de Ligne, benedenstrooms van de buitengracht weergegeven. In de figuur is de berekende afvoer voor de huidige en de toekomstige situatie weergegeven.



Figuur 3.6 Berekende afvoer de Ligne [m^3/s]

Door het opzetten van het waterpeil in de Ligne neemt de kwel naar de Ligne af (zie paragraaf 3.3). Mede door de afname van de kwel, neemt ook de afvoer van de Ligne af. De afname van de gemiddelde afvoer bedraagt circa 7%.

Bijlage 3

Oppervlaktewatermodellering en modelresultaten

Aanpassing grondwatermodel

Voor een uitgebreide beschrijving van het Simgro-model wordt verwezen naar het Technisch Achtergronddocument bij de Integratie Gebiedanalyse van de Brabantse Wal en de Noordpolder Ossendrecht (Grontmij, 2008). Hieronder wordt een korte beschrijving gegeven van de aanpassingen van de huidige situatie in het grondwatermodel.

Het Simgro-model is een niet-stationair model van de periode 1998-2005. Voor deze periode zijn de GxG's (gemiddeld hoogste/laagste/voorjaars grondwaterstand) en de kwel- en infiltratie fluxen bepaald.

Rond Fort Roovere bevinden zich twee grachten: een binnen- en een buitengracht. Beide grachten liggen aan de oostzijde van het Fort. De binnengracht is de westelijke van de twee grachten. In de huidige situatie is de binnengracht een hoofdwaterloop. De buitengracht is een secundaire waterloop die in open verbinding staat met de binnengracht. In de berekeningen voor de IGA was voor de huidige situatie alleen de binnengracht in het model opgenomen. Hierdoor zijn voor de huidige situatie in de IGA te hoge grondwaterstanden nabij de buitengracht berekend (de grachten hebben een drainerend effect op het grondwater).

Het Simgro-model is aangepast en de buitengracht is als secundaire waterloop in het model opgenomen. Tevens zijn de afwateringseenheden in het model zó aangepast dat de binnen- en buitengracht deel uitmaken van dezelfde afwateringseenheid (hiermee heeft de buitengracht hetzelfde waterpeil als de binnengracht).

Benedenstrooms van de binnengracht bevindt zich een stuw in de Ligne. Het stuwpeil bedraagt NAP +0,25 m (zomer) en NAP -0,15 m (winter).

Huidige grondwaterstanden

In figuur 2.2 van de hoofdttekst is de berekende langjarig (1998 – 2005) gemiddelde freatische grondwaterstand in de omgeving van de Ligne weergegeven. De freatische grondwaterstand bevindt zich nabij de Ligne op een niveau van circa NAP +1,00 m (in het zuidelijk deel) tot NAP +0,70 m (in het noordelijk deel). De Ligne heeft een drainerend effect op de grondwaterstanden. Op afstand van de Ligne nemen de grondwaterstanden toe tot circa NAP +2,0 á NAP +3,0 m.

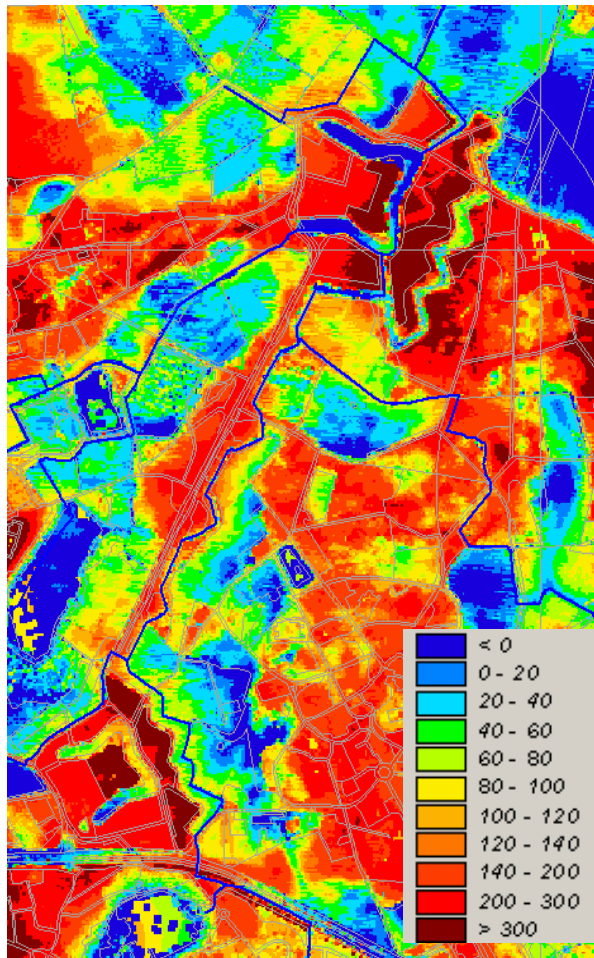
De regionale grondwaterstroming is noord/noordoostelijk gericht. Aan de zuidzijde van de Ligne bevinden zich de uitlopers van de hooggelegen Brabantse Wal. Aan de noordzijde bevinden zich laaggelegen poldergebieden. Lokaal vindt er grondwaterstroming naar de aanwezige waterlopen (de Ligne) plaats.

Met behulp van het Simgro-model zijn de GxG's (gemiddeld hoogste/laagste/voorjaars grondwaterstand) berekend voor de periode 1998 – 2005. In figuur B3.1 zijn de resultaten weergegeven.

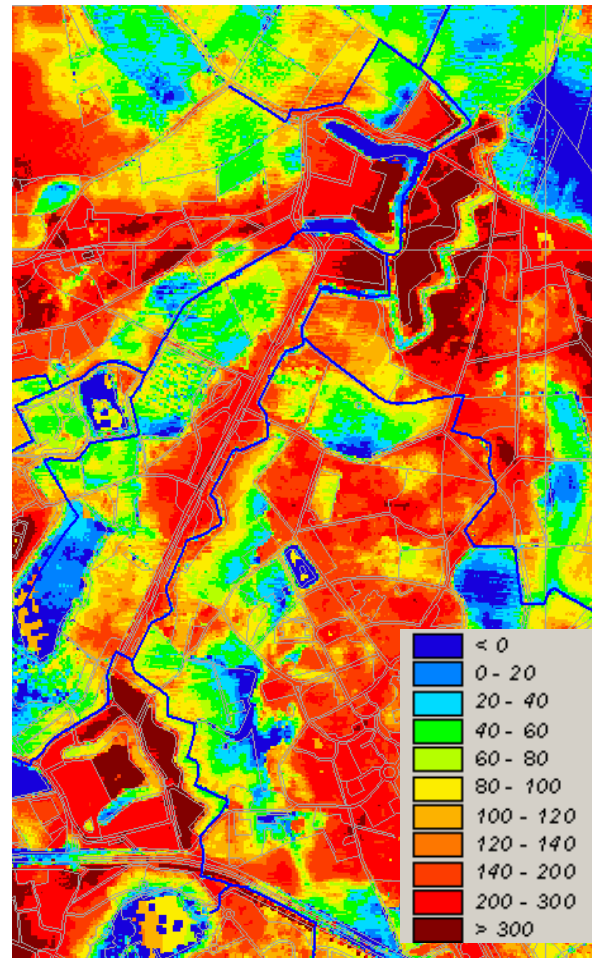
De berekende GxG is sterk afhankelijk van de bij de berekening gebruikte maaiveldhoogte. Dit blijkt ook uit figuur 2.1 in de hoofdttekst. Op korte afstand treden grote verschillen op in de GxG. Hoge delen, zoals bijvoorbeeld tussen de binnen- en buitengracht van Fort Roovere komen duidelijk naar voren.

De GHG komt lokaal op of nabij maaiveld voor aan de oostzijde van de Ligne, ter hoogte van Fort Pinssen en in de omgeving van Buitenlust. Nabij de Ligne zelf bevindt de GHG zich op circa 0,40 tot 0,70 m –mv. Op afstand van de Ligne neemt de GHG toe tot meer dan 2,0 m –mv.

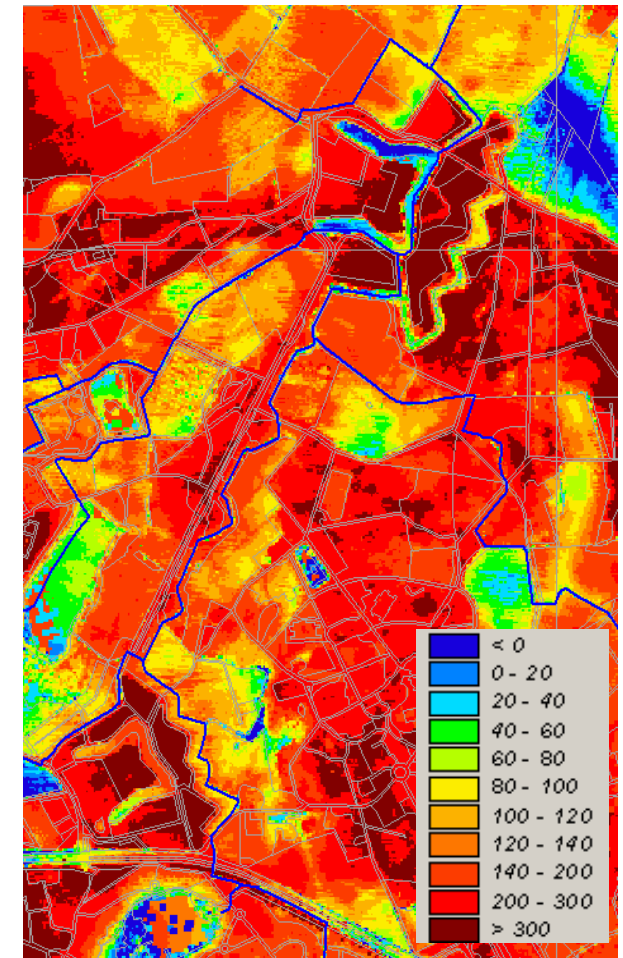
De GLG bevindt zich nabij de Ligne op een diepte van circa 0,80 tot 1,50 m –mv. Op afstand van de Ligne tot een diepte van meer dan 2,5 m –mv. In de omgeving van Buitenlust bevindt de GLG zich op een diepte van minimaal circa 0,5 m –mv.



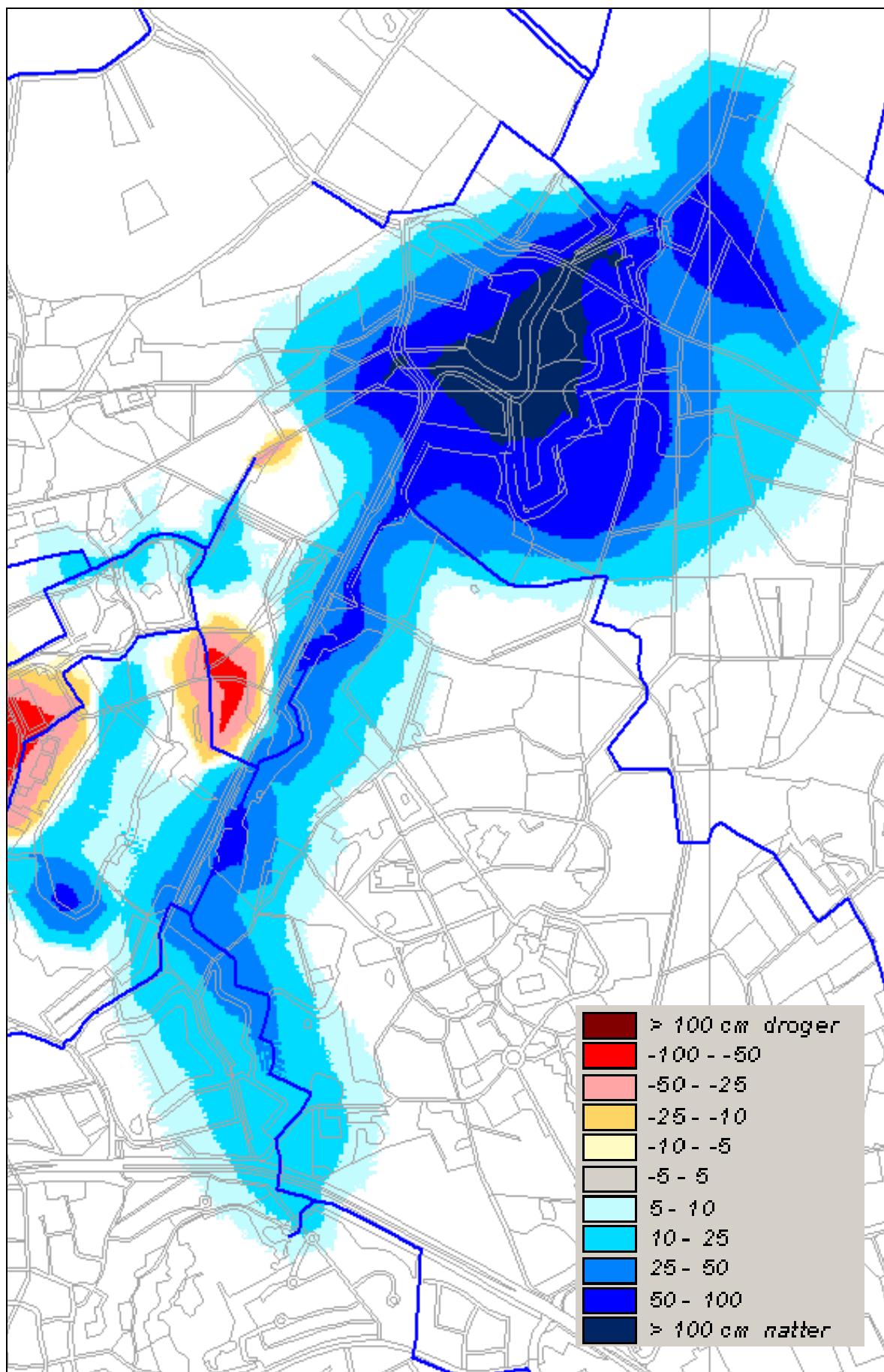
Figuur B3.1a Berekende GHG [cm -mv]



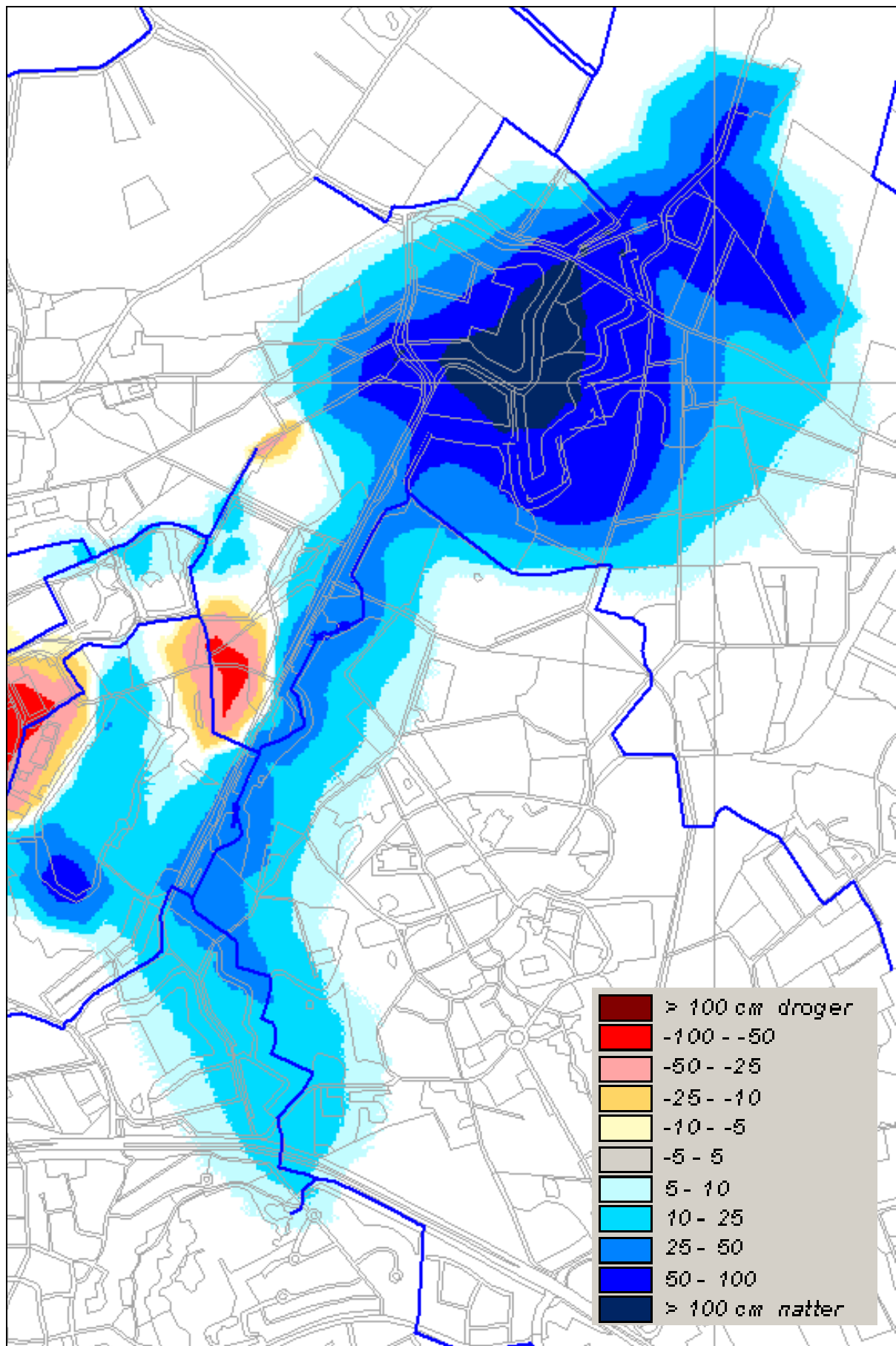
Figuur B3.1b Berekende GVG [cm -mv]



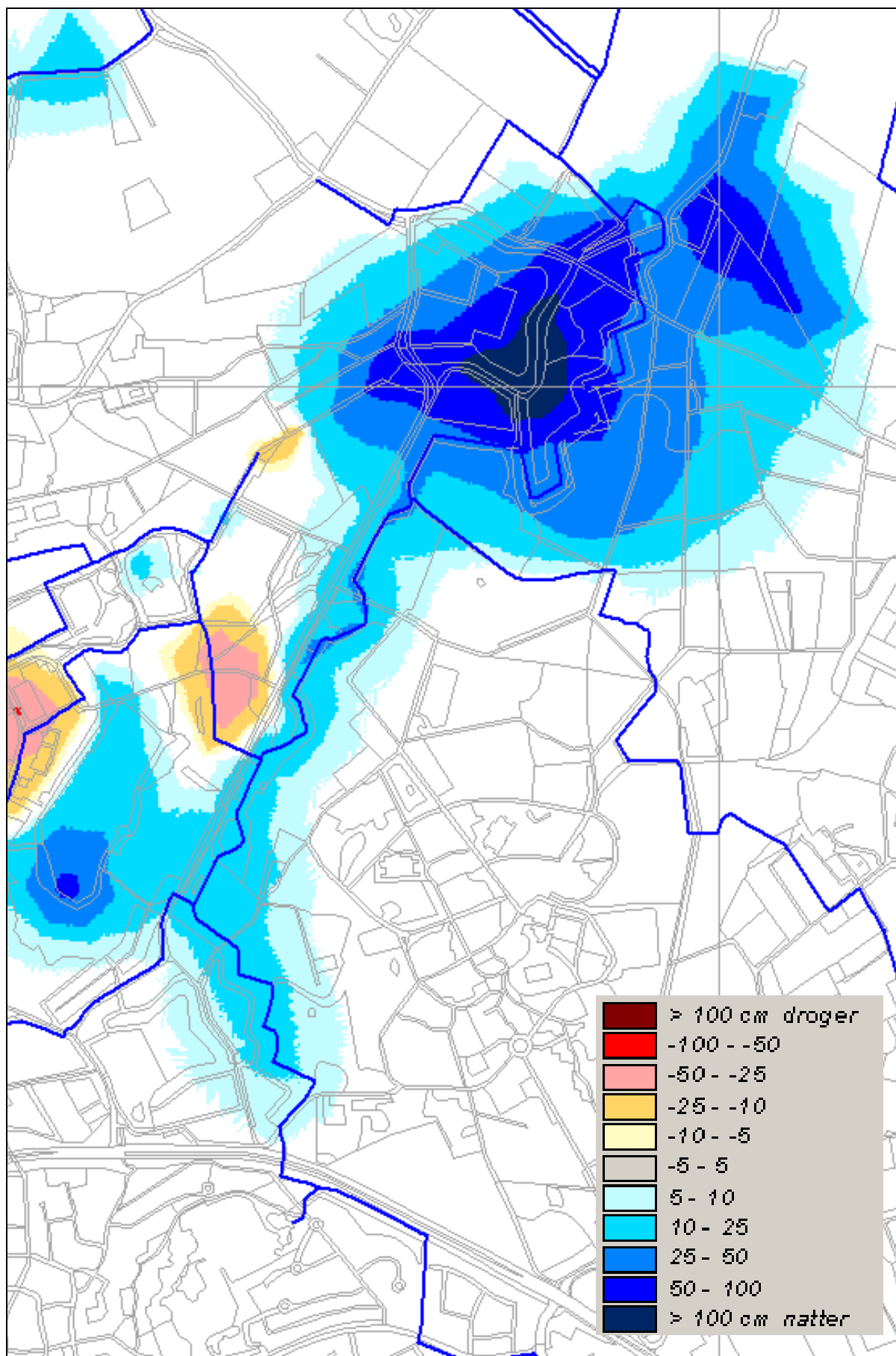
Figuur B3.1c Berekende GLG [cm -mv]



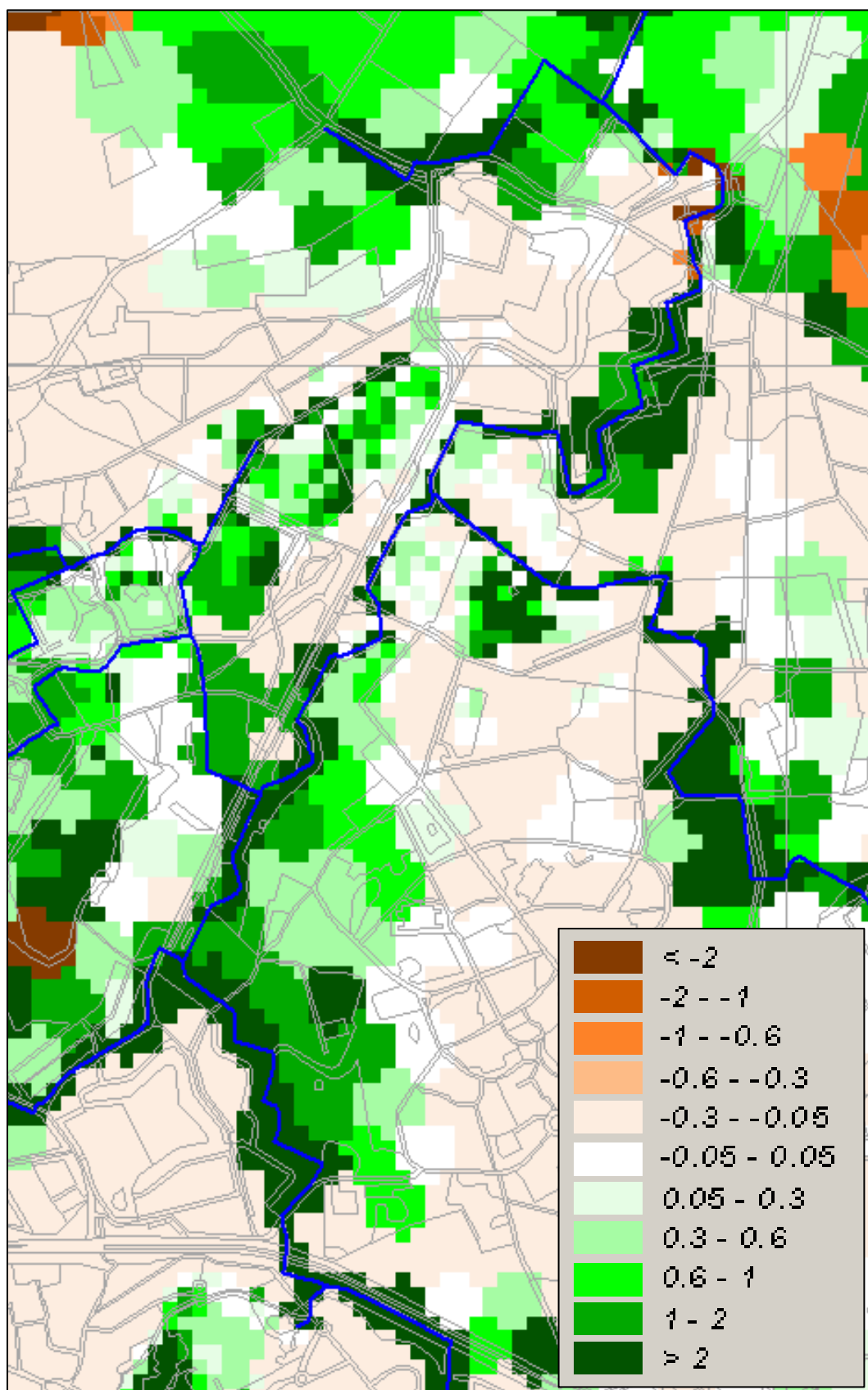
Figuur B3.2a Berekend effect GHG [cm -mv]



Figuur B3.2b Berekend effect GVG [cm -mv]



Figuur B3.2c Berekend effect GLG [cm -mv]



Figuur B3.3 Langjarig gemiddelde berekende kwel- en infiltratieflux [mm/dag]

Bijlage 4

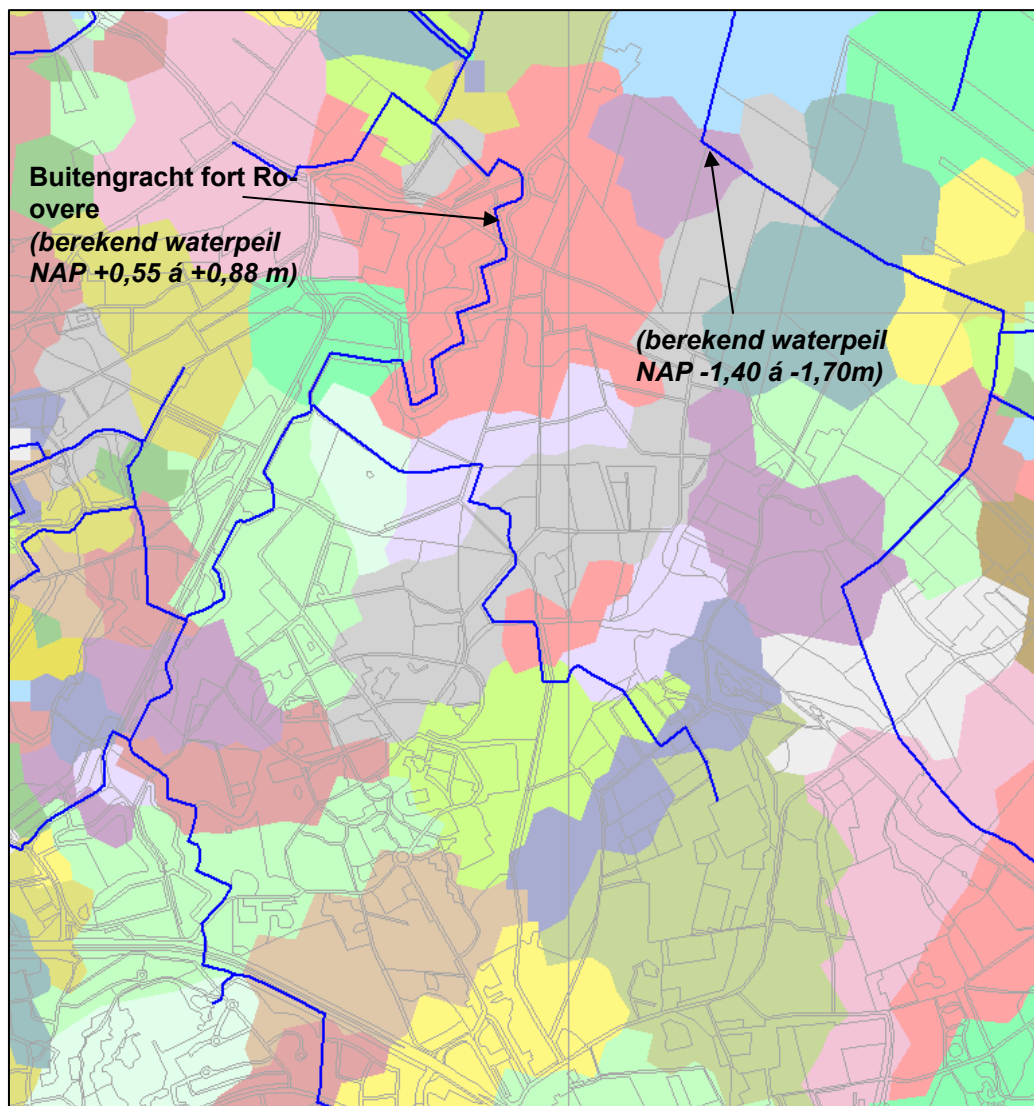
Toelichting modelberekeningen

Aanleiding

In het gebied ten noordoosten van de buitengracht van Fort Roovere worden aanzienlijke effecten berekend naar aanleiding van de uit te voeren maatregelen in de Ligne. In het gebied waar deze effecten worden berekend ligt het tracé van de nieuwe A4. Hieronder wordt de vraag beantwoord of deze berekende effecten ook daadwerkelijk zullen gaan optreden als gevolg van de herinrichting van de Waterlinie.

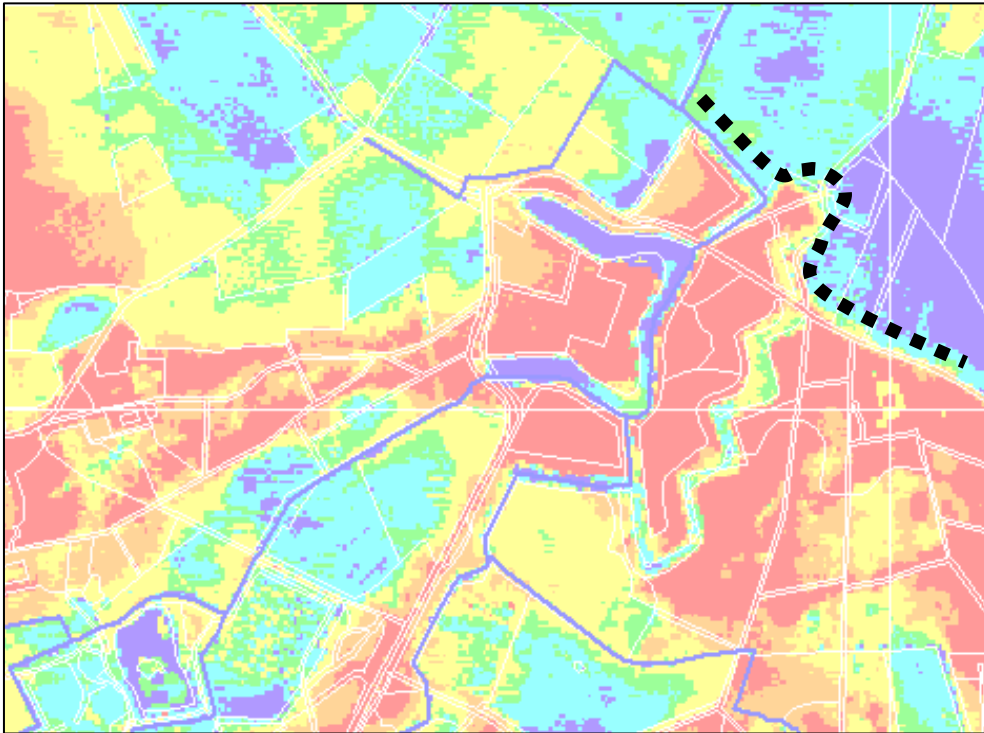
Toelichting modelconcepten

1). Voor de berekeningen van het watersysteem wordt in Simgro het modelgebied opgedeeld in afwateringseenheden. Per afwateringsgebied wordt elke knoop toegekend aan de dichtstbijzijnde waterloop. Dit wordt per afwateringsgebied gerealiseerd, waardoor de grenzen van de 'fysieke' afwateringseenheden (peilvakken) blijft gehandhaafd. Kort gezegd komt het er op neer dat grenzen tussen afwateringseenheden in Simgro halverwege twee watergangen liggen, tenzij er een grens van een peilvak is opgegeven. In het gebied rond fort Roovere zijn geen peilvakken en dus zijn de grenzen van de afwateringseenheden 'getrokken' halverwege watergangen. In figuur B4.1 zijn de grenzen van de afwateringseenheden zoals deze in het Simgro-model zijn opgenomen, weergegeven.



Figuur B4.1 Afwateringseenheden Simgro in omgeving Fort Roovere (iedere afwateringseenheid heeft een eigen kleur)

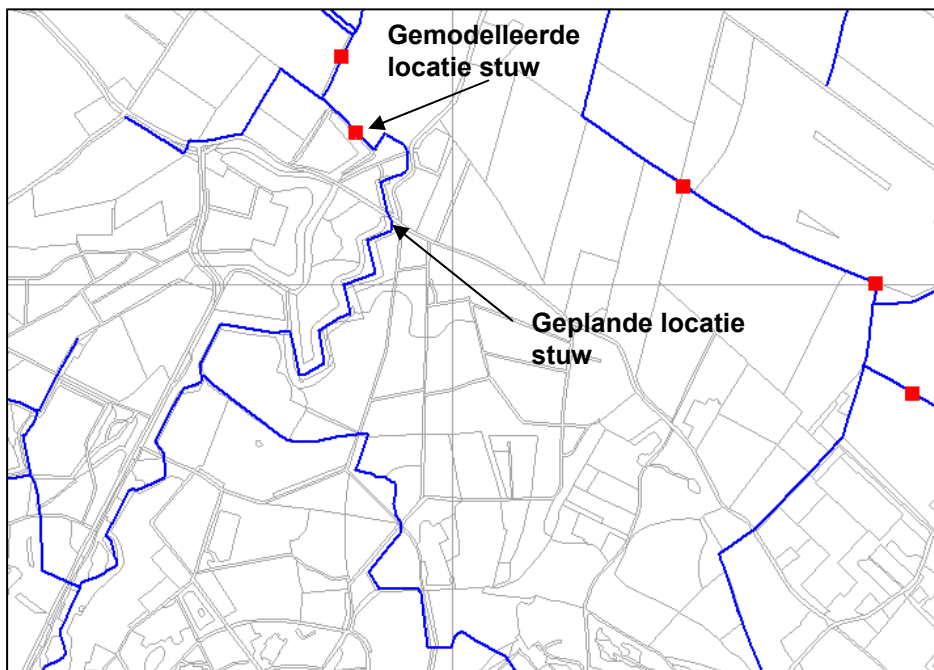
In figuur B4.2 is de berekende GHG voor de huidige situatie in de omgeving van fort Roovere gegeven.



Figuur B4.2 Berekende GHG huidige situatie omgeving Fort Roovere (blauw is nat, rood is droog)

In bovenstaande figuur is ten noordoosten van Fort Roovere aangegeven waar de grens tussen de afwateringseenheden verwacht wordt op basis van de berekende GHG (en de maaiveldhoogtekaart). Het gebied direct ten noordoosten van Fort Roovere ligt een stuk lager dan Fort Roovere. Gegeven deze informatie is het waarschijnlijk dat het gebied direct ten noordoosten van Fort Roovere afwatert in noordoostelijke richting (en dus geen deel uitmaakt van de afwateringseenheid van de buitengracht).

2.) Het plaatsen van kunstwerken in Simgro is afhankelijk van de oppervlaktewaterstructuur in Simgro. Kunstwerken worden geplaatst op de van twee waterlopen. Zoals in de offerte is aangegeven zou de oppervlaktewaterstructuur bij de berekeningen niet aangepast worden. Consequentie hiervan is dat de nieuw te plaatsen in de buitengracht een stuk benedenstrooms (bij het eerst volgende snijpunt tussen twee waterlopen) geplaatst is (zie figuur B4.3).



Figuur B4.3 Geplande locatie stuw en de gemodelleerde locatie van de stuw

Effecten op resultaten

Het waterpeil in de buitengracht (bovenstrooms van de stuw) stijgt ten opzichte van de huidige situatie met circa 0,30 tot 0,50 m. In de berekening van de effecten werkt dit ook door in het gebied ten noordoosten van de buitengracht omdat dit van dezelfde afwateringseenheid deel uitmaakt. In werkelijkheid zullen de effecten hier beperkt zijn, omdat de ontwateringsbasis in dit gebied niet veranderd (eventuele effecten werken alleen via het grondwater door). Het effect in het gebied ten noordoosten van Fort Roovere wordt nog versterkt doordat de stuw gemodelleerd is benedenstrooms van de geplande locatie van de stuw. Hierdoor werken de effecten in een groter gebied door.

Consequenties

Gezien de ontwateringssituatie in het gebied ten noordoosten van Fort Roovere (zeer nat gebied) wordt verwacht dat de nieuwe A4 een stuk hoger dan het huidige maaiveld komt te liggen. Eventuele effecten (die in ieder geval kleiner zijn dan nu berekend is) van het inrichtingsplan van de Ligne zijn daarom waarschijnlijk niet relevant. Wat mogelijk wel van belang is, is of langs de nieuwe snelweg bermsloten komen te liggen en hoe diep deze dan komen te liggen. Uit de berekende GHG (figuur B4.2) blijkt dat in natte perioden de grondwaterstand zich in dit gebied al nabij maaiveld bevindt. Als er dus een greppel wordt gegraven vanaf het huidige maaiveld, wordt verwacht dat deze (in ieder geval een deel van het jaar) water zal afvoeren (ongeacht of er effecten van de maatregelen in de Ligne optreden).