

Notitie

Aan : ASR Vastgoed
Van : Jasper Jansen, Hank Vermulst
Datum : 14 mei 2013
Kopie : Hank Vermulst
Onze referentie : BC3215/N00002/902829/Amst

Betreft : Hydrologische effecten bosomvorming en aanleg van poelen en blusvijvers Landgoed de Utrecht

1. Aanleiding en doelstelling

Momenteel wordt gewerkt aan het bestemmingsplan voor Landgoed De Utrecht. Basis voor dit bestemmingsplan is het Duurzaam Instandhoudingsplan Landgoed De Utrecht "Evenwichtig Samengaan". Doel van dit instandhoudingsplan is om vanuit duurzame ontwikkeling een aantal functies voor het landgoed in onderlinge samenhang te versterken. Enerzijds het landgoed beter exploiteerbaar maken, onder meer door de realisatie van een aantal woningen, anderzijds de natuur- en cultuurhistorische waarden van het gebied versterken. Het plan is gericht op een nieuw en dynamisch evenwicht tussen de functies natuur, economie, cultuurhistorie, ruimtegebruik en leefomgeving en is tot stand gekomen in een open planproces met alle belanghebbenden in en om het landgoed.

Onderdeel van het instandhoudingsplan en bestemmingsplan is de aanleg van een tweetal blusvijvers, het herstel van een tweetal vennen en de aanleg van circa 15 kikkerpoelen. Rondom de blusvijvers, vennen en kikkerpoelen wordt naaldhoutopslag verwijderd om de ontwikkeling van heide mogelijk te maken. Voor de onderbouwing van de aanvraag voor de ontgrondingsvergunning bij de provincie Noord-Brabant en de watervergunning bij het waterschap de Dommel is een beoordeling van de hydrologische effecten van deze maatregelen nodig.

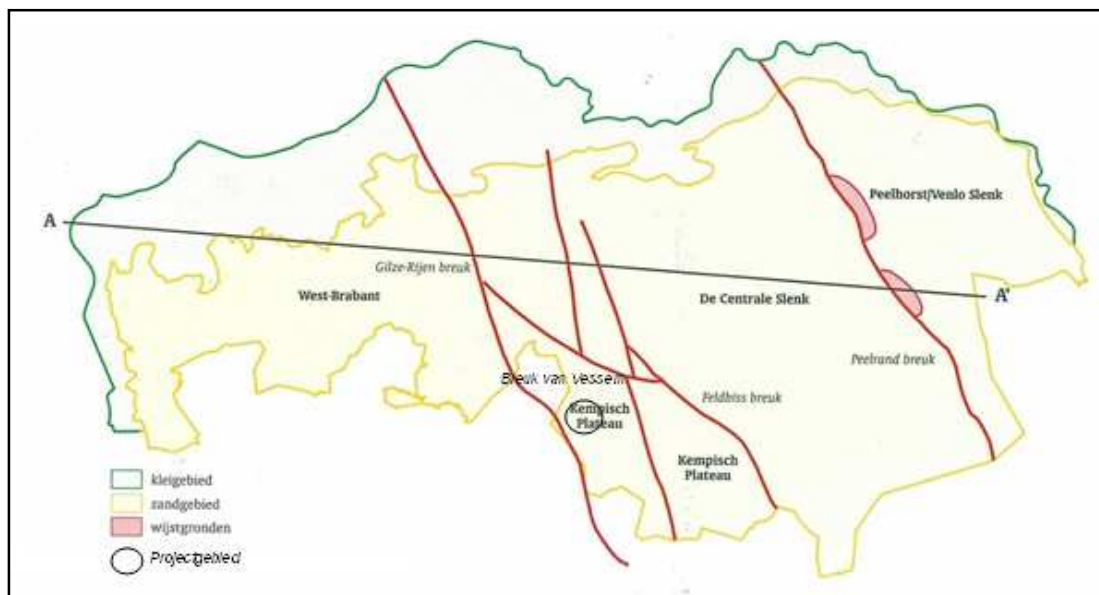
Op basis van deze vraagstelling heeft Royal HaskoningDHV een hydrologisch onderzoek uitgevoerd om de hydrologische effecten van de voorgenomen maatregelen te beoordelen. In voorliggende notitie beschrijven wij de aanpak en de resultaten van het onderzoek.

2. Aanpak

De voorgenomen maatregelen beïnvloeden het hydrologische systeem. Afhankelijk van de maatregel, de locatie van de maatregel en de lokale hydrologische situatie kunnen de maatregelen zorgen voor netto meer aanvulling van het grondwater, of juist voor minder aanvulling van het grondwater. Rond de blusvijvers en kikkerpoelen wordt het hydrologische systeem als volgt beïnvloed:

1. Over de oppervlakte van de vijvers en poelen treedt openwaterverdamping op. Deze ligt doorgaans hoger dan de evapotranspiratie (gewasverdamping) van de droge naaldbosvegetatie die oorspronkelijk aanwezig was. De openwaterverdamping bedraagt op jaarbasis circa 650 tot 700 mm, terwijl de werkelijke verdamping van een droge naaldbosvegetatie op jaarbasis 400 tot 550 mm bedraagt (de Bruin, 1979; Dolman et al., 1994). Hierdoor wordt water aan het systeem onttrokken.

2. Rondom de vijvers, poelen en vennen wordt een strook naaldbos omgezet naar heide. Heide verdampt minder dan naaldbos. De verdamping van heide bedraagt op jaarbasis 350 tot 450 mm, terwijl een droge naaldbosvegetatie op jaarbasis 400 tot 550 mm verdampt (Spieksma et al., 1995; Dolman et al., 1994). Omzetting van naaldbos naar heide leidt dus tot extra aanvulling van het grondwatersysteem.
3. Het overgrote deel van Landgoed De Utrecht bestaat uit infiltratiegebied. Alleen in zones langs de Reusel en de Hoogeindse Beek komen locaties met kwel voor (Royal Haskoning, 2011). De ligging van Landgoed de Utrecht in het regionale hydrologische systeem is weergegeven in figuur 2.1.

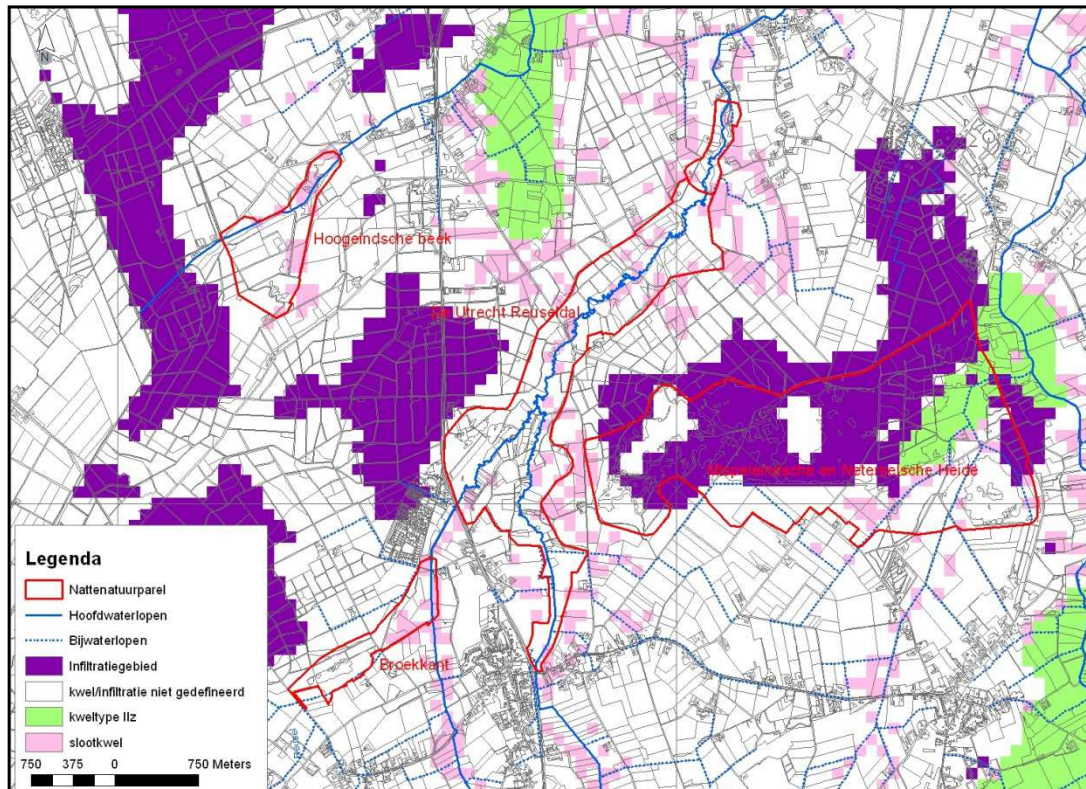


Figuur 2.1: Ligging van Landgoed De Utrecht in het regionale hydrologische systeem

Figuur 2.2 geeft de kwel- en infiltratiegebieden binnen Landgoed de Utrecht op kaart weer. De aan te leggen poelen en vijvers liggen hoofdzakelijk in infiltratiegebied. Als ter plaatse van een vijver of poel een aaneengesloten slecht doorlatende laag wordt doorgraven, zal door versterkte infiltratie ter plaatse van de poel of vijver de directe omgeving beter worden ontwaterd, hetgeen zich vertaalt in een verlaagde grondwaterstand boven de storende laag. Dit leidt tot drogere omstandigheden in de zone rondom de poel of vijver. In delen van het landgoed is sprake van zogenaamde schijngrondwaterspiegels. Dit is grondwater dat stagneert boven een storende laag en een apart grondwatersysteem vormt bovenop het regionale grondwatersysteem. Door het doorgraven van de storende laag kan het schijnspiegelsysteem droogvallen, waardoor de omstandigheden in de omgeving van de poel aanzienlijk droger worden.

4. In open water wordt meer water geborgen dan in een zandige bodem. In tegenstelling tot open water is het volumepercentage water in een zandig bodemprofiel slechts ongeveer 35%. Ook in een sterk uitgedroogd zandprofiel is nog 15 à 20 % aan water aanwezig. De daadwerkelijke bergingscapaciteit van de nu aanwezige zandgrond bedraagt dus – afhankelijk van de grondwaterstand en het bodemtype- maximaal 15 à 20 % (zgn. freatische bergingscoëfficiënt). In een poel of vijver wordt dus 5 tot 7 maal zoveel water geborgen dan in de bodem. Hierdoor reageert de waterstand in de poel of vijver veel minder sterk op veranderingen in het neerslagoverschot dan de grondwaterstanden in de omgeving. Poelen of vijvers hebben dus een nivellerende werking op het grondwaterregime in de oeverzone

eromheen. Grondwaterstanden stijgen minder snel in natte perioden en dalen minder snel in droge perioden. Hierdoor ontstaat in de oeverzone een relatief stabiel grondwaterregime met lokale kwel vanuit het omliggende terrein. Dit is gunstig voor de ontwikkeling van vochtminnende vegetatie.



Figuur 2.2: Kwel- en infiltratiegebieden binnen Landgoed de Utrecht (TNO, 2000)

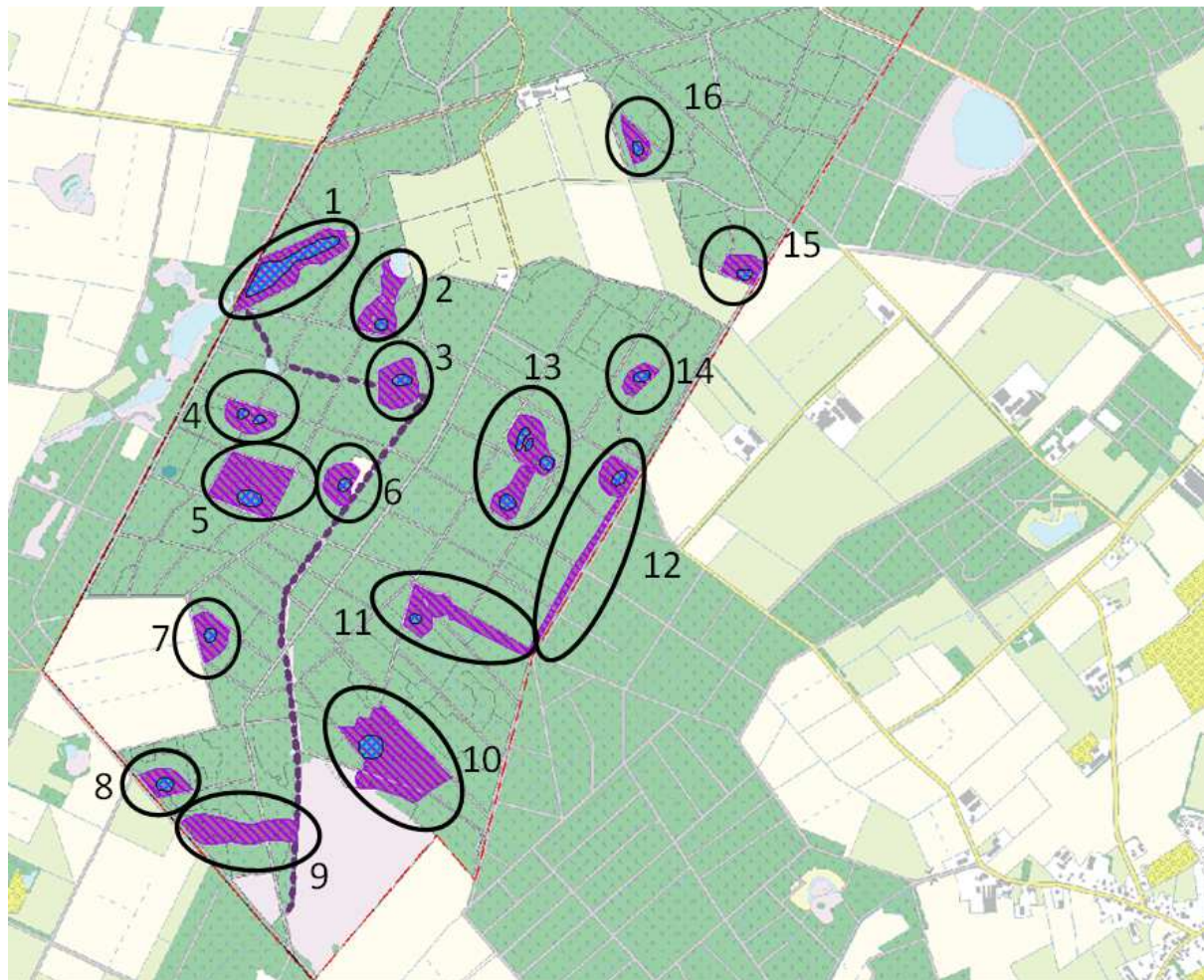
Om te bepalen of er netto meer of minder aanvulling van het grondwater plaatsvindt, is per locatie een waterbalans opgesteld van de situatie vóór en na uitvoering van de maatregel. Daarbij is alleen gekeken naar de netto grondwateraanvulling (dus neerslag min actuele verdamping).

Voor de waterbalans zijn de volgende zaken van belang:

- Oppervlakte open water, naaldbos en heide.
- Actuele verdamping open water, naaldbos en heide.
- Neerslag.

De waterbalans (netto grondwateraanvulling) is direct afgeleid uit de grondwatermodellering die is uitgevoerd t.b.v. de GGOR-studie voor de natte natuurparels De Utrecht (Royal Haskoning, 2011). De verschillende posten van de waterbalans zijn dus niet uitgesplitst.

De oppervlaktes open water, naaldbos en heide zijn afgeleid uit het inrichtingsplan. Daarbij zijn de locaties geclusterd (enkele poelen zijn daarbij bij elkaar genomen). De nummering van de locaties wordt gegeven in figuur 2.3 en 2.4. De oppervlaktes van de poelen en bosvormingszones zijn in deze kaarten niet op schaal weergegeven.

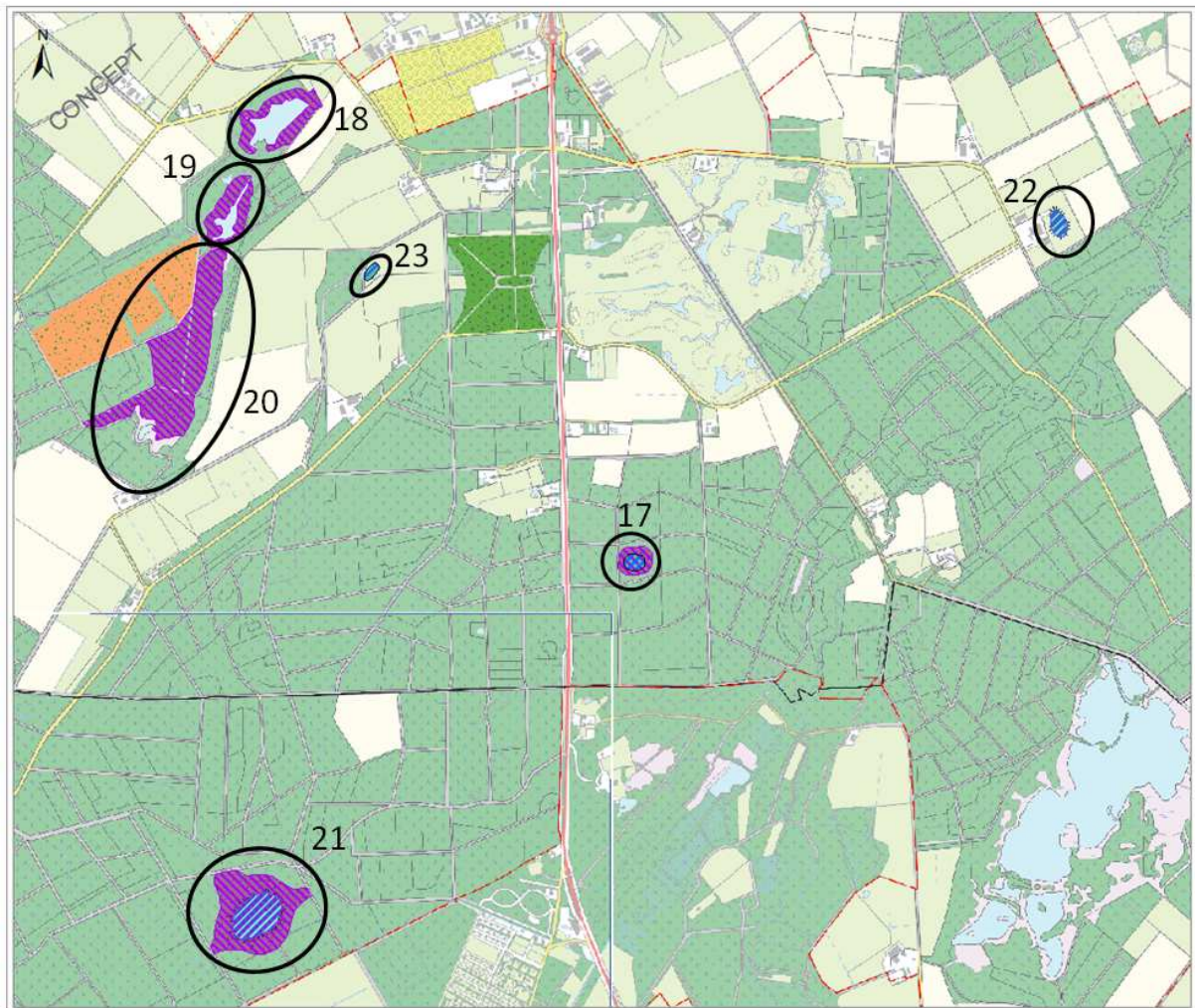


Figuur 2.3: Locaties zuidelijke deel.

De waterbalansis per locatie verkregen uitde grondwatermodellering¹, die door Royal HaskoningDHV is uitgevoerd ten behoeve van het herstelplan voor de natte natuurparels De Utrecht² (Royal Haskoning, 2011). Daarbij is per locatie de waterbalans bepaald in de huidige situatie, bij het huidige landgebruik, en bij de situatie na maatregelen. Per locatie is onderscheid gemaakt tussen de zones waar bos naar heide wordt omgezet en de zones waar bos naar open water wordt omgezet.

¹Tijdsafhankelijk grondwatermodel (TRIWACO), gekoppeld met een module voor de onverzadigde zone (FLUZO)

² Het model is iets naar het westen uitgebreid zodat het alle geplande poelen en vijvers omvat. De kikkerpoelen rondom de Moerbleek lagen in de randzone van het bestaande grondwatermodel. Dat was een ruimtelijk minder verfijnde zone rondom het kerngebied, die niet in de kaartjes van de GGOR-inrichtingsvisie terugkomt. Voor deze studie is dit deels van het model verfijnd tot een maximale knooppuntsafstand van 20 meter zodat de poelen en vijvers goed in het model opgenomen kunnen worden. Het model is voor dit gebied niet aanvullend geijkt.



Figuur 2.4: Locaties noordelijke deel.

Het gebruik van de modeluitkomsten is met name van belang voor de bepaling van de werkelijke evapotranspiratie van naaldbos en heide. Deze is sterk afhankelijk van de grondwaterstandsdiepte en is zeer lastig in te schatten op basis van alleen referentieverdamping en verdampingskentallen.

De waterbalans is opgesteld aan de hand van een langjarige berekening met het model. Daarbij is per maand de gemiddelde grondwateraanvulling per locatie bepaald. Gedurende het jaar kan het effect van de omzetting van bos naar heide/open water sterk variëren; in de zomer is de verdamping van open water, naaldbos en heide veel hoger dan in de winter, maar is de oppervlakte aan open water aanzienlijk kleiner (de kikkerpoelen kunnen zelfs volledig droogvallen). In de winter is de verdamping lager maar is de oppervlakte open water juist groter. De variatie in oppervlakte van de poelen is bepaald op basis van de gemiddelde grondwaterstandsfluctuatie over het jaar en de taludhelling van de poelen. Het voorjaar en het najaar verschillen doordat in het voorjaar de grondwaterstanden nog relatief hoog zijn terwijl de grondwaterstand in het najaar relatief laag zijn.

Op basis van de waterbalansbenadering is per poel en per blusvijver (inclusief bosvormingszone) een netto onttrekking of voeding van het grondwatersysteem berekend

(per maand). Deze netto onttrekking/voeding per maand is daarna omgezet naar een gemiddelde per jaar. Vervolgens is een indicatieve stationaire berekening uitgevoerd met het aangepaste grondwatermodel voor de natte natuurplek De Utrecht. Voor alle poelen en vijvers is de netto onttrekking of voeding in het model gezet (hierbij wordt uitgegaan van het gemiddelde over het jaar). Met deze berekening is bepaald wat het maximale uitstralingseffect naar de omgeving is.

Om beter inzicht te verschaffen in het derde effect, het eventueel doorsnijden van storende lagen ter plaatse van de poelen en vijvers en het mogelijk droogvallen van schijnspiegelsystemen, is eveneens gebruik gemaakt van het grondwatermodel. In dit model zijn alle –in het TNO-systeem DINO opgenomen- boorgegevens verwerkt en vertaald naar bodemweerstand. Uit het model is afgeleid op welke locaties sprake is van een duidelijk verschil tussen de grondwaterstand en de stijghoogte op enkele meters diepte (het model is op dit punt ook geijkt aan peilbuismetingen). Dit zijn de locaties waar sprake is van een aaneengesloten storende laag en waar extra hydrologische effecten mogelijk zijn.

Het vierde aspect, het afvlakkingseffect van het grondwaterregime, is uitsluitend in beschrijvende zin in dezenotitie opgenomen.

3. Resultaten

3.1 Verandering grondwateraanvulling en effect op de grondwaterstand

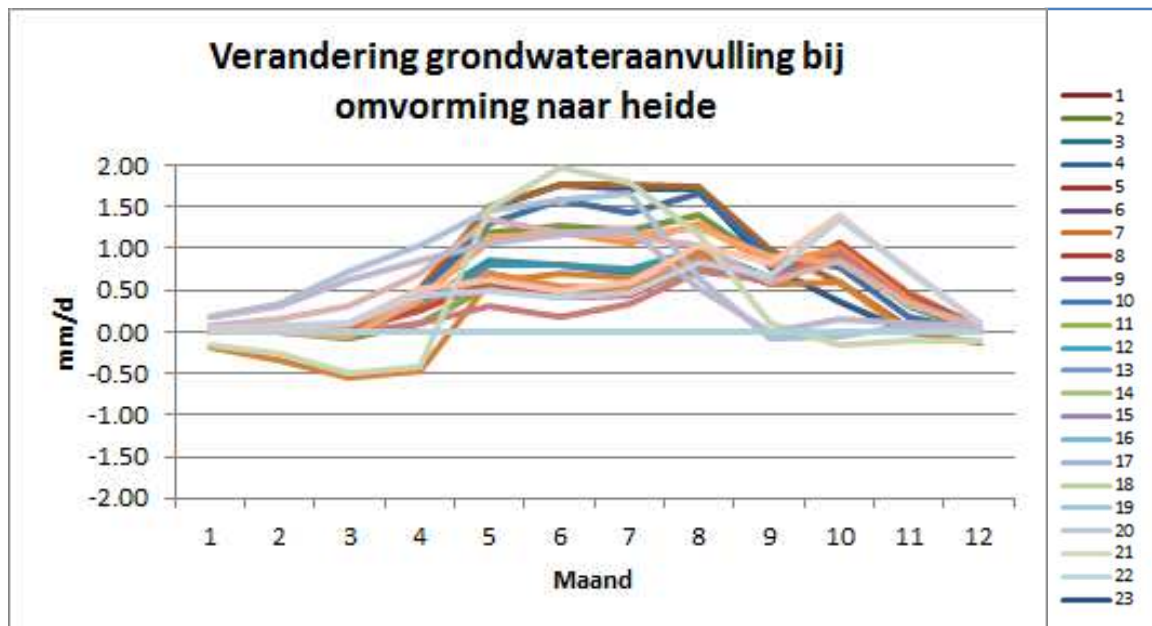
Als eerste stap zijn de oppervlaktes om te vormen (naald)bos bepaald. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de oppervlakte om te zetten naar heide en naar open water. In tabel 3.1 staan de bepaalde oppervlaktes.

| Cluster | Omschrijving | Oppervlakte | Omzet_heide | Omzet_water |
|---------|--|-------------|-------------|-------------|
| 1 | Poel en bosomvorming | 34750 | 20000 | 14750 |
| 2 | Poel en bosomvorming | 5850 | 5000 | 850 |
| 3 | Poel en bosomvorming | 5000 | 4000 | 1000 |
| 4 | Poel en bosomvorming | 5600 | 4000 | 1600 |
| 5 | Poel en bosomvorming | 6000 | 5000 | 1000 |
| 6 | Poel en bosomvorming | 4500 | 3600 | 900 |
| 7 | <i>Poel en bosomvorming (gaat niet door vanwege archeologie)</i> | | | |
| 8 | Poel en bosomvorming | 5000 | 4000 | 1000 |
| 9 | Bosomvorming | 26500 | 26500 | 0 |
| 10 | Poel en bosomvorming | 57500 | 53000 | 4500 |
| 11 | Poel en bosomvorming | 10800 | 10000 | 800 |
| 12 | Poel en bosomvorming | 10800 | 10000 | 800 |
| 13 | Poel en bosomvorming | 9700 | 7000 | 2700 |
| 14 | Poel en bosomvorming | 4000 | 3200 | 800 |
| 15 | <i>Poel en bosomvorming (gaat niet door vanwege archeologie)</i> | | | |
| 16 | <i>Poel en bosomvorming (gaat niet door vanwege archeologie)</i> | | | |
| 17 | <i>Poel en bosomvorming (al aangelegd)</i> | | | |
| 18 | Bosomvorming | 24000 | 24000 | 0 |
| 19 | Bosomvorming | 20500 | 20500 | 0 |
| 20 | Bosomvorming | 105000 | 105000 | 0 |
| 21 | Blusvijver en bosomvorming | 60000 | 30000 | 30000 |
| 22 | Blusvijver | 15000 | 0 | 15000 |
| 23 | <i>Poel (bestaand ven)</i> | | | |

Tabel 3.1: Oppervlaktes om te vormen (naald)bos, uitgesplitst naar oppervlaktes om te vormen naar heide en naar open water.

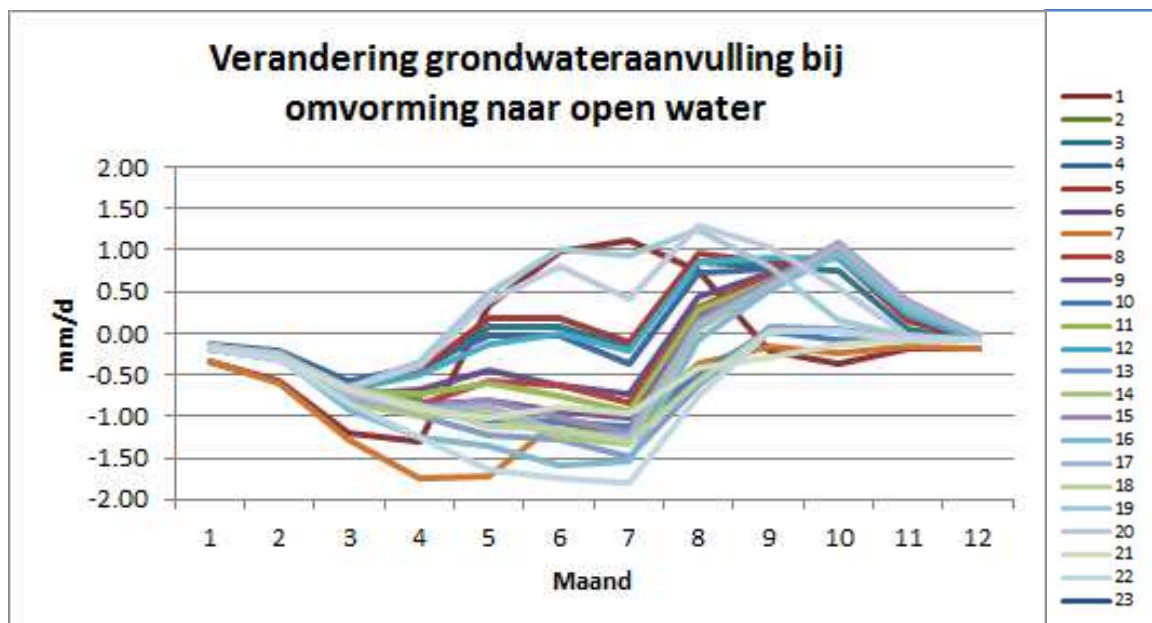
Per locatie is vervolgens de waterbalans (netto grondwateraanvulling) uit de grondwatermodellering gehaald. Dat is gedaan voor de huidige situatie en voor de situatie met omvorming van bos naar heide / open water. De netto grondwateraanvulling is positief als de hoeveelheid neerslag die in de bodem terecht komt groter is dan het verlies van water uit de bodem door verdamping. De netto grondwateraanvulling is per maand bepaald en wordt weergegeven in mm per dag (mm/d).

In figuur 3.1a is de maandelijkse verandering van de netto grondwateraanvulling weergegeven voor alle locaties waar bos wordt omgezet naar heide. Dit zorgt voor vrijwel alle locaties het gehele jaar voor een grotere grondwateraanvulling doordat heide minder water verdampt dan bos. De verdamping van heide bedraagt op jaarbasis 350 tot 450 mm, terwijl een droge naaldbosvegetatie op jaarbasis 400 tot 550 mm verdampt (Spieksma et al., 1995; Dolman et al., 1994). Omzetting van naaldbos naar heide leidt dus tot extra aanvulling van het grondwatersysteem.



Figuur 3.1a: Tijdsafhankelijk berekende verandering van de grondwateraanvulling. Maandgemiddeldes voor alle locaties waar bos naar heide wordt omgevormd.

De omzetting van bos naar open water leidt op jaarbasis tot een vermindering van de grondwateraanvulling. De openwaterverdamping bedraagt op jaarbasis circa 650 tot 700 mm, terwijl de werkelijke verdamping van een droge naaldbosvegetatie op jaarbasis 400 tot 550 mm bedraagt (de Bruin, 1979; Dolman et al., 1994). Hierdoor wordt per saldo water aan het systeem onttrokken.



Figuur 3.1b: Tijdsafhankelijk berekende verandering van de grondwateraanvulling. Maandgemiddeldes voor alle locaties waar bos naar open water wordt omgevormd.

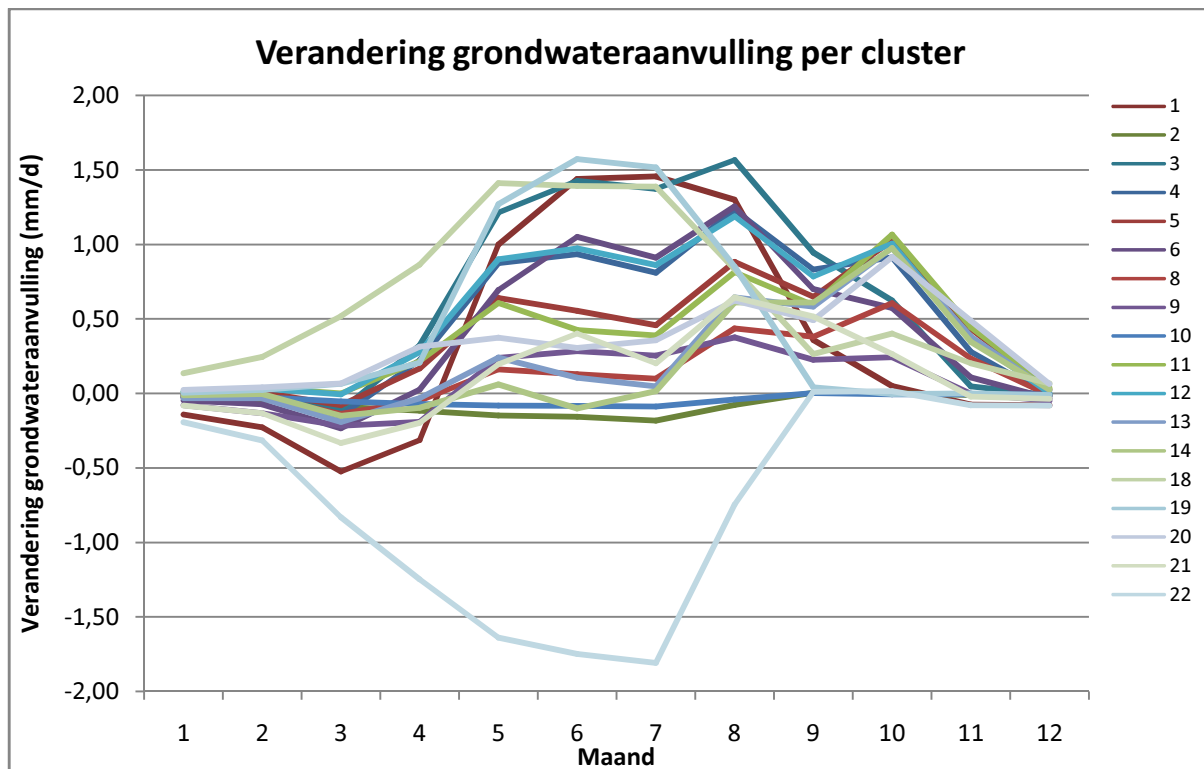
Figuur 3.1b geeft de tijdsafhankelijk berekende verandering van de grondwateraanvulling voor de verschillende locaties weer. De figuur laat zien dat de verandering van de verdamping cq. grondwateraanvulling door de tijd heen en tussen de locaties onderling nogal varieert. Gedurende het grootste deel van het jaar ligt de openwaterverdamping hoger dan de evapotranspiratie van naaldbos. In de najaarsperiode ligt de evapotranspiratie van naaldbos juist hoger dan de openwaterverdamping. Dit wordt veroorzaakt door interceptie, het proces waarbij neerslag wordt opgevangen door het grote oppervlak van de naalden van de naaldbomen en vervolgens verdampt voordat het de bodem kan bereiken.

De variatie tussen de locaties onderling wordt veroorzaakt door de diepte van de grondwaterstand en de eigenschappen van de bodem. Naarmate de grondwaterstand dieper is en de bodem zandiger is en minder vocht kan vasthouden, is de droogtestress voor de aanwezige naaldbomen groter en wordt de evapotranspiratiemeer beperkt. De meest droogtegevoelige locaties laten dus de grootste verandering in grondwateraanvulling zien.

De verandering van de netto grondwateraanvulling per maand (per locatie en per type omzetting) is omgerekend naar een gemiddelde verandering van de netto grondwateraanvulling per locatie. De resultaten hiervan zijn weergegeven in figuur 3.2 en tabel 3.2. Deze veranderingen van de netto grondwateraanvulling zijn in het grondwatermodel verwerkt. Met het grondwatermodel is vervolgens het effect van deze veranderingen in de netto grondwateraanvulling op de gemiddelde grondwaterstand berekend (met een stationaire berekening). Bij een toename van de netto grondwateraanvulling zal de gemiddelde grondwaterstand hoger worden. Bij een afname van de netto grondwateraanvulling zal de grondwaterstand lager worden³.

Bij de meerderheid van de locaties zorgt de omvorming voor een toename van de netto grondwateraanvulling. Voor de meeste locaties is het waterbesparende effect van de omzetting van bos naar heide dus groter dan het waterverlies als gevolg van de omzetting van naaldbos naar open water. Bij drie locaties zorgt de omvorming voor een (minimale) afname van de netto grondwateraanvulling. Bij locatie 22 (blusvijver, zonder omzetting bos naar heide) neemt de netto grondwateraanvulling af met 0.72 mm/d. Bij de andere locaties is de afname minimaal.

³De verandering van de grondwaterstand is niet gelijk aan de verandering van de netto grondwateraanvulling. De invloed van de netto grondwateraanvulling op de lokale grondwaterstand hangt o.a. af van de doorlatendheid en porositeit van de bodem en van de grondwaterstand in de omgeving.



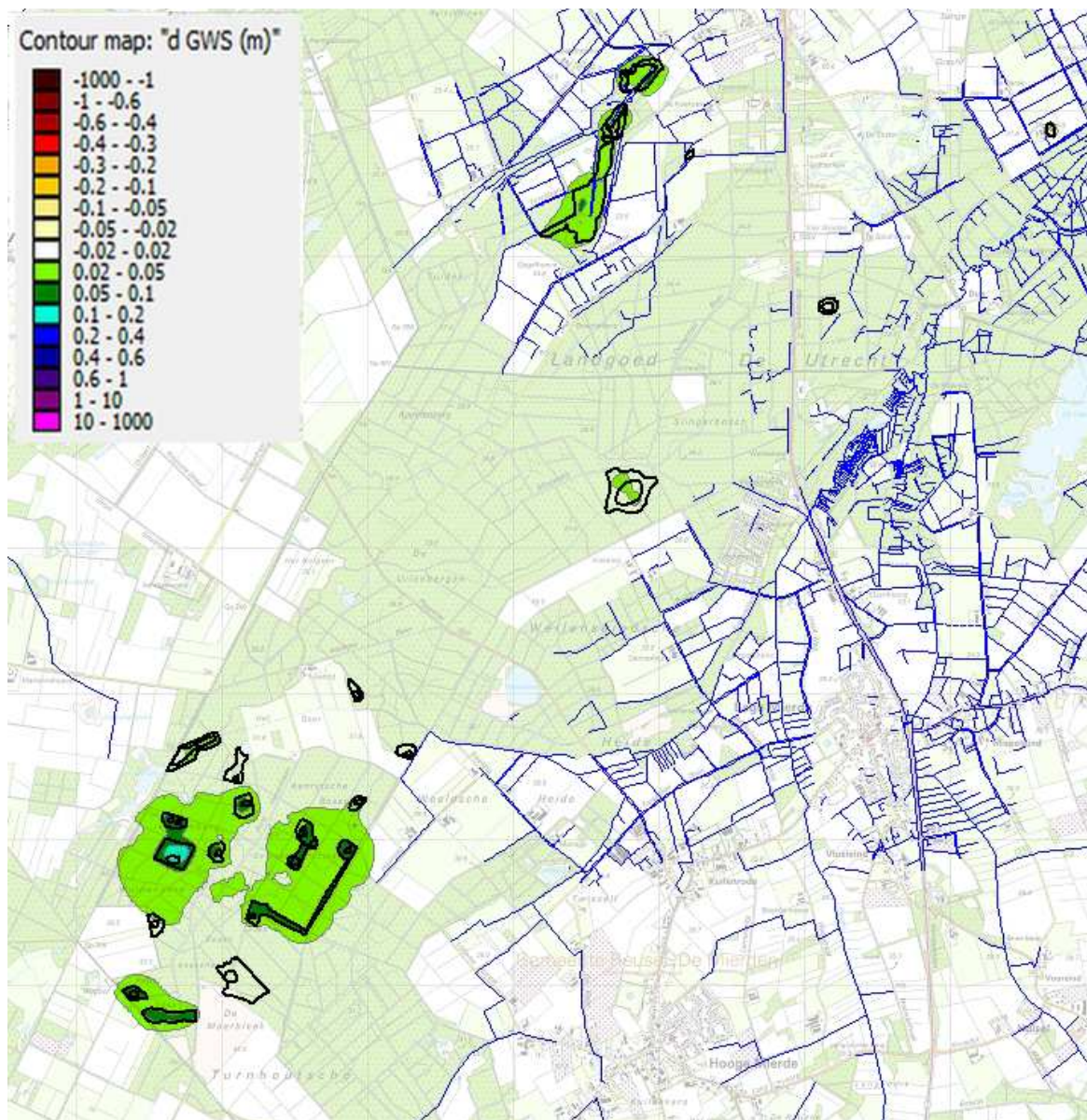
Figuur 3.2: Tijdsafhankelijk berekende gemiddelde verandering van de netto grondwateraanvulling per locatie. Gewogen maandgemiddeldes voor alle locaties, rekening houdend met de oppervlaktes die omgezet worden naar heide en naar open water.

| Cluster | Omschrijving | Oppervlakte | Omzet_heide | Omzet_water | d_Heide | d_Water | d_Gem |
|---------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|---------|---------|-------|
| 1 | Poel en bosomvorming | 34750 | 20000 | 14750 | 0.69 | -0.10 | 0.35 |
| 2 | Poel en bosomvorming | 5850 | 5000 | 850 | 0.00 | -0.49 | -0.07 |
| 3 | Poel en bosomvorming | 5000 | 4000 | 1000 | 0.75 | 0.07 | 0.61 |
| 4 | Poel en bosomvorming | 5600 | 4000 | 1600 | 0.65 | 0.10 | 0.49 |
| 5 | Poel en bosomvorming | 6000 | 5000 | 1000 | 0.50 | -0.10 | 0.40 |
| 6 | Poel en bosomvorming | 4500 | 3600 | 900 | 0.70 | -0.75 | 0.41 |
| 8 | Poel en bosomvorming | 5000 | 4000 | 1000 | 0.49 | -0.22 | 0.34 |
| 9 | Bosomvorming | 26500 | 26500 | 0 | 0.20 | 0.00 | 0.20 |
| 10 | Poel en bosomvorming | 57500 | 53000 | 4500 | 0.00 | -0.50 | -0.04 |
| 11 | Poel en bosomvorming | 10800 | 10000 | 800 | 0.43 | -0.15 | 0.39 |
| 12 | Poel en bosomvorming | 10800 | 10000 | 800 | 0.61 | -0.46 | 0.53 |
| 13 | Poel en bosomvorming | 9700 | 7000 | 2700 | 0.42 | -0.27 | 0.23 |
| 14 | Poel en bosomvorming | 4000 | 3200 | 800 | 0.31 | -0.27 | 0.19 |
| 18 | Bosomvorming | 24000 | 24000 | 0 | 0.64 | 0.00 | 0.64 |
| 19 | Bosomvorming | 20500 | 20500 | 0 | 0.46 | 0.00 | 0.46 |
| 20 | Bosomvorming | 105000 | 105000 | 0 | 0.34 | 0.00 | 0.34 |
| 21 | Blusvijver en bosomvorming | 60000 | 30000 | 30000 | 0.00 | 0.24 | 0.12 |
| 22 | Blusvijver | 15000 | 0 | 15000 | 0.00 | -0.72 | -0.72 |

Tabel 3.2: Locaties en gemiddelde verandering van de grondwateraanvulling (in mm/d), ter plaatse van bos naar heide (d_heide), bos naar open water (d_water) en het gewogen gemiddelde daarvan (d_gem).

De verandering van de netto grondwateraanvulling zorgt ter plaatse van de poelen/vijvers en de omliggende zones waar bos naar heide wordt omgezet voor kleine veranderingen in de gemiddelde grondwaterstand. Bij de meeste locaties is de verandering minder dan 5 cm. Om toch het effect te laten zien is bij figuur 3.3 ook de 2 tot 5 cm contour weergegeven (normaal worden veranderingen kleiner dan 5 cm niet weergegeven).

Bij de meeste locaties zorgt de omvorming voor een minimale verhoging van de jaargemiddelde grondwaterstand (2 tot 10 cm) als gevolg van de hogere netto grondwateraanvulling. In een zone rond de zuidelijke locaties wordt de jaargemiddelde grondwaterstand met 2 tot 5 cm verhoogd. Bij de noordoostelijke blusvijver wordt juist een iets lagere jaargemiddelde grondwaterstand berekend (locatie 22).

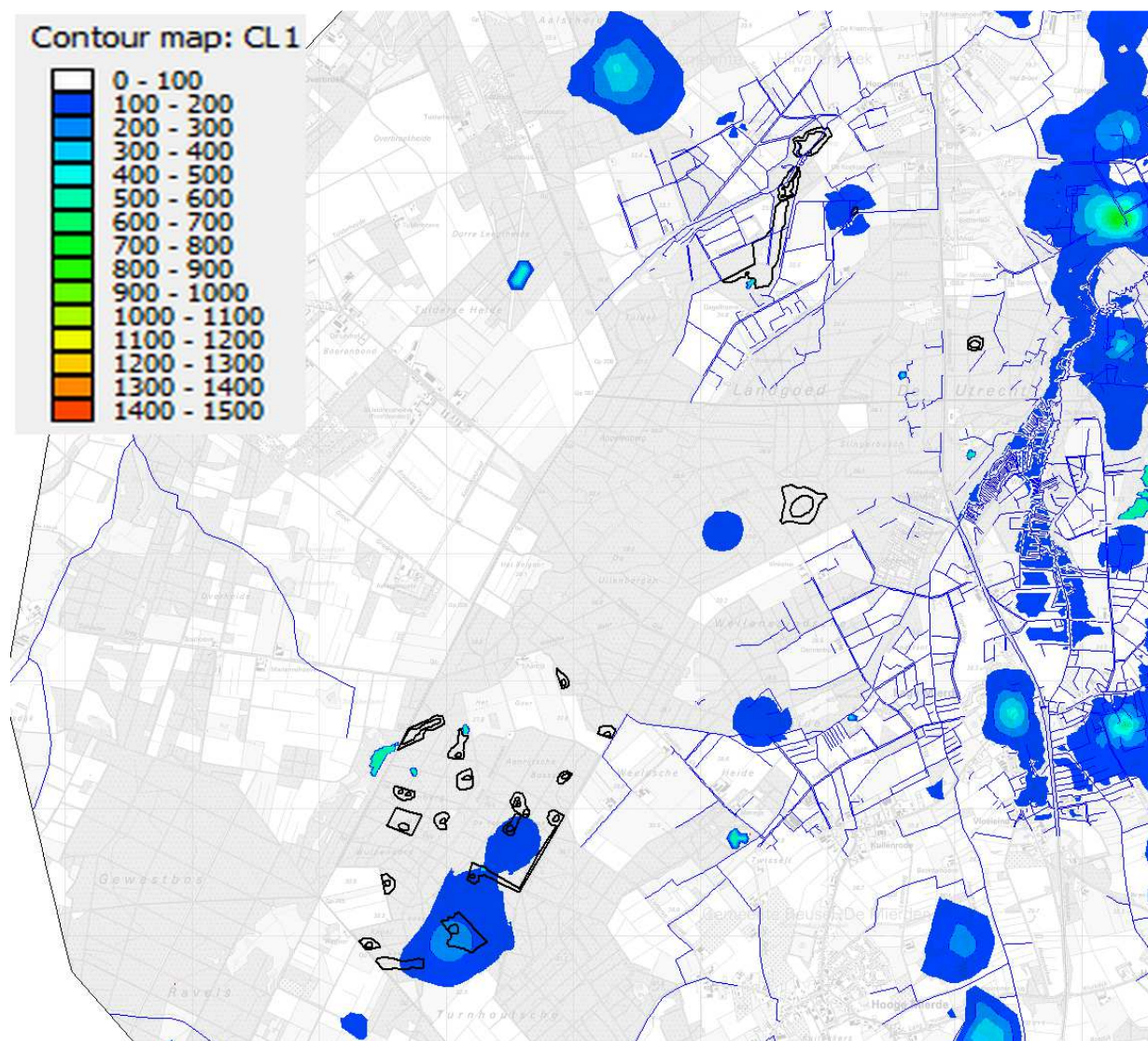


Figuur 3.3: Berekende verandering van de jaargemiddelde grondwaterstand (in meter). Buiten de contouren van de bosomvorming wordt een maximale verandering van de grondwaterstand van 2 tot 5 cm berekend.

In figuur 3.3 zijn de effecten op de jaargemiddelde grondwaterstand weergegeven, Figuur 3.2 laat zien dat de veranderingen in de grondwateraanvulling het sterkst zijn in de zomerperiode en het geringst in de winterperiode. De effecten op de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) zullen dus sterker zijn dan op de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG).

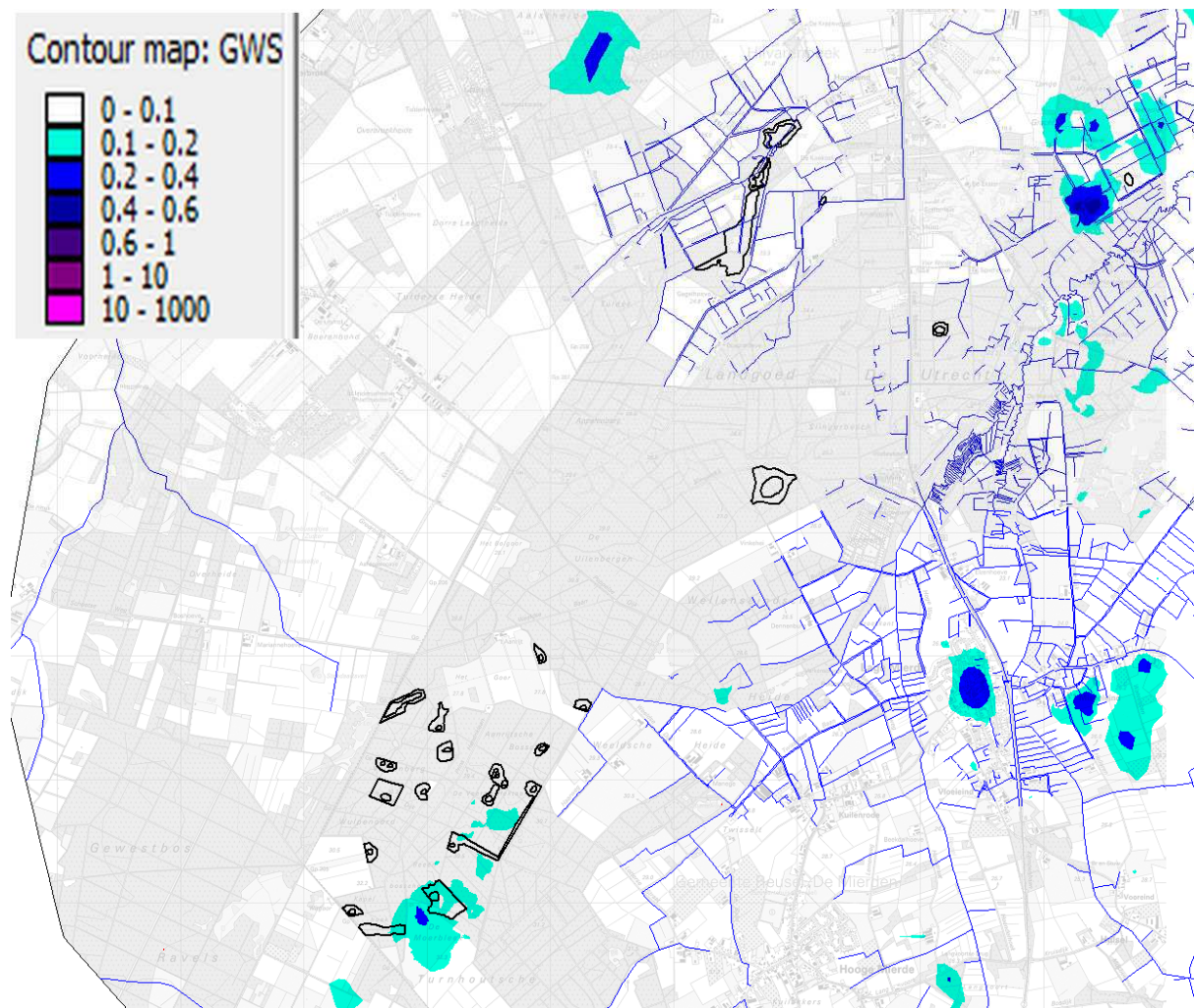
3.2 Kans op doorsnijden weerstandsbiedendelagen

De poelen worden allemaal ondiep aangelegd (ongeveer 1 meter diep). Alleen zeer ondiepe weerstandsbiedendelagen kunnen dan dus doorsneden worden. In figuur 3.4 zijn de ondiepe weerstandsbiedendelagen weergegeven die in het model zijn opgenomen. Deze zijn bepaald aan de hand van de bekende boringen uit Dinoloket (TNO-database).



Figuur 3.4: Ondiepe weerstandsbiedendelagen (gekleurde gebieden). De kleuren geven de weerstand in dagen aan zoals deze is opgenomen in het grondwatermodel.

In het zuidelijke deel is ter plaatse van enkele aan te leggen poelen mogelijk een ondiepe weerstandsbiedendelaag aanwezig die wordt doorsneden. Figuur 3.5 geeft het berekende stijghoogteverschil over de ondiepe weerstandsbiedende laag weer. Ter plaatse van de aan te leggen poelen is het stijghoogteverschil maximaal 20 cm, waarbij de freatische grondwaterstand hoger ligt dan de stijghoogte onder de weerstandsbiedende laag (infiltratiesituatie). Als de ondiepe weerstandsbiedende laag daadwerkelijk wordt doorsneden dan kan de grondwaterstand dus maximaal 20 cm verlaagd worden.



Figuur 3.5: Berekend stijghoogteverschil over de ondiepe weerstandsbiedendelaag (in meter). Bij de niet ingekleurde gebieden is het stijghoogteverschil minder dan 10 cm.

Het uitstralingseffect is in te schatten op basis van de spreidingslengte λ . Deze is als volgt te berekenen:

$$\lambda = \sqrt{(kD \cdot c)}$$

Waarin kD het doorlaatvermogen is van het zandpakket boven de weerstandsbiedende laag en c de weerstand van de weerstandsbiedende laag is. Uitgaande van een kD van $5 \text{ m}^2/\text{d}$ en een weerstand van 200 d bedraagt de spreidingslengte λ ca. 30 m . Op een afstand van 1λ bedraagt de verlaging nog ca. 37% van de verlaging ter plaatse van de doorsnijding, op 2λ bedraagt de

verlaging nog ca. 14 % van de verlaging ter plaatse van de doorsnijding en op 3λ bedraagt de verlaging nog ca. 5 % van de verlaging ter plaatse van de doorsnijding.
Uitgaande van een verlaging ter plaatse van de doorgraving van maximaal 20 cm is op 30 m uit de oever van de poel een verlaging van ca. 7 cm te verwachten, op 60 m een verlaging van ca. 3 cm en op 90 m afstand een verlaging van ca. 1 cm.

Om in geval van eventuele doorsnijding van een leemlaag de grondwatereffecten te verminderen is het te overwegen om een leemlaag op de bodem van de poelen aan te brengen. Dit reduceert het weglekken van water uit de poelen.

3.3 Nivellerend effect van open water op de fluctuatie van de grondwaterstand

In open water wordt meer water geborgen dan in een zandige bodem. In tegenstelling tot open water is het volumepercentage water in een zandig bodemprofiel slechts ongeveer 35%. Ook in een sterk uitgedroogd zandprofiel is nog 15 à 20 % aan water aanwezig. De daadwerkelijke bergingscapaciteit van de nu aanwezige zandgrond bedraagt dus –afhankelijk van de grondwaterstand en het bodemtype- maximaal 15 à 20 % (zgn. freatische bergingscoëfficiënt). In een poel of vijver wordt dus 5 tot 7 maal zoveel water geborgen dan in de bodem.

Hierdoor heeft een poel of vijver een nivellerende werking op het grondwaterregime in de oeverzone eromheen. Grondwaterstanden stijgen minder snel in natte perioden en dalen minder snel in droge perioden. Hierdoor ontstaat in de oeverzone een relatief stabiel grondwaterregime met lokale kwel vanuit het omliggende terrein. Dit is gunstig voor de ontwikkeling van vochtminnende vegetatie.

Dit effect zal bij de ondiepe poelen niet het gehele jaar optreden omdat deze zomers grotendeels droogvallen. In de loop van het najaar zullen de poelen zich weer vullen en zal de nivellerende werking weer optreden.

4. Conclusies

Effect van aanleg poelen en omzetting (naald)bos

De omzetting van (naald)bos naar heide en open water heeft lokaal effect op de netto grondwateraanvulling. Bij de meeste locaties zorgt de omzetting voor een (lichte) verhoging van de netto grondwateraanvulling. Op enkele locaties zorgt de omzetting juist voor een (iets) lagere netto grondwateraanvulling.

Dit werkt zeer beperkt door in de gemiddelde grondwaterstand. Ter plaatse van de meeste poelen en blusvijvers wordt de grondwaterstand 2 tot 10 cm verhoogd. In een zone rondom de zuidelijke poelen wordt de grondwaterstand met 2 tot 5 cm verhoogd.

Kans op doorsnijding ondiepe weerstandslaag

Lokaal is een ondiepe weerstandsbiedendelaag aanwezig, maar het stijghoogteverschil over deze laag is gering (volgens de modelberekening). Het effect van het doorsnijden van deze ondiepe weerstandsbiedendelaag op de grondwaterstand is maximaal 20 cm. Het verlagingseffect blijft voornamelijk beperkt tot enkele tientallen meters vanaf de poel. Uitgaande van een maximale verlaging van 20 cm ter plaatse van de poel is op 30 m uit de oever van de poel een verlaging van ca. 7 cm te verwachten, op 60 m een verlaging van ca. 3 cm en op 90 m afstand een verlaging van ca. 1 cm.

Om in geval van eventuele doorsnijding van een leemlaag de grondwatereffecten te verminderen is het te overwegen om een leemlaag op de bodem van de poelen aan te brengen. Dit reduceert het weglekken van water uit de poelen.

Bij de meeste poelen is geen aaneengesloten weerstandsbiedendelaag aanwezig en is het bovenstaande effect niet te verwachten.

Effect open water op grondwaterfluctuatie

Het aanleggen van open water heeft een nivellerend effect op de fluctuatie van de grondwaterstand doordat open water een ongeveer 5 à 7 maal grotere bergingscapaciteit heeft dan zandgrond. Bij de ondiepe poelen is dit effect er met name in de winter en het voorjaar omdat deze poelen zomers grotendeels droogvallen. Bij de diepere blusvijvers is dit effect er het gehele jaar. Door het nivellerings-effect ontstaat in de oeverzone een relatief stabiel grondwaterregime, dat mogelijk gunstig is voor de ontwikkeling van vochtminnende vegetatie.

Effecten op de natte natuur

De aanleg van de meeste poelen zorgt samen met de bosvorming voor een toename van de netto grondwateraanvulling en daarmee voor (iets) hogere grondwaterstanden. Alleen bij de noordoostelijke blusvijver wordt de grondwaterstand zeer lokaal verlaagd met 2 tot 5 cm. Bij enkele poelen in het zuidelijk deel van de Utrecht (omgeving Moerbleek) en bij de blusvijver bij de Kievit bestaat de kans dat door het graven van de poelen en vijver een ondiepe scheidende laag wordt doorgraven. Als dit gebeurt, zal de grondwaterstand lokaal tot maximaal 20 cm dalen. Dit verlagings-effect blijft beperkt tot enkele tientallen meters vanaf de poel.

Eindconclusie 1:

Binnen de delen van de natte natuurparels De Utrecht met natte, grondwaterafhankelijke natuurwaarden zijn geen grondwaterstandseffecten te verwachten. De voorgenomen ingrepen hebben voor deze gebieden dan ook geen ecologische effecten tot gevolg.

Eindconclusie 2:

Van de aanleg van de poelen en blusvijvers en de te herstellen vennen conform het Ontwikkelingsplan Landgoed De Utrecht is geen sprake van een significant negatief hydrologisch effect en derhalve geen sprake van een nadelig ecologisch effect. Er is zelfs sprake van een licht positief effect op de grondwaterstand (lokale verhoging).

5. Literatuur

- Bruin, H.A.R. de, 1979. Neerslag, openwaterverdamping en potentieel neerslagoverschot in Nederland. Frequentieverdelingen in het groeiseizoen. Wetenschappelijk rapport 79-4. KNMI, De Bilt.
- Dolman, A.J. & Moors, E.J., 1994. Hydrologie en waterhuishouding van bosgebieden in Nederland. Rapport 333. DLO-Staringcentrum, Wageningen.
- Royal Haskoning, 2011. Scenariostudie en inrichtingsplan natte natuurparels De Utrecht. Gebiedsdelen Hoogeindse Beek, Broekkant, Reuseldal de Utrecht, Mispelende Heide en Neterselsche Heide. Royal Haskoning rapport 9T4681/R00003/501329/BW/DenB, 7 september 2011.
- Spijksma, J.F.M., A.J. Dolman & J.M. Schouwenaars, 1995. De parameterisatie van de verdamping van natuurterreinen in hydrologische modellen. NOV-rapport 4.

- TNO, 2000. Watersystemen in beeld, Een beschrijving en kaarten van de grond- en oppervlaktewatersystemen van Noord-Brabant, Utrecht.