

# Pilot Voortoets N2000

Effecten beregeningsput op Natura 2000 Leggerderveld (externe werking)

Definitief

Provincie Drenthe

Grontmij Nederland B.V.  
Groningen, 21 maart 2016

# Verantwoording

**Titel** : Pilot Voortoets N2000  
**Subtitel** : Effecten beregeningsput op Natura 2000 Leggerderveld (externe werking)  
**Projectnummer** : 349084  
**Referentienummer** : 349084\_LV  
**Revisie** : 01  
**Datum** : 21 maart 2016

**Auteur(s)** : Sandra Schunselaar; Daniel Tuitert

**E-mail adres** : sandra.schunselaar@grontmij.nl

**Gecontroleerd door** : Pim Dik

**Paraaf gecontroleerd** :



**Goedgekeurd door** : Yska de Leeuw

**Paraaf goedgekeurd** :



**Contact** : Grontmij Nederland B.V.  
Rozenburglaan 11  
9727 DL Groningen  
Postbus 7057  
9701 JB Groningen  
T +31 88 811 66 00  
www.grontmij.nl

# Inhoudsopgave

1	INLEIDING.....	4
1.1	AANLEIDING .....	4
1.2	DOELSTELLING.....	4
1.3	WERKWIJZE.....	5
1.4	LEESWIJZER .....	5
2	BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE.....	6
2.1	SITUERING BETREFFENDE LANDBOUWPERCELEN .....	6
2.2	HOOGTELIJGGING .....	7
2.3	BODEMOPBOUW .....	7
2.4	LOKALE WATERHUISHOUDING .....	8
2.4.1	<i>Oppervlaktewater</i> .....	8
2.4.2	<i>Grondwaterstanden</i> .....	9
2.4.3	<i>Aanwezige buisdrainage/ beregeningsputten</i> .....	9
2.5	NATUURWAARDEN / HABITATTYPEN .....	10
3	HYDROLOGISCHE EFFECTEN BEREKENING .....	12
3.1	ALGEMEEN .....	12
3.2	GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE.....	12
3.2.1	<i>Ondergrond</i> .....	12
3.2.2	<i>Voedingsweerstand/ drainageweerstand</i> .....	12
3.3	RESULTATEN BEREKENINGEN .....	13
3.4	EFFECTEN OP KWEL/WEGZIJING .....	15
3.5	CUMULATIEVE EFFECTEN .....	15
3.6	CONCLUSIES .....	15
4	BEPALING EFFECTEN OP NATURA 2000 GEBIED.....	16
5	LITERATUURLIJST.....	17

## BIJLAGEN

- Kadastrale situatie percelen
- Top van keileemlaag
- Dikte van keileemlaag
- Grondwatertrappen kaart
- Methode analytische berekeningen
- Voorbeeld capaciteitentabel beregeningspomp

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Ingevolge artikel 19d van de Natuurbeschermingswet is het *verboden zonder vergunning projecten of andere handelingen te realiseren onderscheidenlijk te verrichten die gelet op de instandhoudingsdoelstelling de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in een Natura 2000-gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor het gebied is aangewezen. Zodanige projecten of andere handelingen zijn in ieder geval projecten of handelingen die de natuurlijke kenmerken van het desbetreffende gebied kunnen aantasten.*

Uit de jurisprudentie van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State blijkt dat een grondwateronttrekking voor beregening een activiteit is die *kan* leiden tot een significant negatief effect op de habitats in een Natura 2000-gebied die afhankelijk zijn van het grondwater.

Om te voorkomen dat voor elke nieuwe aanvraag voor drainage en beregening een vergunning dient te worden aangevraagd, hebben partijen afspraken gemaakt om op termijn te komen tot een set algemene regels:

Per Natura 2000 gebied wordt een overgangszone bepaald. Binnen deze overgangszone wordt in fase 2 een door de landbouw en natuur gedragen verbeterpakket ontwikkeld en in fase 3 uitgevoerd om de hydrologische toestand van het Natura 2000 gebied (tegengaan/vermindering van verdroging) verder te verbeteren in samenhang met het realiseren van goede omstandigheden voor landbouwkundig gebruik. De grootte van de overgangszone moet per Natura 2000 gebied nog nader worden bepaald. Deze aanpak heeft het karakter van een passende beoordeling voor het gebied. Op basis daarvan worden in fase 3 voor de overgangszone algemene regels gesteld voor het aanleggen en vervangen van drainage en het onttrekken van grondwater voor beregening. Als voldaan wordt aan de algemene regels is het aanleggen en vervangen van drainage en het onttrekken van grondwater voor beregening niet vergunningplichtig.

In de tussentijd zolang het eindplaatje nog niet is bereikt, is per Natura 2000 gebied een onderzoekszone ingesteld. Deze onderzoekszones worden met een beleidsmatige onderbouwing in de ontwerp – beheerplannen opgenomen. Bij de *aanleg* van drainage en bij *nieuwe* grondwateronttrekkingen ten behoeve van beregening binnen deze onderzoekszones wordt een voortoets uitgevoerd.

## 1.2 Doelstelling

Deze fictieve voortoets dient als pilot voor het plaatsen van een bergingsput op een perceel nabij het N2000 gebied Leggerderveld en heeft tot doel na te gaan, of er een verslechterend of significant verstorend effect optreedt in de zin van art. 19d van de Natuurbeschermingswet. Is dat het geval, dan dient de, in dit geval fictieve, initiatiefnemer de vergunningprocedure te volgen en dient hij een passende beoordeling te maken. Laat de voortoets zien dat er geen verslechterend of significant verstorend effect optreedt, dan is de aanleg van drainage of een nieuwe grondwateronttrekking ten behoeve van beregening niet vergunningplichtig.

### **1.3 Werkwijze**

De gehanteerde is gebaseerd op een drietal reeds uitgevoerde studies:

- Uitwerking beïnvloedingszones N2000; externe werking drainage en berekening (Grontmij, 2013);
- Second opinion uitwerking beïnvloedingszones N2000 in de provincie Drenthe. Deltares, 2014;
- Nadere detaillering beïnvloedingszones N2000; externe werking drainage en berekening (Grontmij, in samenspraak met Deltares, 2015).

In deze studies is de basis gelegd voor de wijze van beoordeling, uitgaande van analytische berekeningen en beschikbare (meet)gegevens.

De volgende werkstappen zijn doorlopen:

1. Vastleggen huidige situatie;
2. Bepalen effect berekening op hydrologie;
3. Ecologisch-juridische beoordeling;
4. Conclusies en vervolg procedure.

### **1.4 Leeswijzer**

H2. Beschrijving huidige situatie

H3. Bepaling hydrologische effecten berekening

H4. Bepalen ecologische effecten berekening

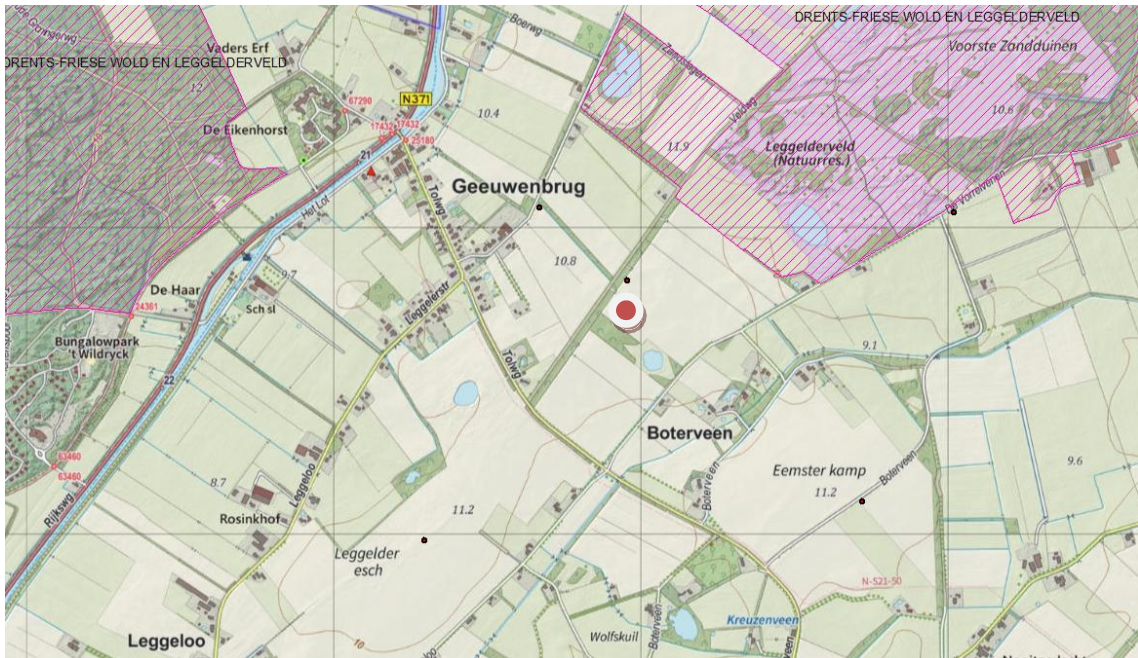
Bijlagen zijn achterin het rapport opgenomen.

## 2 Beschrijving huidige situatie

### 2.1 Situering betreffende landbouwpercelen

De beoogde locatie voor de beregeningsput ligt ten zuidoosten van Geeuwenbrug op ruim 400 m afstand van het Leggelderveld, onderdeel van het N2000 gebied Drents Friese Wold en Leggelderveld.

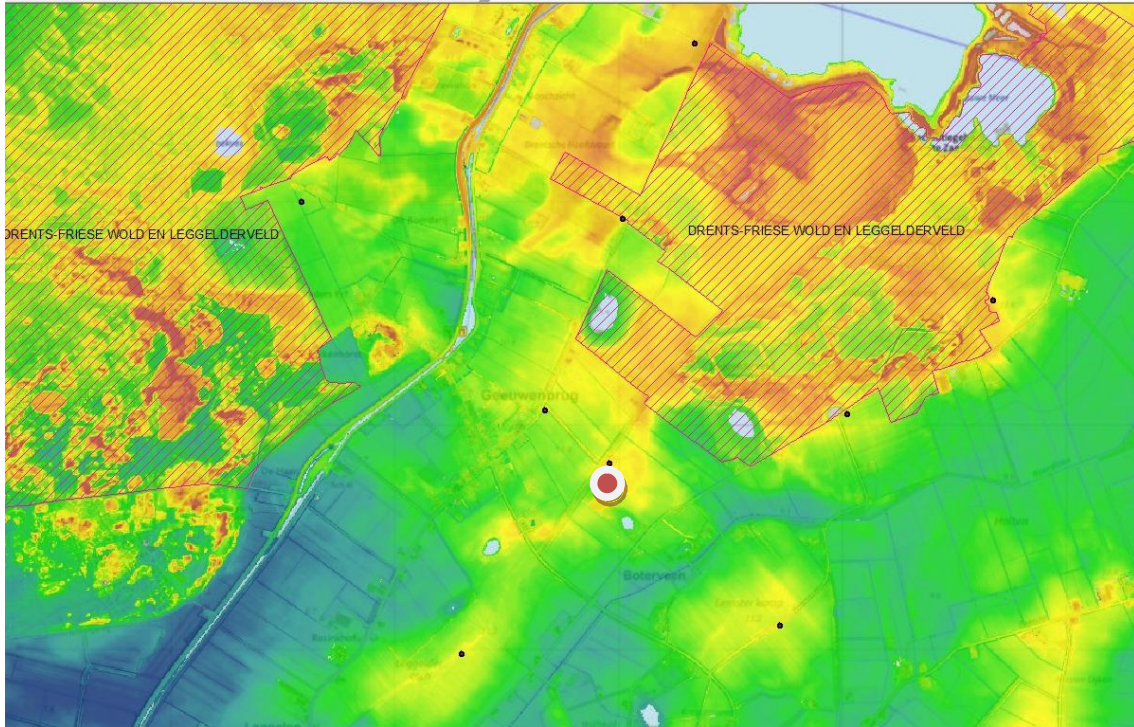
De globale ligging is weergegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1. locatie betreffende beregeningsput

## 2.2 Hoogteligging

De percelen in de omgeving van de beoogde onttrekkingsput liggen op een relatief hogere zandrug met een hoogte van circa NAP +10 m tot NAP +12 m.

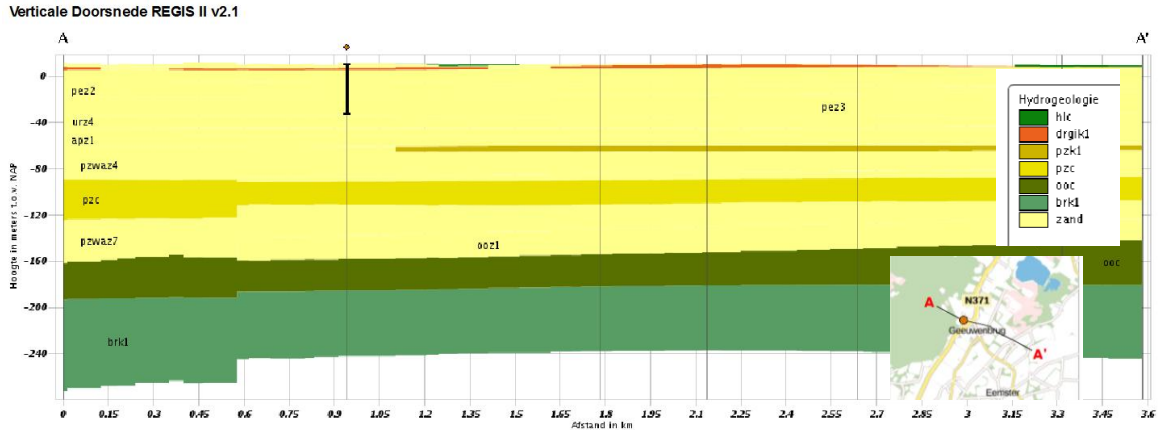


Figuur 2.2. Hoogtekaart (bron: AHN2)

## 2.3 Bodemopbouw

De bodemopbouw in het gebied kan als volgt worden samengevat:

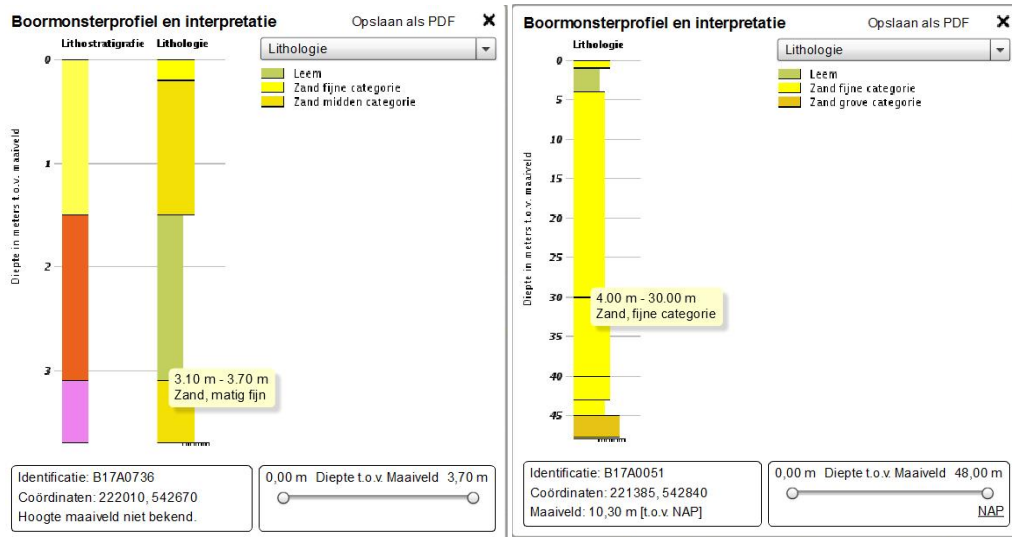
- De beoogde onttrekkingsput is gesitueerd op een zandrug tussen Geeuwenbrug en Boterveen.
- Het veen dat hier ooit op grote schaal voorkwam is vrijwel volledig verdwenen. Alleen lokaal in de laagten komen nog moerige lagen op zand voor.
- Onder de ondiepe zandlaag komt vrijwel overal in de omgeving keileem voor (drgk1) met een dikte van 1 tot 3 m. De keileem begint op 0,5 tot 2,0.
- Onder de keileem komen relatief fijne peelozanden voor tot een diepte van NAP -40 à -50m.
- Daaronder bevindt zich deels een dunne laag Peizeklei (pzk1), die lokaal ontbreekt.
- Hieronder liggen grovere zanden (urz, apz en pzwaz).



Figuur 2.3. Geohydrologische doorsnede west-oost uit REGIS vii.1 (Dinoloket)

In bijlage 1 en 2 zijn respectievelijk de top en dikte van de keileemlaag weergegeven.

Op het perceel zelf is een ondiepe boring beschikbaar in DINO loket. Iets verder westelijk, op de kruising tussen de Tolweg en de Leggelderstraat is een diepe boring op genomen. Beide geven aan dat het zand zowel boven als onder de keileem overwegen matig fijn tot fijn is. Vanaf ca NAP -45m wordt het zand grof.



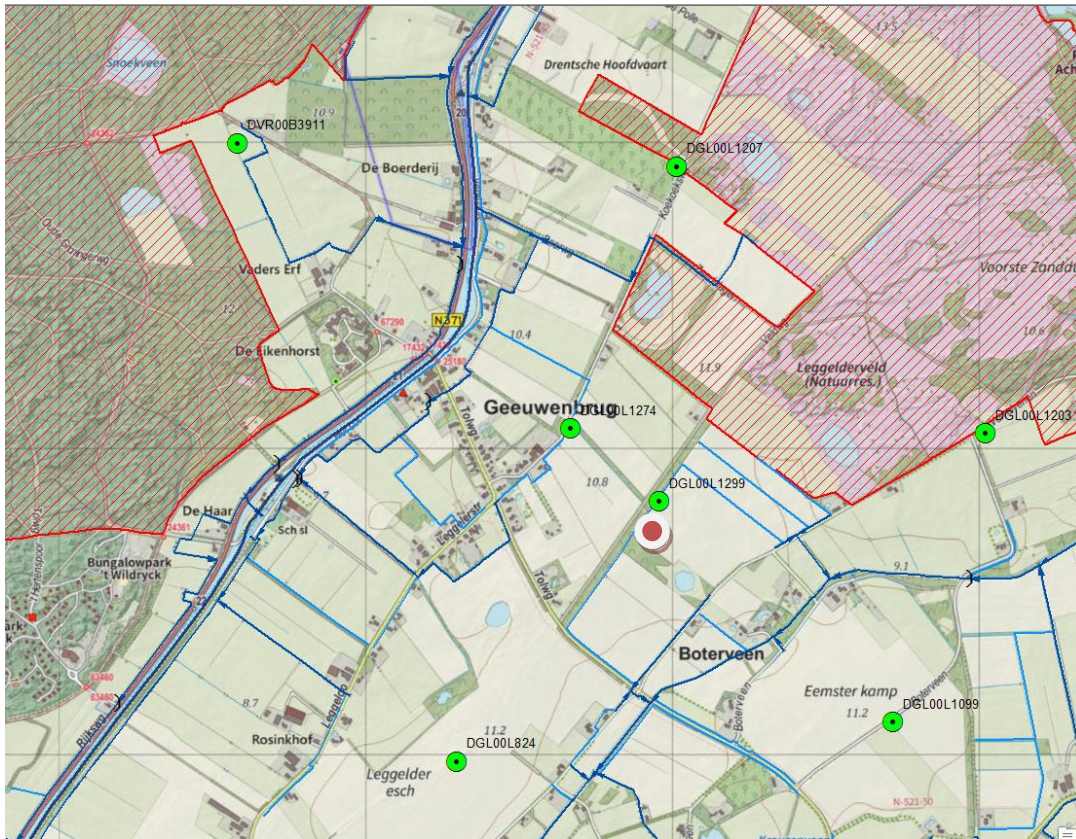
## 2.4 Lokale waterhuishouding

### 2.4.1 Oppervlaktewater

Op het perceel van de onttrekkingsput zelf bevinden zich geen sloten. Direct ten noorden hiervan ligt wel een drietal kavelsloten. Deze wateren af in zuidoostelijke richting naar de Noordlaken. Deze hoofdwatergang van het waterschap watert die op zijn beurt af op de Oude Vaart, nabij Dwingeloo. De perceelsloten liggen in een peilvak met een streefpeil van NAP +7,3/ 8,0 m. (w.p./z.p.). Dit peil geldt echter alleen voor de hoofdwatergang. De lokale perceelsloten liggen aanzienlijk hoger met bodemhoogten oplopend van NAP +8,5 m tot NAP +9,5 m (bron MIPWA v3- AHN analyse).







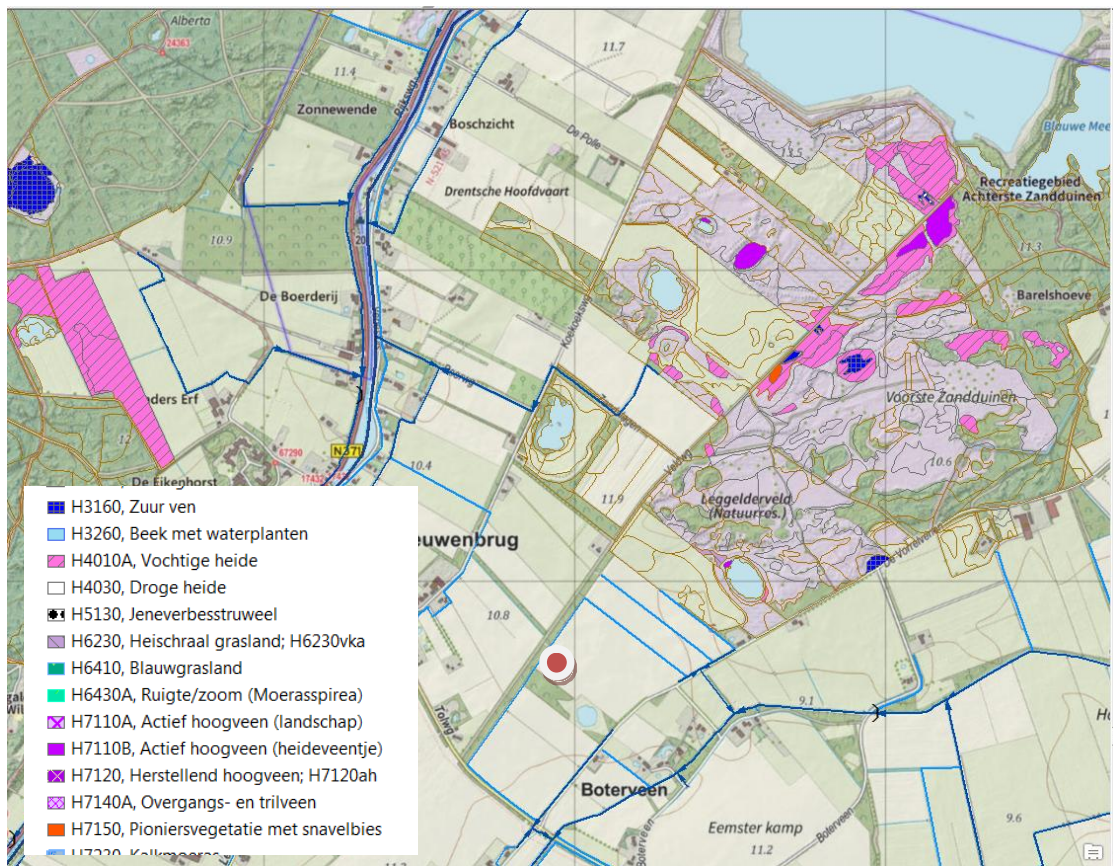
Figuur 2.5. Geregistreerde onttrekkingsputten beregening (met kadastraal nummer)

## 2.5 Natuurwaarden / habitattypen

Voor het bepalen van aanwezige habitattypen is gebruik gemaakt van het meest actuele Habitattypenbestand op het Geoportaal van de provincie Drenthe. In dit bestand wordt onderscheid gemaakt in Habitatype 1 en Habitatype 2. Habitatype 1 betreft het "hoofdtype". Het kan echter voorkomen dat bijvoorbeeld een vochtige heide perceel dusdanig is verdroogd, dat deze niet meer als dit habitatype kan worden aangemerkt. In dat geval kan het hoofdtype als "droge heide" zijn ingedeeld. Onder Habitatype 2 is dan zichtbaar dat dit perceel restanten van vochtige heide bevat.

De natuurwaarden zijn eerst voor een ruim gebied beschreven rond het landbouwperceel. In de effectbespreking in hoofdstuk 4 wordt zo nodig deze zone verkleind tot de daadwerkelijk optredende effectafstand van 2 en 5 cm, zoals beschreven in hoofdstuk 3.

Juridisch moet getoetst worden aan "werkelijk in het veld aanwezige als habitatype te kwalificeren typen". Deze zijn in Figuur 2.6 weergegeven (Habitatype 1, concept kaart 02-03-2015).



Figuur 2.6. Vochtige habitattypen omgeving beoogde onttrekingsput (concept kaart 02-03-2015).

## 3 Hydrologische effecten berekening

### 3.1 Algemeen

Voor het bepalen van het effect van een individuele put is overeenkomstig het rapport uit 2013 gebruik gemaakt van de Formule van Hantush, welke door Grontmij voor deze studie is uitgebreid. Voor een toelichting op deze formule wordt verwezen naar bijlage 4.

Voor de pilot is uitgegaan van een fictieve vergunningaanvraag. Voor deze situatie zijn de volgende uitgangspunten gekozen (conform rapport "Nadere detaillering beïnvloedingszones N2000", Grontmij 2015):

- Een onttrekkingscapaciteit van de beregeningsput van 70 m<sup>3</sup>/uur;
- Een maximale onttrekkingsduur van 6 dagen voor een individuele put.
- De drainageweerstand is op vergelijkbare wijze bepaald als de NHI-lekweerstand. Hierbij is uitgegaan van de Top-10 waterlopen voor het hoofdsysteem, het primaire en het secundaire watersysteem; het tertiaire watersysteem is verwaarloosd (valt in de zomer droog). Voor de individuele put is een gemiddelde voedingsweerstand bepaald, representatief voor het invloedsgebied (3x spreidingslengte).

De bovengenoemde onttrekkingscapaciteit is voor deze pilot gelijk aan de pompcapaciteit van een veel gebruikte pomp. In de praktijk zal echter het onttrekkingsdebiet kleiner zijn dan de pompcapaciteit, afhankelijk van ondermeer de filterdiepte van de onttrekkingsput en de lengte van de gebruikte haspels. Wanneer het werkelijk debiet kan worden onderbouwd aan de hand van bijvoorbeeld een opbrengsttabel van de leverancier, kan bij de voortoets eventueel ook gerekend worden met het werkelijk te verwachten onttrekkingsdebiet. Een voorbeeld van een dergelijke capaciteitentabel is opgenomen in bijlage 5.

### 3.2 Geohydrologische schematisatie

#### 3.2.1 Ondergrond

Voor de schematisatie van de bodemopbouw is uitgegaan van een onttrekkingsput in de diepere grovere zanden onder de formatie van Peelo. De bodemopbouw is als volgt geschematiseerd (bron REGIS vll.1):

Tabel 3.1. Schematisatie bodemopbouw landbouwpercelen

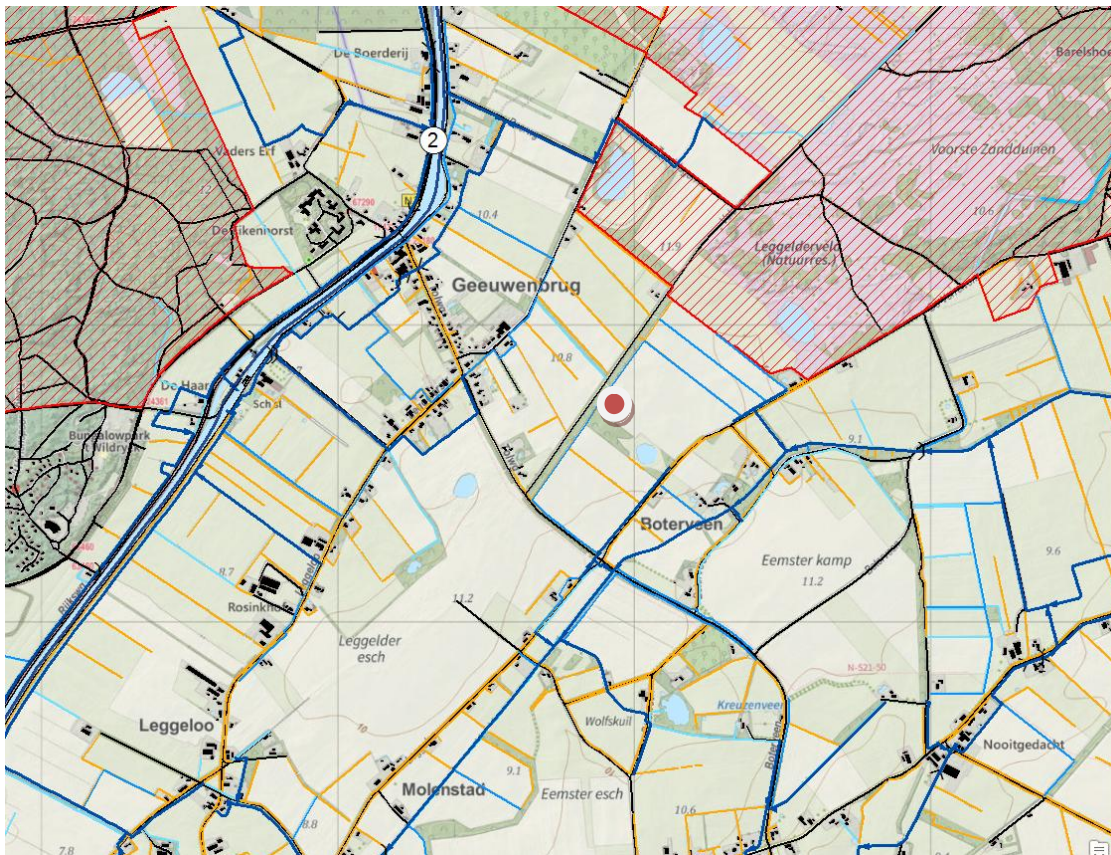
M – mv	Schematisatie	parameters
0 – 1	Zandlaag	kD= 2 m <sup>2</sup> /dag
1 – 3	Keileem*	C= 100 – 750 dagen
3 – 40	Fijne peelo zanden	C= 175 dagen (kv=0,2m/dag) kD= 175 m <sup>2</sup> /dag (kh=5m/dag)
40- 150	Grove zanden Watervoerend pakket	kD= 2200 m <sup>2</sup> /dag
>150	Geohydrologische basis	

\* Weerstand keileem berekend aan de hand van de dikte en de formule van Bakker, waarmee ook de keileemweerstand in de keileemkaart van TNO (maart 2013) is bepaald.

#### 3.2.2 Voedingsweerstand/ drainageweerstand

Naast de ondergrondschematisatie is ook de interactie met het oppervlaktewater van belang. Door voeding vanuit sloten zal de optredende verlaging naar de omgeving toe uitdempen. De mate waarin dat gebeurt is afhankelijk van de mate waarin oppervlaktewater aanwezig is.

In de praktijk blijkt er een nauwe relatie te bestaan tussen de drainageweerstand (voedingsweerstand) en de slootafstand. Als vuistregel wordt wel aangehouden dat de slootafstand= drainageweerstand. In Alterra rapport 1339 is dit nader onderzocht en blijken de precieze waarden (met een bandbreedte tussen de 1,1 en 2,2 voor noordoost NL) ook afhankelijk van het bodemprofiel, zie bijlage 4. Deze relatie is ook gebruikt bij de bepaling van de NHI freatische lekweerstand (voor een resolutie van 250x250 m), welke in 2015 door Grontmij is gebruikt voor de vlakdekkende berekeningen. Voor het toetsen van de effecten van een individuele onttrekking op lokale schaal, is de voedingsweerstand bepaald aan de hand van het top-10 waterlopen bestand, in combinatie met de bodemkaart. Daarbij is rekening gehouden met het feit dat kleinere greppels in een droge zomer (wanneer sprake is van berekening) droogvallen, zie de oranje lijnen in Figuur 3.1. Deze doen niet mee met de bepaling van de slootafstand.



**Figuur 3.1. Actieve waterlopen in droge zomer op basis van Top10 vector bestand (blauw). Oranje de droogvallende greppels.**

De gemiddelde slootafstand in dit gebied bedraagt ca. 500-1000m.

Voor een keileemprofiel / bodemtype podzol resulteert dit in een voedingsweerstand van 750-2000 dagen.

### 3.3 Resultaten berekeningen

In onderstaande tabellen zijn de resultaten weergegeven, uitgaande van een maximaal toegestane verlaging van respectievelijk 5 en 2 cm.

De dikte van de keileem varieert binnen het potentiële invloedsgebied van 1 tot 3 m dikte. Voor twee ondergrond schematisaties is de invloedsafstand berekend om de bandbreedte aan mogelijke effecten te bepalen.

Tabel 3.2. Berekende invloedsafstand

Onttrekking 70m <sup>3</sup> /uur Hantush gedurende 6 dagen. Max 5 cm freatische verlaging					
	C-lek (d)	C-boven (d)	kD (m <sup>2</sup> /dag)	Invloedsafstand (m) freatisch	Invloedsafstand (m) WVP
1. dunne keileem op groot WVP	750	275	2400	70	850
	2000	275	2400	75	900
2 dikke keileem op groot WVP	750	750	2400	<5	1250
	2000	750	2400	<5	1300

Onttrekking 70m <sup>3</sup> /uur Hantush gedurende 6 dagen. Max 2 cm freatische verlaging					
	C-lek (d)	C-boven (d)	kD (m <sup>2</sup> /dag)	Invloedsafstand (m) freatisch	Invloedsafstand (m) WVP
1. dunne keileem op groot WVP	750	275	2400	380	1350
	2000	275	2400	400	1400
2 dikke keileem op groot WVP	750	750	2400	90	2000
	2000	750	2400	100	2100

Afkortingen:

C-lek= freatische lekweerstand/ voedingsweerstand sloten (dagen)

C-boven= weerstand (dagen) slecht doorlatende lagen boven onttrekking

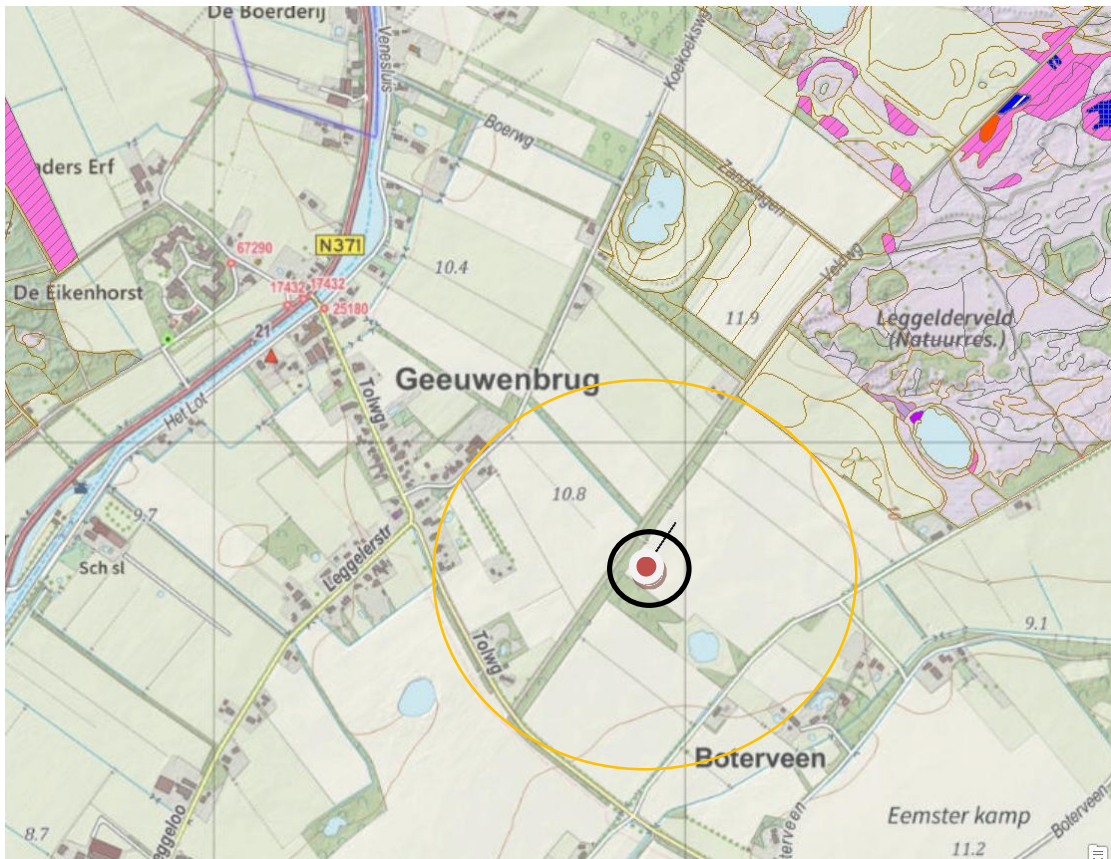
C-onder= geohydrologische basis

kD= doorlaatvermogen zandlagen waaruit wordt onttrokken

Sfr= bergingscoëfficiënt freatische zandlaag (boven keileem)

Swvp= bergingscoëfficiënt watervoerend pakket (onder keileem)

Naarmate de keileemlaag dikker is, zal het effect van de diepe onttrekking naar boven toe sneller uitdempen. De freatische invloedsafstand wordt dan snel kleiner. De verlaging in het freatisch grondwater is dan kleiner dan 5 cm. De 2 cm verlaging reikt net tot op de rand van het N2000 gebied Leggerderveld. In deze randzone komen echter geen grondwatergevoelige habitattypen voor, zie Figuur 3.2.



Figuur 3.2. 5 cm (zwarte cirkel) en 2 cm (oranje cirkel) verlagingcontour bij onttrekking (70m<sup>3</sup>/uur)

### 3.4 Effecten op kwel/wegzijing

Het bepalen van de effecten van berekening op de kwel-wegzijing is niet voor alle N2000 gebieden relevant. De grondwatergevoelige habitattypen in het Drents Friese Wold en Leggelderveld betreffen vooral vochtige heide, zure vennen en lokale heideveentjes op keileem of gliedelagen. Hier is sprake van schijngrondwaterspiegels, waarbij de kwel/wegzijing vanuit diepere watervoerende pakketten een verwaarloosbare rol speelt bij het realiseren van de instandhoudingsdoelen. De effecten op de kwel/wegzijing zijn daarom voor deze pilot niet nader onderzocht.

### 3.5 Cumulatieve effecten

Bij cumulatieve effecten gaat het erom of er nog andere projecten zijn (dit kan zijn drainage/beregeningsputten maar ook andere ingrepen die van invloed zijn op de waterhuishouding) die meegenomen moeten worden bij de voortoets/ passende beoordeling. In juridische zin is de cumulatie die moet worden meegenomen beperkt: alleen projecten en andere handelingen die al wel zijn vergund maar nog niet uitgevoerd moeten worden meegenomen in de cumulatietoets.

Aangezien op dit moment nog geen ingrepen zijn vergund in dit gebied, is er nu geen sprake van cumulatie van effecten.

### 3.6 Conclusies

- De berekende invloedsafstand is uitgaande van de gehanteerde uitgangspunten maximaal 75 m, uitgaande van een afbreekcriterium van 5 cm (aanname <5 cm is geen effect) en van 400 m uitgaande van een afbreekcriterium van 2 cm (aanname <2 cm is geen effect).
- Bij bovenstaande berekening is uitgegaan van de "worst case" bodemopbouw die binnen het potentiële invloedsgebied voorkomt en een "worst case" voedingsweerstand;
- Binnen beide zones komen geen kwalificerende grondwatergevoelige habitattypen of grondwatergevoelig leefgebied van kwalificerende soorten voor.

## 4 Bepaling effecten op Natura 2000 gebied

Wanneer de hydrologie ter plaatse van de aangrenzende kwalificerende habitattypen/leefgebieden van soorten niet wordt beïnvloed, is een nadere ecologische beoordeling niet meer nodig. In dat geval kan significantie op voorhand worden uitgesloten. Als criterium wordt daarbij een hydrologisch effect <2 cm gehanteerd (de grens van wat redelijkerwijs nog te meten is).

Binnen de berekende beïnvloedingsafstand van 500 m (uitgaande van maximaal 2 cm verlaging) bevinden zich geen locaties met grondwaterafhankelijke habitattypen of leefgebieden van soorten. Op basis hiervan worden significante effecten op N2000 uitgesloten, en is een nadere ecologische beoordeling niet noodzakelijk.

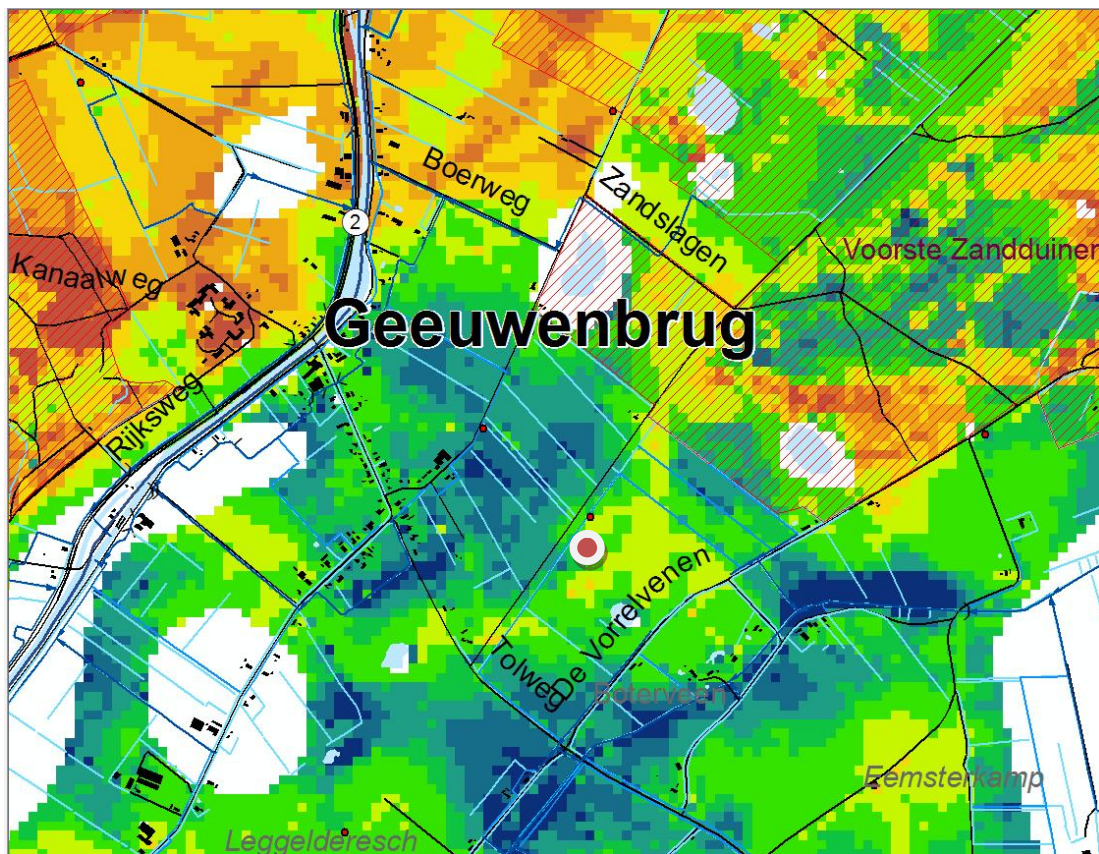


## 5 Literatuurlijst

1. Hydrologie op basis van karteerbare kenmerken; Van der Gaast, 2006. Alterra Rapport 1339.
2. Uitwerking beïnvloedingszones N2000; externe werking drainage en berekening. Grontmij, 2013 .
3. Second opinion uitwerking beïnvloedingszones N2000 in de provincie Drenthe. Deltares, 2014.
4. Nadere detaillering beïnvloedingszones N2000 externe werking drainage en berekening. Grontmij, 2015.
5. Provinciaal Blad nr.543. 1 feb 2016. Vaststelling notitie drainage en berekening N2000 gebieden.

# Bijlage 1

## Top van keileemlaag

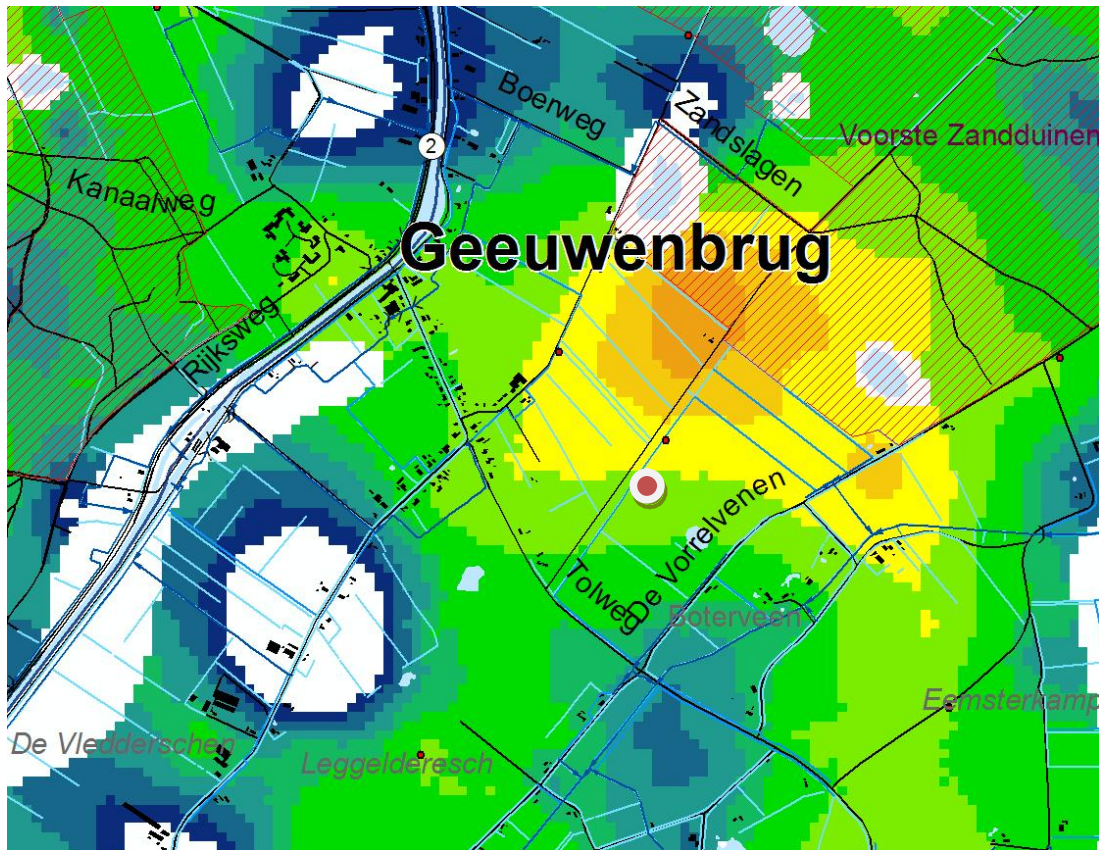


Bovenkant keileem tov maaiveld (m)

- 1 topkeileemmv  
<meters -mv>
- 0 - 0,25
  - 0,26 - 0,5
  - 0,51 - 0,75
  - 0,76 - 1
  - 1,01 - 1,5
  - 1,51 - 2
  - 2,01 - 2,5
  - 2,51 - 3
  - 3,01 - 3,5
  - 3,51 - 43,86

# Bijlage 2

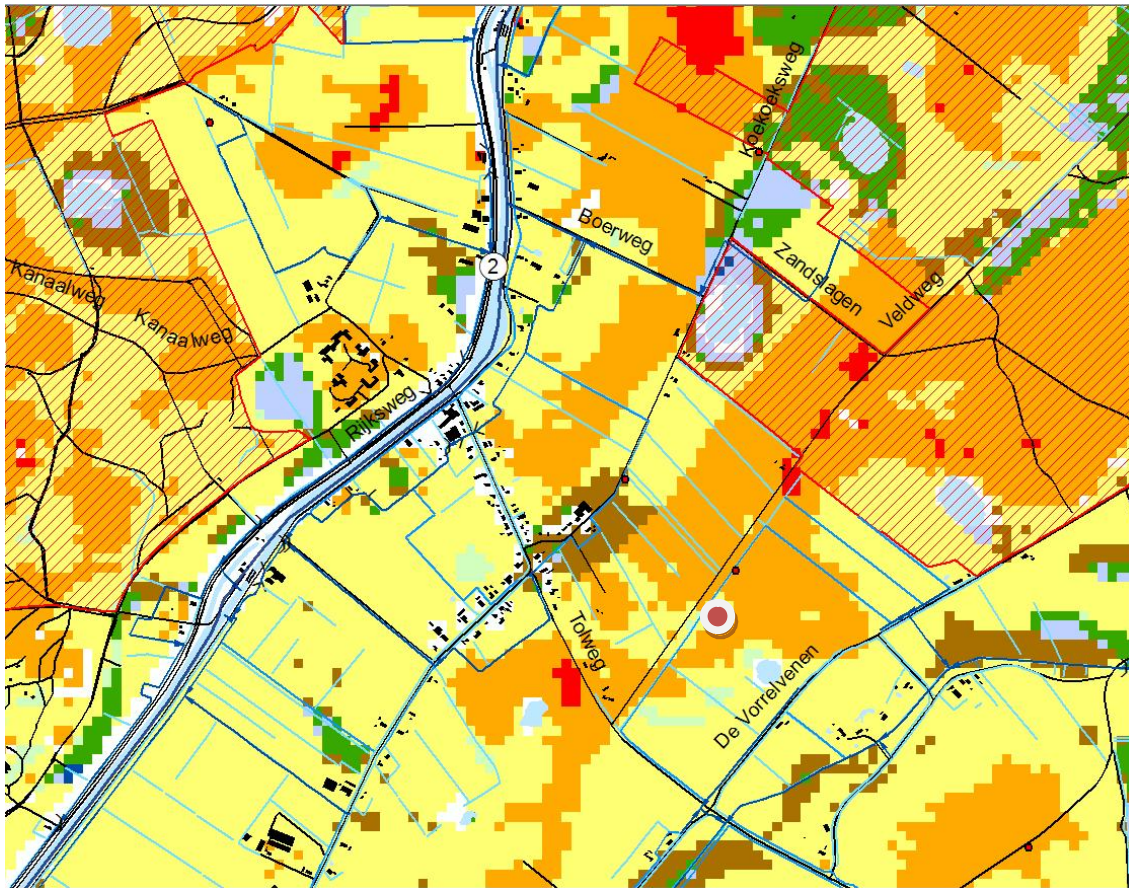
## Dikte van keileemlaag



- diktekeileem  
<meters>
- 0 - 0,25
  - 0,26 - 0,5
  - 0,51 - 0,75
  - 0,76 - 1
  - 1,01 - 1,5
  - 1,51 - 2
  - 2,01 - 2,5
  - 2,51 - 3
  - 3,01 - 4
  - 4,01 - 5
  - 5,01 - 38,39

## Bijlage 3

### Grondwatertrappen kaart



GT-kaart - overzicht (legenda Drenthe)

- I GHG < 50 GLG < 50
- II GHG < 80 GLG 50-80
- IIb GHG 25 - 40 GLG 50 - 80
- III GHG < 25 GLG 80-120
- IIIb GHG 25-40 GLG 80-120
- IVu GHG 40 - 80 GLG 80-120
- V GHG < 25 GLG > 120
- Vb GHG 25-40 GLG > 120
- VI GHG 40-80 GLG > 120
- VII GHG 80-140 GLG > 120
- VIII GHG > 140 GLG > 140

## Bijlage 4

### Methode analytische berekeningen



Algemeen

Berekening over het algemeen kortdurend plaats, gedurende enkele dagen, en vaak zelfs alleen overdag of 's nachts. Voor berekening zijn daarom de niet-stationaire effecten bepaald. Op basis van de formule van Hantush is eerst de verlaging van de stijghoogte in het watervoerend pakket bepaald:

$$h_{wvp}(r, t) = \frac{Q}{4\pi kD} W\left(\mu, \frac{r}{\lambda}\right)$$

met

$$\lambda = \sqrt{kDc}$$

$$\mu = \frac{r^2 S}{4kDt}$$

Vervolgens is op basis van deze verlaging de doorwerking naar het freatisch pakket berekend:

$$h_{fr}(r, t) = h_{wvp}(r, t) \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{p} \left(\frac{1}{c_{dr}} + \frac{1}{c_b}\right)}\right) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_b}$$

waarin:

r	: afstand tot onttrekking (m)
t	: tijd (d)
$h_{wvp}(r, t)$	: stijghoogte watervoerend pakket op afstand r (m) op tijdstip t (d)
$h_{fr}(r, t)$	: freatische grondwaterstand op afstand r (m) op tijdstip t (d)
Q	: debiet op r=0 (m <sup>3</sup> /d)
W()	: de "Well"-functie (-)
$\lambda$	: spreidingslengte (m)
c	: vervangende weerstand (d)
$c_{dr}$	: drainageweerstand (d)
p	: effectieve porositeit freatisch grondwater (-)
$c_b$	: weerstand pakket boven watervoerend pakket (d)
S	: bergingscoëfficiënt watervoerend pakket (-)
kD	: doorlaatvermogen (m <sup>2</sup> /d)
$c_o$	: weerstand pakket onder watervoerend pakket (d)

Bij het bepalen van de spreidingslengte wordt rekening gehouden met voeding van boven en/of onder de onttrekkinglaag. De representatieve weerstand (c) wordt dan als volgt bepaald:

$$\frac{1}{c} = \left(\frac{1}{c_b} + \frac{1}{c_o}\right)$$

Waarbij:

- c = representatieve weerstand (dagen)
- $c_b$  = weerstand slecht doorlatende lagen boven onttrekkinglaag (C1+..) (dagen)
- $c_o$  = weerstand slecht doorlatende laag onder onttrekkinglaag (dagen)

Bergingscoëfficiënt/ effectieve porositeit

Bij een kortdurende beregeningsgift is de bergingscoëfficiënt van het betreffende watervoerende pakket zeer bepalend voor de grootte van de beïnvloedingszone in het watervoerend pakket. Voor freatisch grondwater is in deze studie uitgegaan van een bergingscoëfficiënt van 0,12.

Voor een gespannen watervoerend pakket is uitgegaan van een waarde van 0,001. Er zijn echter veel gebieden in Drenthe waar beregning plaatsvindt vanuit een semi-gespannen watervoerend pakket. In deze gebieden is sprake van een (boven de onttrekking aanwezige) slecht doorlatende laag, maar deze heeft een beperkte weerstand. Tijdens de onttrekking zal afhankelijk van deze weerstand een deel van het water (horizontaal) toestromen vanuit het watervoerende pakket, en een deel vanuit het freatische grondwater toestromen, met als gevolg een (gedempte) verlaging van het freatisch grondwater. De totale weerstand voor een Hantushberekening is gelijk aan de drainageweerstand plus de weerstand van de deklaag (of ondiepe scheidende laag).

Waterlopen met  
drainageweerstand  
Deklaag met  
freatische  
grondwaterstand  
Watervoerend  
pakket



De bergingscoëfficiënt voor het watervoerend pakket kan gecompenseerd worden voor het vertraagd uitzakken van dit freatisch water:

$$S = p \cdot \left( 1 - e^{-\frac{t}{p} \left( \frac{1}{c_{dr}} + \frac{1}{c_v} \right)} \right) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v}$$

$S_{add}$  : additionele berging (-)  
 $t$  : tijd (d)  
 $c_v$  : weerstand deklaag (d)  
 $c_{dr}$  : drainageweerstand (d)  
 $p$  : bergingscoëfficiënt freatisch grondwater (-)

Als de weerstand van de deklaag heel klein is dan is de bergingscoëfficiënt voor het watervoerend pakket gelijk aan de freatische bergingscoëfficiënt. Dat is conform verwachting.

Voor het geval dat de tijd oneindig wordt dan is de bergingscoëfficiënt gelijk aan  $p \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v}$ : dat is precies de hoeveelheid water die uit het freatische pakket verdwijnt (per eenheid van verlaging).

#### Relatie drainageweerstand en slootafstand

In Alterra rapport 1339 (Van der Gaast, 2006) is de verhouding berekend tussen de drainageweerstand en de slootafstand voor verschillende bodemfysische eenheden, zie onderstaande figuur.

Bodemfysische eenheid	aantal	Factor		LogGetransformeerd	
		gemiddeld	std	gemiddeld	std
1 Veengronden met veraarde bovengrond	58	2.8	2.3	2.1	2.1
2 Veengronden met veraarde bovengrond op zand	106	2.1	1.7	1.7	1.9
3 Veengronden met kleidek	25	1.7	1.2	1.4	1.8
4 Veengronden met kleidek op zand	3	1.3	0.2	1.3	1.1
5 Veengronden met zanddek op zand	110	1.7	1.5	1.4	1.9
6 Veengronden met moerige gronden op ongerijpte klei	4	4.2	1.8	3.9	1.5
7 Stuifzand-gronden	132	1.8	1.3	1.5	1.8
8 Podzolgrond in leemarm, fijn zand	13	2.8	2.8	1.8	2.6
9 Podzolgrond in zwak lemig, fijn zand	560	2.2	1.7	1.7	1.9
10 Podzolgrond in zwak lemig, fijn zand op grof zand	74	1.6	1.1	1.4	1.8
11 Podzolgrond in sterk lemig, fijn zand op keileem of leem	105	2.2	1.4	1.9	1.7
12 Enkeerdgrond in zwak lemig, fijn zand	151	1.9	1.4	1.5	1.9
13 Beekeerd-grond in sterk lemig, fijn zand	130	2.1	1.6	1.7	1.9
14 Podzolgrond in grof zand	11	1.3	0.9	1.1	1.7
15 Homogene zavelgronden	8	1.7	0.5	1.6	1.3
16 Homogene, lichte kleigronden	19	1.6	1.7	1.2	2.0
17 Kleigrond, met zware tussenlaag of ondergrond	55	1.9	1.6	1.5	1.9
18 Kleigronden op veen	4	1.2	0.4	1.2	1.4
19 Klei op zandgronden	7	1.5	1.3	1.2	1.9

Tabel 4.8 Verbodding tussen drainageweerstand en slootafstand voor bodemfysische eenheden

Bodemfysische eenheid	FactorL	Bodemfysische eenheid	FactorL
1	2.1	12	1.5
2	1.7	13	1.7
3	1.4	14	1.1
4	1.3	15	1.6
5	1.4	16	1.2
6 <sup>1</sup>	2.5	17 <sup>2</sup>	2.0
7	1.5	18 <sup>2</sup>	2.0
8	1.8	19	1.5
9	1.7	20	1.2
10	1.4	21	1.2
11	1.9		

<sup>1</sup>Bodfys 6 is verlaagd naar 2,5 (ivm geringe aantal waarden)<sup>2</sup>Bodfys 17 en 18 zijn op 2,0 gesteld, hierbij is gekeken naar bodfys 1 en 6

De drainageweerstand/ voedingsweerstand voor de invoer van een 1 dimensionale berekening met de formule van Hantush kan dan worden bepaald door de gemiddelde slootafstand (binnen het potentiële invloedsgebied (3x spreidingslengte van het watervoerend pakket) te vermenigvuldigen met bovenstaande factoren.

## Bijlage 5

### Voorbeeld capaciteitentabel beregeningspomp

