

Advies beïnvloedingszones drainage en beregening rond Natura 2000-gebieden

2 oktober 2013

Ambtelijke notitie ten behoeve van bespreking in de projectgroep

Algemeen

Op basis van de uitwerking van de beïnvloedingszones voor drainage en beregening door de Grontmij¹ is een advies per Natura 2000-gebied geformuleerd als input voor het gebiedsproces. **11**

.1

Voor drainage is de zone sterk afhankelijk van lokale geohydrologische situatie. Per gebied is daarom een advies op maat gemaakt. **11.1**

Er is voor deze invulling gekozen omdat niet overal dicht op rand kwetsbare habitattypen liggen, ingrepen in de waterhuishouding dicht bij de rand relatief het meeste effect hebben, de externe werking van het N2000 gebied te beperken en om aan te sluiten bij de zone voor beregening. Dit vraagt wel om zorgvuldige monitoring in de eerste beheerplanperiode om te onderzoeken of deze zone voldoende is.

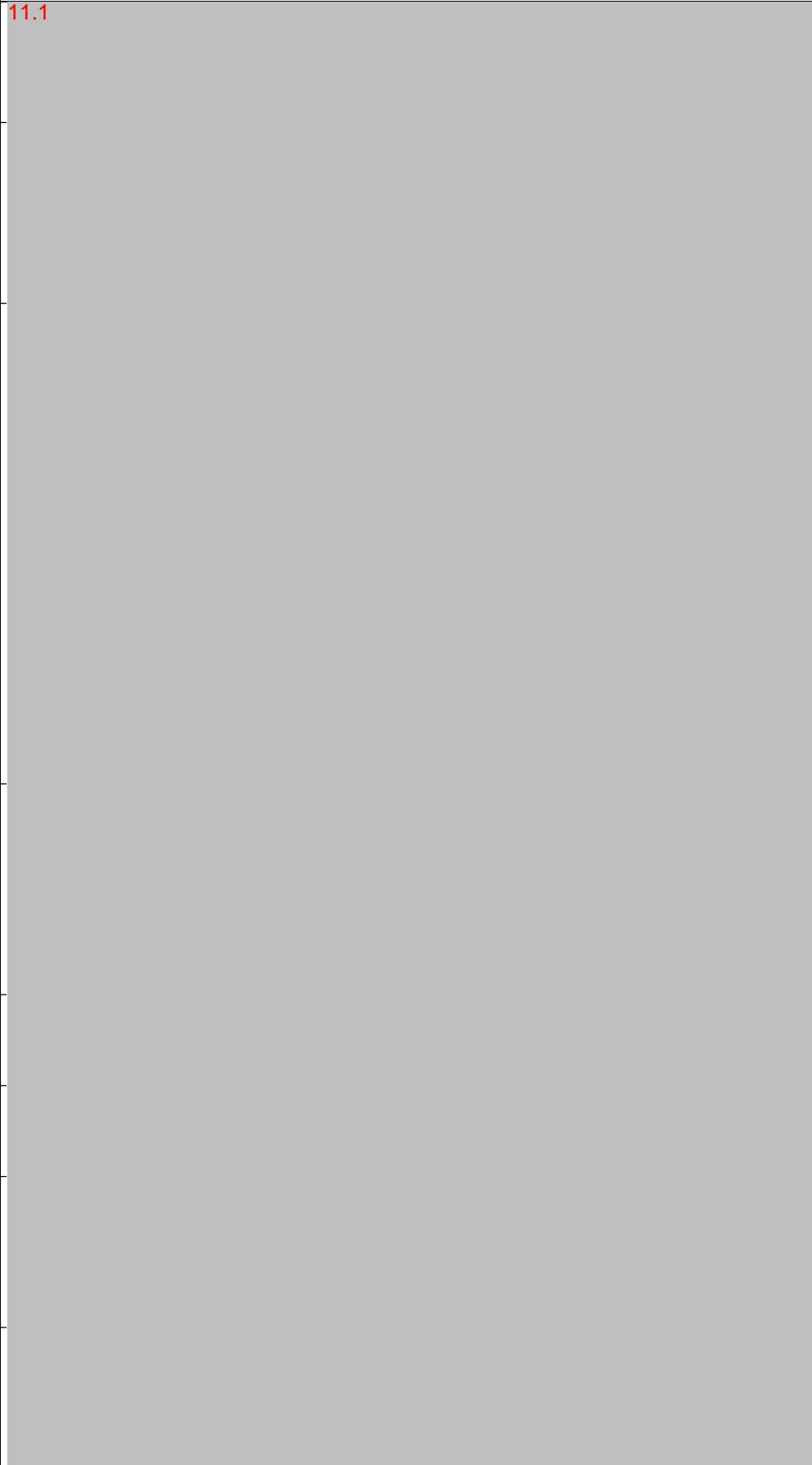
De betekenis van het instellen van een beïnvloedingszone voor drainage en beregening is uitgewerkt in de laatste paragraaf.

Advies per gebied

Voor beregening geldt voor alle gebieden een aaneengesloten zone van 200 m om de begrenzing van het N2000 gebied m.u.v. Drouwenerzand.

N2000 gebied	Advies
Fochteloërveen	11.1
Norgerholt	
Witterveld	
Drouwenerzand	
Mantingerbos	

¹ Uitwerking beïnvloedingszones N2000, Externe werking drainage en beregening, Grontmij, 3 juni 2013

N2000 gebied	Advies
	
Mantingerzand	
Dwingelderveld	
Holtingerveld	
Drents Friese Wold en Leggelderveld	
Bargerveen	
Elpersteroom	
Drentsche Aa	

Uitwerking

De bovengenoemde zone wordt opgenomen in het Natura 2000 beheerplan. Met het opnemen van die zone is in het kader van de natuurbeschermingswet het aanleggen van drainage vergunningplichtig en het onttrekken van grondwater voor beregening niet toegestaan. Op voorhand is het namelijk niet uitgesloten dat er binnen die zone geen significante negatieve effecten zullen optreden.

Genoemde activiteiten buiten die zone worden geacht niet van significante invloed te zijn en zijn daarmee niet gebonden aan een NBwet vergunning.

Bestaande drainage en bestaande grondwateronttrekkingen voor beregening zijn zoals in de concept beheerplannen aangegeven niet van significante invloed voor het realiseren van de instandhoudingsdoelen. Het vervangen daarvan onder dezelfde condities kan worden opgevat als het handhaven van de bestaande situatie.

Het waterschap is conform de waterwet de beheerder van het grond- en oppervlaktewater. Water moet daarbij voldoen aan de gebruikseisen van de toegekende functies. Daarbij is het waterschap zowel bevoegd gezag voor het onttrekken van grondwater (tot 150.000 m³/jr) als ook voor drainage.

11.1

Naast een verbod op het onttrekken van grondwater voor beregening binnen genoemde zone kan naast een melding- en registratieplicht voor het aanleggen van drainage een set aan algemene regels worden opgesteld waarmee het vervangen van drainage onder dezelfde condities niet vergunningplichtig is. Het dieper en/of intensiever draineren blijft vergunningplichtig en zal individueel getoetst moeten worden.



Nadere detaillering beïnvloedingszones N2000

externe werking drainage en berekening

Definitief

Provincie Drenthe

Grontmij Nederland B.V.
Groningen, 14 augustus 2015

Verantwoording

Titel : Nadere detaillering beïnvloedingszones N2000
Subtitel : externe werking drainage en berekening
Projectnummer : 340492
Referentienummer : 340492
Revisie : 1
Datum : 14 augustus 2015

Auteur(s) : ██████████ ██████████
E-mail adres : ██████████@grontmij.nl
Gecontroleerd door : ██████████
Paraaf gecontroleerd : ██████████
Goedgekeurd door : ██████████
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.....	5
1.1	AANLEIDING	5
1.2	DOEL	5
1.3	WERKWIJZE.....	5
1.4	LEESWIJZER	6
2	BEREGENING	7
2.1	INLEIDING	7
2.2	BEREGENINGSBEHOEFTE DRENTHE	7
2.2.1	<i>Inleiding</i>	7
2.2.2	<i>Landgebruik in Drenthe</i>	7
2.2.3	<i>Berekening uit grondwater of oppervlaktewater</i>	9
2.2.4	<i>Beregeningsareaal</i>	10
2.2.5	<i>Beregeningsgift</i>	11
2.2.6	<i>Beregeningsduur</i>	12
2.2.7	<i>Beregeningsperiode</i>	12
2.2.8	<i>Samenvatting</i>	13
2.3	CUMULATIEVE EFFECT BEREGENING	13
2.4	BEÏNVLOEDINGSZONES INDIVIDUELE BEREGENINGSPUT (ANALYTISCHE BENADERING).....	14
2.4.1	<i>Inleiding</i>	14
2.4.2	<i>Gehanteerde uitgangspunten</i>	14
2.4.3	<i>Berekende effecten</i>	15
2.5	BEÏNVLOEDINGSZONES BEREGENING INDIVIDUELE PUT VLAKDEKKEND	15
2.5.1	<i>Methode</i>	15
2.5.2	<i>Resultaat</i>	16
2.6	BEÏNVLOEDINGSZONES BEREGENING VOOR KWEL-WEGZIJGING	17
3	DRAINAGE.....	19
3.1	INLEIDING	19
3.2	GEBIEDSPECIFIEKE AANPAK	19
3.2.1	<i>Situatie schijnspiegelgebieden</i>	19
3.2.2	<i>Elperstroom/ Holmers</i>	20
3.2.3	<i>Situatie Drentse Aa</i>	20
3.2.4	<i>Conclusies gebiedspecifieke aanpak</i>	21
3.3	FREATISCHE LEKWEERSTAND	21
3.4	WEERSTAND GLIEDE (E.D.) IN SCHIJNSPIEGELGEBIEDEN	22
3.5	NADERE ONDERBOUWING INITIËLE VERLAGING	23
3.6	AANPASSING REGIS SCHEMATISATIE	24
3.7	ANISOTROPIE	24
3.8	TOEGEPASTE FORMULES	24
3.9	ONZEKERHEID PEELO ZANDEN	24
3.10	BEÏNVLOEDINGSZONES DRAINAGE VLAKDEKKEND	24
3.11	BEÏNVLOEDINGSZONES DRAINAGE VOOR KWEL-WEGZIJGING	25
4	CUMULATIEVE EFFECTEN DRAINAGE EN BEREGENING	26
5	SAMENVATTING EN AANBEVELINGEN.....	27

5.1	SAMENVATTING.....	27
5.2	AANBEVELINGEN.....	29

Bijlagen

1. Telefonische enquête berekening provincie Drenthe
2. Telefonische inventarisatie berekening LTO-Noord
3. Freatische lekweerstand berekening
4. Gebieden zonder geschikte onttrekkingslaag
5. Beïnvloedingszones in Watervoerend pakket
6. Freatische lekweerstand drainage
7. REGIS schematisatie
8. Formule vertraagd uitzakken freatisch grondwater
9. Representatieve kD- Drainage
10. Beïnvloedingszone drainage-effectverspreiding via deklaag
11. Review Deltares op onderhavige rapport

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2013 heeft Grontmij het rapport “uitwerking beïnvloedingszones N2000; externe werking drainage en beregening” opgeleverd. Hierin is een methode uitgewerkt om de beïnvloedingszones van drainage en beregening op N2000 gebieden op analytische wijze te bepalen. Gekozen is voor deze analytische benadering omdat deze transparant en reproduceerbaar is, en er voor deze gebieden nog geen goed gekalibreerd grondwatermodel beschikbaar is.

De terreinbeherende organisaties hebben echter kanttekeningen geplaatst bij de uitwerking. Deltares is daarom gevraagd een second opinion uit te voeren op bovenstaande onderzoek. Dit heeft geresulteerd in het rapport “second opinion uitwerking beïnvloedingszones N2000 in de provincie Drenthe” (Deltares 2014). Deltares ondersteunt het gebruik van de gehanteerde basismethode, maar stemt niet in met alle onderdelen van de wijze van toepassing en deed de volgende negen aanbevelingen:

- Ga in de berekeningen voor drainage en beregening uit van een ‘realistische worst-case’ voor de freatische lekweerstand;
- Neem een heldere onderbouwing op van de gekozen 30 cm initiële verlaging door drainage;
- Maak in de ruimtelijke berekeningen voor drainage en beregening het afkappen van de freatische lekweerstand op 1500 dagen ongedaan;
- Voeg effecten op kwel en stijghoogte toe in berekening van de invloedsafstand van drainage en beregening;
- Gebruik in berekening voor drainage en beregening twee varianten voor de weerstand van formatie van Peelo;
- Voeg een variant met langere beregeningsduur (40 dagen) toe aan de berekening van de invloedsafstand van beregening;
- Bepaal de mate van overlap tussen beregeningsonttrekkingen en neem deze overlap mee in de berekening van de invloedsafstanden (bepaling cumulatieve effecten);
- Gebruik de volledige ruimtelijke methode voor niet-stationaire effecten van beregening;
- Neem de gecombineerde effecten van drainage en beregening mee in de berekening van de invloedsafstanden.

1.2 Doel

Doel van het onderhavige onderzoek is het nader uitwerken van de hydrologische beïnvloeding van drainage en beregening op N2000 gebieden, op basis van de aanbevelingen uit de second opinion van Deltares.

Het betreft daarbij een technische uitwerking, zonder belangenafweging op maatschappelijke haalbaarheid/ wenselijkheid.

1.3 Werkwijze

Naar aanleiding van de second opinion heeft de provincie Drenthe een werkgroep ingesteld waarin twee hydrologen van de provincie, twee hydrologen van Grontmij en twee hydrologen van Deltares zitting hebben genomen. Deze werkgroep is drie keer bijeen gekomen, om gezamenlijk de werkwijze te beoordelen, verbeteren en nader te detailleren.

De overeengekomen werkwijze is vervolgens door Grontmij uitgewerkt in het onderhavige rapport. De tussentijdse resultaten zijn daarbij steeds besproken\ teruggekoppeld met Deltares. In bijlage is het eind-review van Deltares op dit rapport bijgevoegd.

1.4 Leeswijzer

De indeling van dit rapport is als volgt:

H2. Nadere uitwerking berekening;

H3. Nadere uitwerking drainage;

H4. Cumulatieve effecten;

H5. Samenvatting en aanbevelingen.

2 Berekening

2.1 Inleiding

In de second opinion van Deltares zijn de volgende aanbevelingen gedaan voor aanpassing van de beïnvloedingszones voor berekening:

- Verbeteren schatting onttrekkingsduur en –frequentie/ toevoegen variant beregeningsduur (40 dagen).
- Bepalen mate van overlap tussen onttrekkingen/ Meenemen overlap in de berekening van de invloedsafstanden (cumulatieve effecten verschillende beregeningsputten bepalen).
- Aanpassing freatische lekweerstand op basis van een realistische worst case.
- Aanpassen gebruikte formule voor niet-stationaire effecten in de ruimtelijke analyse
- Toevoegen effecten op stijghoogte (vanuit kwelrandvoorwaarde) in berekening invloedsafstand.

Bovenstaande aanbevelingen zijn in overleg met Deltares nader beoordeeld en uitgewerkt. Dit was een gezamenlijk proces waarbij diverse analytische methoden zijn uitgewerkt en later weer zijn herzien. In het onderhavige hoofdstuk is het eindresultaat van dit proces beschreven, met de uiteindelijke gehanteerde werkwijze en het resultaat.

2.2 Beregeningsbehoefte Drenthe

2.2.1 Inleiding

Bij de in 2013 gehanteerde methode was uitgegaan van een onttrekking van 70m³/uur, een duur van maximaal 10 dagen en de aanname dat er geen sprake is van onderlinge beïnvloeding tussen 2 putten. Er is echter geen actueel en gecontroleerd bestand met geregistreerde beregeningsputten, waarmee deze uitgangspunten konden worden gevalideerd. Er is daarom in het onderhavige onderzoek uitgegaan van een alternatieve aanpak, uitgaande van de beregeningsbehoefte voor diverse gewassen in Drenthe.

2.2.2 Landgebruik in Drenthe

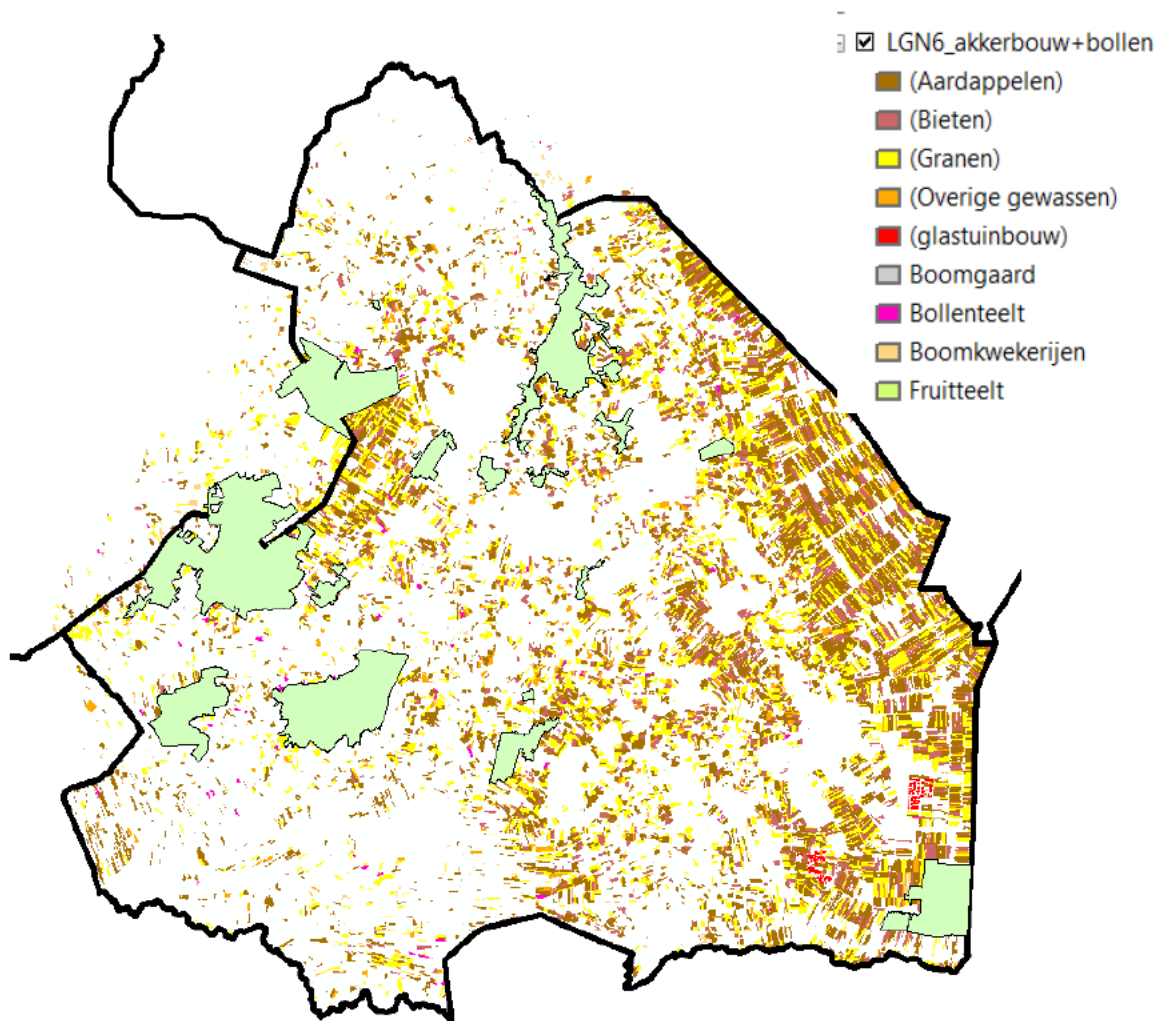
In 2015 zijn ten behoeve van het onderhavige onderzoek een tweetal telefonische enquêtes uitgevoerd:

- Eén door de provincie Drenthe. Eigenaren van 12 geregistreerde beregeningsputten zijn een aantal vragen voorgelegd met betrekking tot de frequentie, duur en grootte van de giften. Het resultaat is opgenomen in bijlage 1;
- Eén door LTO- Noord. LTO heeft bij zijn eigen achterban een aantal vragen neergelegd met betrekking tot de berekening. De door LTO opgeleverde notitie is opgenomen in bijlage 2.

Aan de hand van deze telefonische enquêtes is in kaart gebracht voor welke gewassen in Drenthe berekening wordt toegepast. Hieruit kwam het volgende naar voren:

- Berekening vindt voornamelijk plaats voor hoogsalderende gewassen: bollenteelt, wortelen, bonen, uien;
- Voor de overige gewassen (granen, bieten en zetmeelaardappelen) geldt dat slechts 1 op de 3 bedrijven een beregeningsinstallatie in de schuur heeft staan;
- Voor grasland wordt algemeen niet beregend.

De verdeling van deze gewassen in Drenthe in relatie tot de N2000 gebieden is weergegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1. LGN6- grondgebruik akkerbouw in Drenthe (N2000 gebieden met één kleur begrensd)

In Figuur 2.1 is te zien dat de regionale verschillen groot zijn, waarbij de meeste akkerbouw plaatsvindt in noord en oost Drenthe (veenkoloniën).

Omdat het uiteindelijk gaat om de potentiële beïnvloedde zones rondom N2000 gebieden is aan de hand van de LGN6 berekend hoe de procentuele verdeling van gewassen is in deze zones. Daarbij is als eerste inschatting een ruime zone van 3 km aangehouden. De procentuele verdeling van gewassen is weergegeven in Tabel 2.1. Ter vergelijking is aanvullend het percentage voor heel Drenthe weergegeven. In dit laatste percentage is de invloed van de veenkoloniën in Oost Drenthe zichtbaar in het hogere percentage aardappelen en bieten. De overige hoogwaardige gewassen en bollenteelt komen in heel Drenthe gemiddeld juist minder vaak voor.

Tabel 2.1. Procentuele verdeling akkerbouwgewassen Drenthe (bron: LGN6)

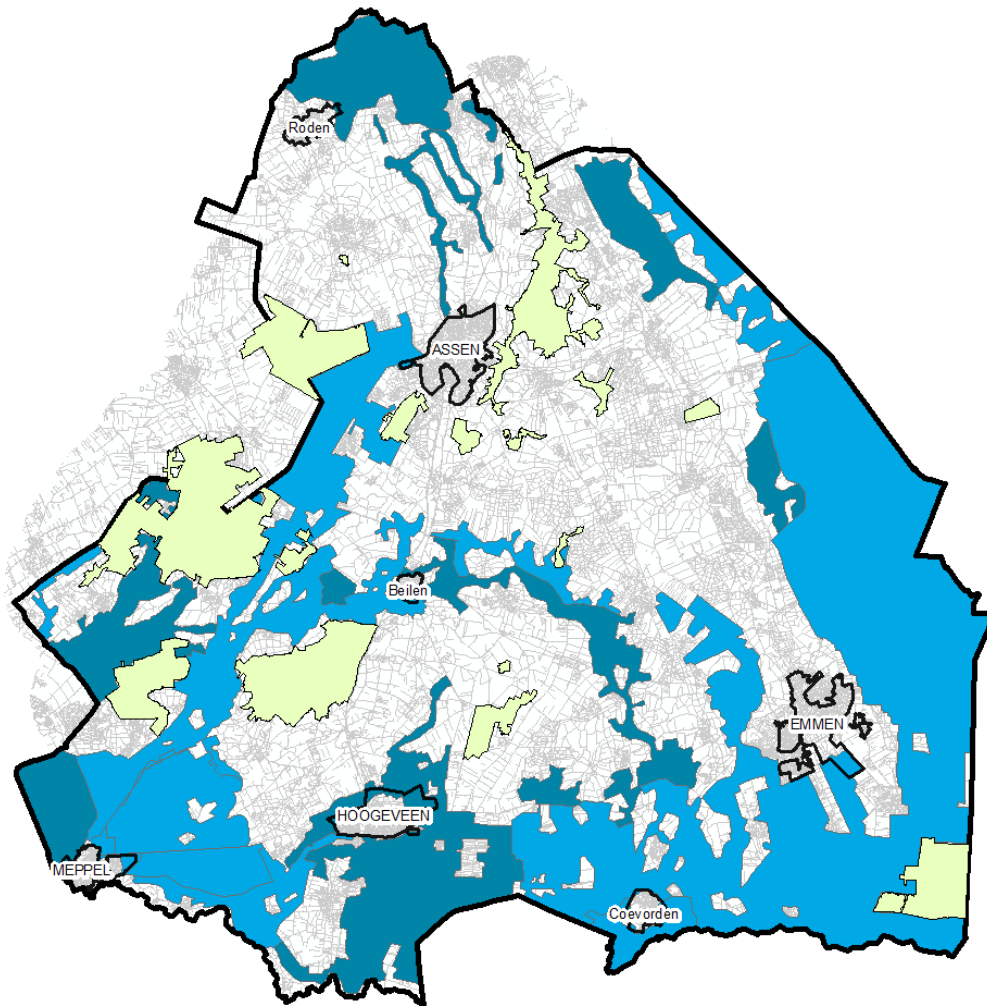
landgebruik	% binnen 3 km N2000 grens	% heel Drenthe
Aardappelen	9,5	11,8
Bieten	3,3	4,3
Overige gewassen	1,4	1,3
Bollenteelt	0,3	0,2

In Drenthe wordt veel gebruik gemaakt van roulatie-teelt (Veenkoloniaal bouwplan). Het totaal areaal per gewas was daarbij de afgelopen jaren stabiel. Ook voor de komende jaren wordt geen wezenlijke verandering verwacht. Dit betekent dat de beregeningsbehoefte per gebied de komende jaren naar verwachting ook stabiel blijft.

2.2.3 Berekening uit grondwater of oppervlaktewater

Berekening vindt bij voorkeur plaats vanuit oppervlaktewater (in plaats van grondwater). In gebieden met voldoende wateraanvoer kan er daarom vanuit worden gegaan dat overwegend wordt beregend vanuit oppervlaktewater. Een uitzondering vormen zetmeelaardappelen in bruinrot gebieden; deze worden voornamelijk beregend uit grondwater (i.v.m. besmetting oppervlaktewater). Dit is in relatie tot N2000 gebieden relevant voor delen van de Drentse Aa zuidoost, Bargerveen, Elperstroom, Mantingerzand en een gebied ten zuidoosten van het Dwingelderveld.

In onderstaande Figuur 2.2 zijn in (2 kleuren) blauw de wateraanvoergebieden weergegeven. In deze gebieden wordt overwegend beregend vanuit oppervlaktewater. Dit geeft geen garantie dat in deze gebieden geen berekening vanuit grondwater plaatsvindt. Lokaal staan wel beregeningsputten bijvoorbeeld in geval van bruinrot, of wanneer het perceel te ver van oppervlaktewater is gesitueerd. Wel zal berekening uit grondwater hier duidelijk minder frequent plaatsvinden. Omdat dit niet te kwantificeren is, is hier bij de berekeningen verder geen rekening mee gehouden.



Figuur 2.2 Wateraanvoergebieden (lichtblauw: nog optimalisatie in wateraanvoer mogelijk. donkerblauw: binnen huidige mogelijkheden), bron: Provincie Drenthe.

2.2.4 Beregeningsareaal

Op basis van twee telefonische enquêtes is het areaal dat beregend wordt per gewas geïnventariseerd. Daarbij zijn steekproefsgewijs een aantal (met name grotere) boeren verspreid over de hele provincie benaderd. Aangenomen wordt deze ook voor de drie kilometer zone rondom de N2000 gebieden een representatief beeld geeft. (Als er al regionale verschillen zijn, dan zal in de veenkoloniën, waar geen N2000 gebieden zijn, relatief meer worden beregend).

Uit de telefonische enquêtes blijkt dat in een droog jaar 100% van het areaal bollenteelt wordt beregend. Voor zetmeelaardappelen geldt dan 1 op de 4 percelen wordt beregend en voor bieten is dit nog minder, ca 1 op de 10. De overige hoog salderende gewassen worden in de LGN6 niet onderscheiden. We gaan daarom uit van een worst case dat de eenheid “overige gewassen” allemaal hoogwaardige teelten betreft die in een droog jaar 100% wordt beregend. Wanneer we dit weer terug beredeneren naar de zones binnen 3 km rondom de N2000 gebieden, dan wordt in een droge zomer dan circa 4,4 % van het oppervlakte binnen drie km rondom N2000 gebieden beregend. Wanneer we uitgaan van de percentuele oppervlakteverdeling voor heel Drenthe dan is dit percentage 4,9%.

Tabel 2.2. % areaal berekening droge periode rondom N2000 zones en voor heel Drenthe.

landgebruik	% areaal gewas binnen 3 km N2000 grens	% van gewas dat wordt beregend	% totaal areaal berekening binnen 3 km N2000 grens
Aardappelen	9,5	25	2,38
Bieten	3,3	10	0,33
Overige gewassen	1,4	100	1,42
Bollenteelt	0,3	100	0,26
totaal:			4,39

landgebruik	% areaal gewas totaal Drenthe	% van gewas dat wordt beregend	% totaal areaal berekening
Aardappelen	11,8	25	2,95
Bieten	4,3	10	0,43
Overige gewassen	1,3	100	1,30
Bollenteelt	0,2	100	0,19
totaal:			4,87

2.2.5 Berekeningsgift

Voor het bepalen van de grootte van de berekeningsgift is gebruik gemaakt van de resultaten van de telefonische enquête van de provincie Drenthe, waarbij een tiental bollentelers is onder-vraagd.

Het maximaal te beregenen areaal lelie bollen uit 1 put is 20 ha en voor Tulpen is dit 12 ha. De berekeningsgift in het voorjaar is rond de 10-15 mm per keer en in de zomer 20-25 mm per keer. Er zijn echter ook boeren die liever iets vaker beregenen en per keer een gift van 10-15 mm doen. De giften in een droog jaar bedragen gemiddeld tussen de 80 en de 100 mm per jaar. In extreme situaties zoals in 2003 was dit maximaal 255 mm/jaar, zie Tabel 2.3. De onttrekkingscapaciteit bedraagt gemiddeld 54 m³/uur.

Naast onderstaande 7 bollentelers waren er ook nog 3 telers die aangaven dat de beregeningsputten niet in gebruik waren, of dat de putten een ander doel diende, bijvoorbeeld voor het spoelen van de bollen.

Tabel 2.3. Beregeningsgiften bollentelers Drenthe

	aantal eigen putten	putten in gebruik per jaar	areaal per jaar berekening	gemiddeld areaal per put	beregenings gift zomer	beregenings gift droog jaar	capaciteit put	Opmerkingen
			ha	ha	mm/keer	mm/jaar	m3/uur	
1	15	15	100	7	15	100	50	
2	4	12	40	3	15	255	35	* uitgaande van 2003
3	7	1	12	12	12	120	80	
4	70	25	250	10	15	100	50	
5	15	15	90	6	15	75	45	* uitgaande van perceel 20ha
6	30	20	140	7	25	140	70	
7	3	10	100	10	20	200	50	* uitgaande van 2003
totaal:	144	98	732	7	17	141	54	

*. Sommige bollentelers gebruiken putten van derden waardoor gebruikte putten groter is dan eigen putten.

Voor de overige gewassen zijn dergelijke statistieken niet bekend. Wel kan worden gesteld dat deze veel minder worden beregend. Op basis van kennis en inzicht van de bij dit onderzoek betrokken regionale hydrologen bij Grontmij en provincie Drenthe wordt ervan uitgegaan dat

voor aardappelen, bieten en granen de maximale gift de helft is van die bij bollenteelt, dus gemiddeld 70 mm/droog seizoen.

2.2.6 Beregeningsduur

De maximale beregeningsduur kan oplopen tot circa één week (bij een aaneengesloten perceel van 20 ha) maar hierbij staat de pomp nog wel regelmatig een paar uur stil wegens het verplaatsen van de haspel. Bij deze berekening wordt er dan ook met een lagere pompcapaciteit berekend. Meestal houdt het in Drenthe bij 48 uur achtereen wel op. Met een haspel wordt 's ook nachts berekend en met een buizensysteem alleen overdag omdat deze elke 2 uur moet worden verplaatst.

De beregeningsperiode van 40 dagen, die Deltares noemt in de aanbevelingen, is gebaseerd op de duur van het regionale effect, zoals gemeten in de provincie Noord-Brabant, als gevolg van meerdere individuele onttrekkingen, die elk individueel een kortere duur hebben. De huidige praktijksituatie in Drenthe is echter niet volledig gelijk aan die in Noord-Brabant:

- In Drenthe is de ondergrond rijker aan klei en leem, en daardoor minder droogtegevoelig, dan in Noord-Brabant;
- Op basis van een inventarisatie, uitgevoerd door de provincie Drenthe, concluderen we dat er momenteel in de provincie Drenthe (veel) minder wordt berekend dan in Noord-Brabant, niet alleen omdat de arealen hoogwaardige teelten kleiner en minder talrijk zijn, maar ook omdat in Brabant naast de hoogwaardige teelten ook berekening plaatsvindt voor overige gewassen (incl. grasland);
- De provincie verwacht bovendien dat dit areaal nauwelijks zal toenemen in de nabije toekomst (komende 5 jaar).

In Drenthe is het areaal verdeeld in kleine stukjes van 3-12 ha en is 20 ha bollen of hoogsalderende gewassen een uitzondering, zie Tabel 2.3. Voor Drenthe is op basis van deze tabel uitgegaan van een individuele onttrekking van maximaal 6 dagen als realistische worst case. Het cumulatieve effect is afzonderlijk behandeld in paragraaf 2.3.

Tabel 2.4. Beregeningsduur bollenteelt Drenthe

	gemiddeld aantal putten in gebruik per jaar	max lengte duur berekening uur	aantal beregeningen droog jaar	haspel of buizen	dag/nacht	Opmerkingen
1	15	15	7	haspel	nacht	
2	12	48	17	haspel	nacht	* uitgaande van 2003
3	1	12	10	haspel/buizen	dag/nacht	
4	25	48	7	haspel/buizen	dag/nacht	
5	15	150	6	haspel	dag/nacht	* uitgaande van perceel 20ha
6	20	40	7	haspel/buizen	dag/nacht	
7	10	36	10	haspel/buizen	dag/nacht	* uitgaande van 2003
gemiddeld:		50	9			

2.2.7 Beregeningsperiode

Het moment van berekening is niet voor alle gewassen hetzelfde. Tulpen, krokussen en narcissen worden vooral berekend bij droogte in de periode vanaf half april tot begin juni. Voor Lelies ligt de piek in juni, juli en begin augustus.

Gewas	Beregeningsperiode
Tulpen/krokus/narcis	Eind april – begin juni (circa 60 dagen)
Lelies	Juni/juli/begin augustus (circa 75 dagen)

Voor de overige akkerbouwgewassen is dit niet precies in beeld gebracht. Wel dat de piek wat later in het seizoen valt dan bij de bollenteelt, met name in de maanden juli-augustus.

2.2.8 Samenvatting

Aan de hand van bovenstaande analyses zijn de volgende uitgangspunten vastgesteld voor de uit te voeren berekeningen:

- Berekening vindt voornamelijk plaats voor hoogsalderende gewassen: bollenteelt, wortelen, bonen, uien; Grasland en mais wordt algemeen niet beregend. Voor de overige gewassen (granen, bieten en zetmeelaardappelen) geldt dat ca. 10-25% van het oppervlak in droge situaties wordt beregend (afhankelijk van afhankelijk van het moment van droogte gekoppeld aan het groeistadium van het gewas);
- In gebieden met wateraanvoer vindt berekening bij voorkeur plaats vanuit oppervlaktewater (in plaats van grondwater). Omdat echter niet eenduidig kan worden vastgesteld waar precies uit grondwater danwel oppervlaktewater wordt beregend, is in dit onderzoek uitgegaan van alleen berekening uit grondwater;
- In een droge zomer in de huidige situatie wordt circa 4,4 % van het oppervlakte binnen drie km rondom N2000 gebieden beregend. Wanneer we uitgaan van de percentuele oppervlakteverdeling voor heel Drenthe dan wordt circa 4,9% van het oppervlakte beregend. (groter areaal akkerbouw in veenkoloniën; hier zijn echter geen N2000 gebieden, en wordt bovendien veel beregend uit oppervlaktewater).
- Voor dit onderzoek wordt uitgegaan van een jaarlijkse gift voor bollenteelt van 140 mm/jaar. Voor bieten en aardappelen wordt uitgegaan van de helft hiervan, dus 70 mm/jaar.
- De onttrekkingscapaciteit bedraagt gemiddeld 54 m³/uur. In dit onderzoek gaan we uit van een worst case van 70 m³/uur (uitgaande dat een onttrekking groter dan 70 m³/uur sowieso vergunningplichtig wordt);
- Voor Drenthe kan in de huidige situatie worden uitgegaan van een individuele onttrekkingsduur van maximaal 6 dagen als realistische worst case.

2.3 Cumulatieve effect berekening

Om een indruk te krijgen van het cumulatieve effect van alle berekening samen is een eenvoudige berekening uitgevoerd, waarbij is uitgegaan van een worst case situatie waarbij alle agrariërs tegelijk voor alle gewassen beregenen en deze voor 100% uit grondwater wordt gewonnen. Wanneer aaneengesloten de gehele jaargift wordt beregend, en we uitgaan van een worst case situatie waarbij het effect 1:1 (dus zonder enige weerstand) zich doorvertaalt naar het freatisch grondwater, dan treedt gemiddeld over heel Drenthe een grondwaterstandverlaging van 3,5 cm op, zie onderstaande Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Cumulatief effect berekening Drenthe

gewas	bergeningsgift (mm/seizoen)	% van areaal drenthe beregend	Gift totaal drenthe mm/seizoen	bergingscoef	1:1 vertaald naar fr. Verlaging (m)
Aardappelen	70	2,38	1,667	0,12	0,014
Bieten	70	0,33	0,230	0,12	0,002
Overige gewassen	140	1,42	1,986	0,12	0,017
Bollenteelt	140	0,26	0,368	0,12	0,003
totaal:		4,39	4,25		0,035

Het cumulatieve effect stelt de lange termijn verlaging door alle onttrekkingen samen over een lange zomerperiode over heel Drenthe. Voor een individueel natuurgebied is een piekonttrekking van een nabijgelegen onttrekking overheersend aan het cumulatieve effect. Daarop wordt dan ook het onderzoek hierna gericht.

Zowel het effect van de individuele onttrekking als de cumulatieve onttrekking is afzonderlijk getoetst aan het afbreekcriterium van 5 cm. Hierbij kan lokaal de situatie zich voordoen, aan het eind van het beregeningsseizoen, dat binnen de beïnvloedingszone van een individuele onttrekking een verlaging groter dan 5 cm optreedt (als gevolg van het extra cumulatieve effect).

2.4 Beïnvloedingszones individuele beregeningsput (analytische benadering)

2.4.1 Inleiding

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 H2 van dit rapport. Deze formule is akkoord bevonden door Deltares. Wel is een aantal uitgangspunten/ invoerparameters gewijzigd. Deze worden hieronder toegelicht.

2.4.2 Gehanteerde uitgangspunten

Onttrekkingsdebiet

In de vergunningvoorwaarden wordt voorgesteld een grens te trekken bij een pompcapaciteit van $70\text{m}^3/\text{uur}$. Voor de berekening kan daarom worden uitgegaan van de eerder gehanteerde $70\text{ m}^3/\text{uur}$. Deze blijft dus ongewijzigd.

Duur

Uit tabel 2.4 concluderen we dat voor Drenthe in de huidige situatie kan worden uitgegaan van een maximale onttrekkingsduur van 6 dagen voor een individuele put.

Afbreecriterium 5 cm

Voor het bepalen van de effecten op het freatisch grondwater wordt eveneens het eerder gehanteerde afbreecriterium van 5 cm verlaging in het freatisch grondwater gehandhaafd. Wel dient apart aandacht te zijn voor het effect van berekening op de kwel/wegzijing, en dus ook de effecten op het watervoerende pakket inzichtelijk te worden gemaakt.

Freatische lekweerstand

In de eerdere studie in 2013 is de freatische lekweerstand uit het NHI gehanteerd. Deze weerstand is samengesteld uit een hoofdsysteem, primaire, secundaire en tertiaire waterlopen. Berekening zal echter vooral plaatsvinden in een droge voorjaar of zomersituatie. Voor de realistische worst case situatie gaan we ervan uit dat alle tertiaire sloten zijn doorgevallen en niet meetellen voor het bepalen van de lekweerstand. De aangepaste kaart van de freatische lekweerstand voor berekening is gemaakt met de volgende uitgangspunten:

- De NHI-lekweerstand voor het hoofdsysteem, het primaire en het secundaire watersysteem worden als basis gebruikt; het tertiaire watersysteem wordt verwaarloosd;
- Voor No-data gebieden (gebieden zonder waterlopen) wordt een zeer hoge waarde aangehouden ($>1 \times 10^6$ dagen).

De resulterende kaart is opgenomen in bijlage 3.

In grote gebieden wordt nu in rekencellen een zeer hoge freatische lekweerstand berekend. Dit wordt veroorzaakt door het (nagenoeg) ontbreken van oppervlaktewater binnen deze cellen.

Ter verduidelijking: de freatische lekweerstand is hier een waarde per rekencel en zegt alleen iets over het gebied binnen de rekencel. De afstanden die per cel worden berekend moeten worden uitgelegd als rekencelwaarden. De berekende afstand kan daarbij vele malen groter zijn dan de grootte van de rekencel.

Bergingscoëfficiënt

Bij een kortdurende beregeningsgift is de bergingscoëfficiënt van het betreffende watervoerende pakket zeer bepalend voor de grootte van de beïnvloedingszone. 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 berekening plaatsvindt vanuit een semi-gespannen watervoerend pakket. In deze gebieden is wel 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 verticaal toestromen, met als gevolg een (gedempte) verlaging van het freatisch grondwater.

De te hanteren bergingscoëfficiënt is als volgt bepaald:

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

t : tijd (d)
 C_v : vervangende weerstand voor deklaag en scheidende laag (d)
 C_{dr} : drainageweerstand (d)
 p : bergingscoëfficiënt freatisch grondwater (-)

2.4.3 Berekenende effecten

De resulterende invloedsafstanden voor zowel het freatisch grondwater als het watervoerende pakket voor diverse schematisaties van de ondergrond zijn weergegeven in onderstaande Tabel 2.6. Hieruit is af te leiden dat de grootste freatische invloedsafstanden worden berekend in gebieden met een dunne deklaag (zonder keileem) op een matig groot watervoerend pakket, in een gebied zonder watergangen (hoge freatische lekweerstand). In die situatie is een freatische invloedsafstand van 470 m berekend. Voor de volledigheid zijn ook de invloedsafstanden in het watervoerende pakket weergegeven. Hier wordt nader op ingezoomd in paragraaf 2.6.

Tabel 2.6. Invloedsafstanden freatisch en WVP bij onttrekking 70 m³/uur na 6 dagen

	C-lek (d)	C-boven (d)	C-onder (d)	kD (m ² /dag)	Bergings-coeff.	Invloedsafstand (m) freatisch	Invloedsafstand (m) WVP
1. keileem op groot WVP	300	1000	nvt	4000	0,006	0	1175
	1500	1000	nvt	4000	0,006	0	1325
	1.000.000	1000	nvt	4000	0,006	0	1540
	1.000.000	1000	nvt	2000	0,006	0	1750
2 dunne deklaag op groot WVP	300	100	nvt	4000	0,05	200	500
	1500	100	nvt	4000	0,05	270	530
	1.000.000	100	nvt	4000	0,05	290	550
	1.000.000	50	nvt	2000	0,08	470	490
3. keileem op WVP, op URK-klei	300	300	300	1000	0,02	160	660
	1500	300	300	1000	0,02	200	710
	1.000.000	300	300	1000	0,02	200	740
	1.000.000	300	300	2000	0,02	100	730
4. keileem +potklei	300	5000	nvt	1000	0,001	0	3000
	1500	5000	nvt	1000	0,001	0	3130
	1.000.000	5000	nvt	1000	0,001	0	3750
	1.000.000	5000	nvt	1750	0,001	0	3890

2.5 Beïnvloedingzones berekening individuele put vlakdekkend

2.5.1 Methode

Bij het bepalen van de zones voor berekening is het wenselijk om rekening te houden met variaties in de ondergrond. Zoals uit paragraaf 2.4 blijkt, is de grootte van de zone sterk afhankelijk van de lokale situatie/ ondergrond. Met behulp van ArcGIS zijn vlakdekkende zones bepaald. Hierbij is de volgende methode gehanteerd:

- De ondergrond is vlakdekkend geschematiseerd aan de hand van REGIS VII.1, aangevuld met de nieuwe keileemkaart van TNO (2013), in een grid van 100x100 m. Voor de weerstand van de Peelo zanden is REGIS VII.1 aangehouden, zonder aanvullende weerstand voor het Peelo zand (worst case, zie H3 drainage);
- Aanvullend is een weerstand voor in het gebied voorkomende gliedlagen ingeschat. Voor de gehanteerde methode, zie hoofdstuk 3.4;
- De freatische lekweerstand is vlakdekkend bepaald, zie bijlage 3;

- Voor elke gridcel is met de niet stationaire formule van Hantush- Grontmij de invloedsafstand bepaald uitgaande van een onttrekking van $70\text{m}^3/\text{uur}$, een duur van 6 dagen en een afbreekcriterium van 5 cm (freatische verlaging op de rand van het N2000 gebied);
- De berekende invloedsafstand is vergeleken met de afstand tot een N2000 gebied. Alle cellen met een invloedsafstand groter dan de afstand tot de rand van een N2000 gebied, vallen binnen de beïnvloedingszone.

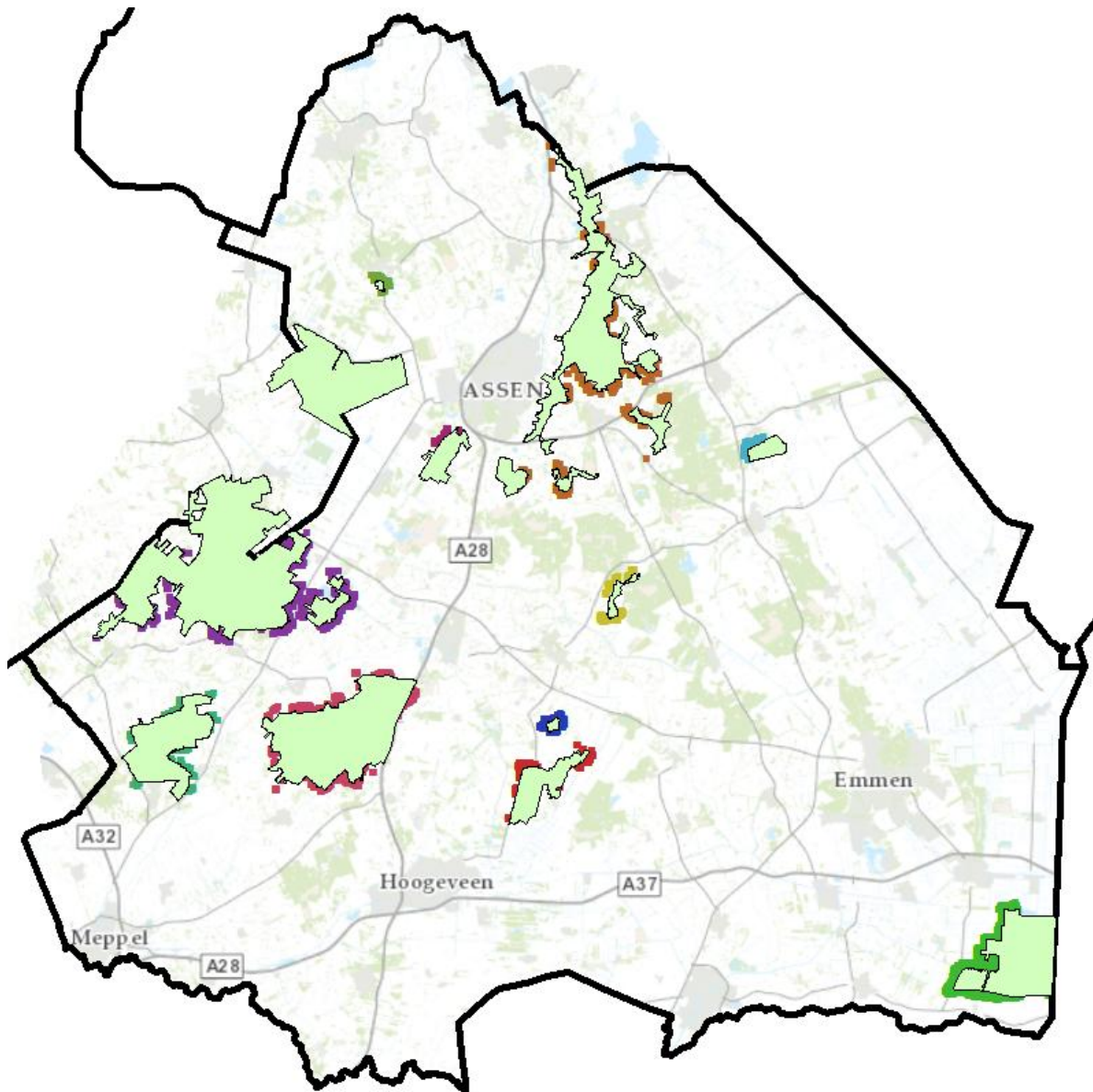
2.5.2 Resultaat

De resulterende freatische beïnvloedingszones zijn weergegeven in Figuur 2.3. Hierin is de ruimtelijke variatie, als gevolg van verschillen in de ondergrond en in het oppervlaktewatersysteem zichtbaar.

Voor enkele gebieden bleek het niet mogelijk om op basis van REGIS vll.1 beïnvloedingszones te berekenen:

- Ter plaatse van de tunneldalen: Hier bestaat de ondergrond tot >150 m diepte uit Peelo zanden. Algemeen wordt gesteld dat deze Peelo zanden niet geschikt zijn voor het plaatsen van een beregeningsput (te fijn zand met te lage k-waarde). Echter ter plaatse van de tunneldalen is de samenstelling van het Peelo zand zeer heterogeen. Waar en hoe diep het grovere zand zich bevindt is niet bekend. Wel zijn deze over het algemeen afgedekt met een dikke laag Potklei waardoor effecten van een onttrekking in deze diepe zanden naar boven toe volledig uitdempen, zie Tabel 2.6.
- Ter plaatse van gestuwde formaties: nabij Emmen is volgens REGIS sprake van gestuwde formaties. In deze gebieden is geen geschikt watervoerend pakket aanwezig om een beregeningsput in te plaatsen. Dit wordt ook bevestigd tijdens telefonisch overleg met een bronneerder die in grote delen van Drenthe beregeningsputten plaatst.

De gebieden waar dit betreft zijn aangegeven in bijlage 4: Onttrekkingslaag berekening.



Figuur 2.3. Beïnvloedingszones in freatische grondwaterstand door berekening (uit diepe pakketten). Per N2000 gebied is een kleurtje gegeven aan de berekende zone.

2.6 Beïnvloedingszones berekening voor kwel-wegzijing

Het bepalen van de effecten van berekening op de kwel-wegzijing is niet voor alle N2000 gebieden relevant. De grondwatergevoelige habitattypen in een aantal gebieden betreffen vooral vochtige habitattypen 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.

In onderstaande tabel is aangegeven voor welke gebieden de kwel/wegzijing wel relevant is. Daarbij is onderscheid gemaakt in:

- Gebieden met regionale kwel vanuit het diepe grondwater;
- Gebieden waarbij de stijghoogte in de zandondergrond (onder het veen) bepalend is voor de mate van wegzijing (en uitzakken van waterpeilen/grondwaterstanden in de zomer).

Tabel 2.7. N2000 gebieden waar kwel/wegzijing relevant is voor instandhoudingsdoelen

	Natura2000-gebied	Invloed op kwel/ wegzijing relevant?
1	Fochteloërveen en Esmeer	Ja, wegzijing bepaalt door stijghoogte onder de veenbasis
2	Havelte-Oost	Nee
3	Mantingerbos	Ja, kwel?
4	Mantingerzand	Nee
5	Dwingelderveld	Nee
6	Norgerholt	Nee
7	Drouwenezand	Nee
8	Bargerveen	Ja, wegzijing bepaalt door stijghoogte onder de veenbasis
9	Drents-Friese wold en Leggelderveld	Nee
10	Drentsche Aa	Ja, kwel
11	Elperstroom	Ja, kwel
12	Witterveld	Nee

Voor kwelgebieden is het van belang dat de procentuele verandering van de kwel in het natuurgebied niet meer mag zijn dan circa 1- 5% van de huidige kwel. Hierbij wordt wel een kanttekening geplaatst. Wanneer de huidige kwel al minder is dan bijvoorbeeld 0,1 mm/dag, dan is 1-5 % hiervan zo klein, dat dit buiten de rekennauwkeurigheid valt.

Ter verduidelijking:

Een kwelflux van 0.1mm/dag kan bijvoorbeeld worden veroorzaakt door een potentiaalverschil van 1 meter over een potkleilaag van 10000 dagen. 1-5% verandering van de kwel is dan gelijk aan 1-5% verandering van het potentiaalverschil= 1-5 cm. Hoe groter de weerstand hoe beter de regel toepasbaar is. Het probleem zit in kleine fluxen door kleine potentiaalverschillen. De flux wordt dan erg gevoelig door een deling van 2 kleine getallen. Een flux van 0,1 mm/dag kan dus ook worden veroorzaakt door een potentiaalverschil van 0,1 mm over een weerstand (in het zandpakket) van 1 dag. 1% hiervan is dan 0,001mm potentiaalverschil. In die situaties is ook het (eerdere moment van) omslaan van kwel naar wegzijing van belang.

Lastige bij bovenstaande benadering is dat de huidige kwel of in ieder geval het huidige potentiaalverschil vlakdekkend bekend moet zijn, wat helaas nu niet het geval is.

Om een indruk te krijgen in welke mate het de verlagings in het WVP doorwerkt naar boven toe is in bijlage 5 zowel de 5 cm beïnvloedingszone binnen het watervoerende pakket als de weerstand van de bovenliggende slecht doorlatende lagen weergegeven. De 5 cm beïnvloedingszone is daarbij op dezelfde wijze bepaald als beschreven in paragraaf 2.5.1, behalve dat hier is uitgegaan van de een 5 cm afbreekcriterium in het watervoerende pakket, in plaats van in het freatisch grondwater.

Bij deze methode wordt daarmee uitgegaan van een "worst case" bodemopbouw (de rekencel met de meest ongunstige bodemopbouw bepaald de grootte van de zone), en houdt dus geen rekening met veranderingen hiervan in ruimtelijke zin (bv het uitwijken van de potklei).

De grootste invloedsafstanden worden berekend in gebieden met een hoge potkleiweerstand. In deze gebieden dempen effecten naar boven toe echter sterk uit. De "risico-gebieden" zijn daarbij de met name de overgangsgebieden waar de potklei uitwigt.

3 Drainage

3.1 Inleiding

In de second opinion van Deltares zijn de volgende aanbevelingen gedaan ten aanzien van de in 2013 berekende beïnvloedingszones voor drainage:

- Ga in de berekeningen voor drainage en beregening uit van een 'realistische worst-case' voor de freatische lekweerstand;
- Neem een heldere onderbouwing op van de gekozen 30 cm initiële verlaging door drainage;
- Maak in de ruimtelijke berekeningen voor drainage het afkappen van de freatische lekweerstand op 1500 dagen ongedaan;
- Voeg effecten op kwel en stijghoogte toe in berekening van de invloedsafstand van drainage en beregening;
- Gebruik in berekening voor drainage en beregening twee varianten voor de weerstand van formatie van Peelo;
- Neem de gecombineerde effecten van drainage en beregening mee in de berekening van de invloedsafstanden.

Tijdens de werksessies met Deltares zijn er nog enkele punten bijgekomen:

- Nabewerking toepassen voor het effect van anisotropie op de berekende beïnvloedingszones;
- Het toevoegen van een weerstand in de schijnspiegelgebieden;
- Het verder aanvullen van de REGIS schematisatie voor nog ontbrekende REGIS lagen.

Bovenstaande punten zijn in overleg met Deltares nader uitgewerkt en hebben geresulteerd in aangepaste kaarten met de beïnvloedingszones.

3.2 Gebiedspecifieke aanpak

Grontmij (2013) is in het onderzoek uitgegaan van één basismethode die voor alle gebieden is toegepast. In de aanbevelingen van dit rapport komen echter al wel gebiedspecifieke zaken aan de orde. Ook Deltares geeft een aantal redenen aan om toch per gebied nader te differentiëren.

Deltares was in de veronderstelling dat de ruimtelijke uitwerking alleen had plaatsgevonden voor gebieden MET keileem. Dit was kennelijk niet duidelijk genoeg in het Grontmij rapport toegelicht: de ruimtelijke uitwerking heeft plaatsgevonden vlakdekkend voor heel Drenthe op basis van een REGIS- schematisatie van de ondergrond. Hierin zitten zowel gebieden MET als ZONDER keileem.

Ter illustratie van wat er speelt in de verschillende gebieden zijn tijdens een werksessie met Deltares drie gebieden afzonderlijk behandeld. Deze zijn hierna toegelicht.

3.2.1 *Situatie schijnspiegelgebieden*

Het gaat hier om gebieden waar schijngrondwaterspiegels optreden, als gevolg van een ondiepe slecht doorlatende laag in de bodem. Dit kan keileem zijn, maar kan ook veen of glie-de/gyttja/ waterhard laagjes, etc zijn. Een groot deel van de N2000 gebieden in Drenthe betreft deze "schijnspiegelsystemen".

Voor deze gebieden is de situatie aan het einde van de natte periode maatgevend. In deze periode is nog sprake van schijngrondwaterspiegels en zal het effect van drainage op de grondwaterstanden in de omgeving het grootst zijn. In deze periode zijn ook de tertiaire waterlopen (deels) nog actief; wanneer sloten droogvallen, zal ook de buisdrainage droogvallen, en heeft deze geen effect meer.

Wanneer er sprake is van een hoge weerstand, zal de grondwaterstandverlaging als gevolg van landbouwdrainage naar de diepte toe snel uitdempen. Het effect verplaatst zich dan vooral via de bovenste zandlaag boven de keileem/gliede/etc. Wanneer er sprake is van een lagere weerstand en er bovendien weinig oppervlaktewater aanwezig is (hoge freatische lekweerstand), kan het effect van landbouwdrainage zich ook via het watervoerend pakket onder de weerstandbiedende laag verplaatsen. Welke bepalend is hangt af van de verhouding tussen de schijnspiegelweerstand (deklaagweerstand onder drains) en de freatische lekweerstand (weerstand sloten "boven" drains).

Als voorbeeld de Havelterberg:

- Midden op de "berg" is sprake van schijngrondwaterspiegels op de keileem, die tot wel 7 m hoger zijn dan de regionale stijghoogte onder de keileem. Hier is sprake van vochtige heide/hoogveen met periodiek grondwater aan maaiveld. De oppervlakkige afwatering naar laagtes kan gezien worden als "oppervlakte water", welke samen met de aanwezige greppels in het gebied de fr. lekweerstand voor dit gebied bepaalt. Waar geen inundaties of greppels voorkomen, is sprake van een zeer hoge fr. lekweerstand. Het effect van landbouwdrainage zal op de "berg" zeer beperkt zijn;
- Meer naar de flanken toe wordt de keileem dunner en in de centrale slenk ontbreekt deze geheel. Het effect verspreidt hier naar verwachting via het watervoerende pakket. Hier is echter nog steeds sprake van stagnatie van water boven slecht doorlatende laagjes (verkit zand, gliede, etc), met lokaal een "echte" schijnspiegel. De hierbij horende weerstanden zijn echter niet vlakdekkende gekarteerd, en slechts voor enkele locaties af te leiden;
- Voor de freatische lekweerstand concluderen we dat de situatie aan het einde van de natte periode maatgevend is.
- Door het voorkomen van schijngrondwaterspiegels en anisotropie op de stuwwal is de formule van Mazure- Grontmij niet op de gehele Havelterberg toepasbaar.

3.2.2 *Elperstroom/ Holmers*

In een deel van de landbouwgebieden rondom de Elperstroom ontbreekt de keileem. Het effect verspreidt zich dan ook via het watervoerende pakket onder de deklaag. De GVG situatie is daarbij maatgevend.

Extra aandachtspunt in dit gebied is dat de Peeloklei die hier volgens REGIS aanwezig is, in werkelijkheid ontbreekt. Dit komt omdat in REGIS alleen onderscheid is gemaakt tussen Peeloklei en Peelo zand. De klei heeft een zeer hoge weerstand; de weerstand van het zand wordt volledig verwaarloosd. De fijne slibhoudende zanden die veel voorkomen binnen de Peelo Formatie zijn daarmee ingedeeld in *of klei of zand*. Beter zou zijn om de fijne Peelo zanden als een aparte categorie te beschouwen, met enige weerstand. TNO is hier wel mee bezig, maar de resultaten hiervan zijn op dit moment nog niet beschikbaar.

3.2.3 *Situatie Drentse Aa*

Voor de Drentse Aa geldt weer een andere specifieke situatie:

- Het N2000 gebied ligt in het beekdal, onderaan de flank. Hoger op de flank liggen de landbouwgebieden met potentieel drainage, veelal boven keileemlenzen. In het beekdalen systeem van de Drentse Aa zijn op korte afstand zeer grote opbollingen aanwezig (>2 m);
- Het werkelijke effect van drainage wordt in de Drentse Aa bepaald door de mate waarin de voeding naar het diepere grondwatersysteem (onder de keileem) op de flanken afneemt. Wanneer deze voeding gelijk blijft (bv. waar de beperkende factor de infiltratiecapaciteit over de keileem is), dan zal het effect van de buisdrainage (in landbouwgebieden op de flanken)

op het grondwater in het beekdal gering zijn. De voeding naar het diepere grondwater kan wel afnemen wanneer er sprake is van (tijdelijke) schijngrondwaterspiegels, die als gevolg van de buisdrainage, minder lang optreden of afgetopt worden. De duur, danwel de hoogte van de schijnspiegels, en daarmee de infiltratie naar het diepere grondwater neemt dan af;

- Als er geen schijnspiegels zijn, kunnen we stellen dat de GHG hoger op de flanken al diep zit (Gt VII) en buisdrainage niet nodig is/ geen effect heeft;
- De kritische periode is in dit gebied de overgang van de natte naar de droge periode, wanneer schijnspiegels uitzakken danwel (eerder) droogvallen;
- Extra complicerende factor is dat de hogere landbouwgronden op de Hondsrug liggen, waar sprake is van anisotropie. In Noord-Zuid richting (lengterichting Hondsrug) stroomt het grondwater ca een factor 10 harder dan in oost-west richting (dwars op Hondsrug). Afhankelijk van de situering van het beekdal (noord-zuid of oost-west) heeft dit consequenties voor de invloedsafstanden. Een mogelijke optie is om voor de N2000 randen van de Drentse Aa die (Noord-zuid) parallel aan de Hondsrug lopen, de kD van het watervoerende pakket in de formule te corrigeren.

3.2.4 Conclusies gebiedspecifieke aanpak

Bovenstaande voorbeelden bevestigen de relevantie van een gebiedspecifieke uitwerking. Binnen deze opdracht is het echter niet haalbaar om per N2000 gebied een eigen methodiek te ontwikkelen en deze afzonderlijk door te rekenen. In overleg is daarom besloten om de algemene systematiek op basis van de Formule van Mazure- Grontmij te handhaven. Deze stond in beginsel ook niet ter discussie, en voorziet in de wens om zowel effecten op het freatisch grondwater, alsook het watervoerend pakket te berekenen. Wel zijn in overleg de uitgangspunten en invoerparameters meer aangescherpt om meer recht te doen aan een realistische worst case situatie, zie de volgende paragrafen.

3.3 Freatische lekweerstand

In de eerdere studie in 2013 is de freatische lekweerstand uit het NHI gehanteerd. Deze weerstand is samengesteld uit een hoofdsysteem, primaire, secundaire en tertiaire waterlopen. Drainage zal vooral plaatsvinden gedurende natte perioden wanneer ook de sloten gevuld zijn. De realistische worst case situatie ten aanzien van effecten treedt echter op aan het eind van de natte periode, wanneer de tertiaire sloten geleidelijk droog vallen. Er is daarom een aangepaste kaart gemaakt van de freatische lekweerstand voor drainage met de volgende uitgangspunten:

- De NHI-lekweerstanden voor het hoofdsysteem, het primaire, het secundaire en de helft van het tertiaire watersysteem;
- Een zeer hoge lekweerstand ($>1 \times 10^6$ dagen) voor de No-data gebieden (gebieden zonder waterlopen).

De aanname dat de helft van het tertiaire systeem is drooggevallen aan het einde van een natte periode is ook gehanteerd ter plaatse van de beekdalen. In bijvoorbeeld Zuidwest Drenthe (kwelgebieden) is dit echter niet het geval, en wordt de freatische lekweerstand te groot berekend.

De resulterende kaart is opgenomen in bijlage 6. Omdat het tertiaire systeem maar voor de helft meedoet in de berekening en bovendien de lekweerstand niet meer is afgetopt op een maximale waarde van 1500 dagen (wat wel is gedaan in 2013), zijn in veel gebieden nu veel hogere lekweerstanden berekend dan destijds in 2013.

Wanneer we ervan uitgaan dat het effect zich verspreidt via de ondiepe zandlaag, dan leidt de hogere lekweerstand (van gemiddeld ca 1500 dagen) tot een maximaal 2x zo grote invloedsafstand, ten opzichte van 2013, zie Tabel 3.1. De zones blijven echter beperkt tot maximaal enkele honderden meters.

Tabel 3.1. Effect lekweerstand op grootte zones, bij verspreiding via deklaag

	Cdrain dagen	Cdeklaag dagen	kD m2/dag	Cesl dagen	verlaging door drainage m	invloedsafstand (fr) m
2013	200	5	30	1000	0,3	115
	200	5	30	100	0,3	70
	200	5	3	100	0,3	20
2015	1500	5	30	1000	0,3	230
	1500	5	30	100	0,3	80
	1500	5	3	100	0,3	30
	1.000.000	5	30	1000	0,3	300

Dit verandert wanneer we uitgaan van een situatie waarbij het effect zich verplaatst via het wattervoerende pakket, zie onderstaande Tabel 3.2. Wanneer we in deze situatie uitgaan van een hogere freatische lekweerstand van 1500 (in plaats van de eerder gehanteerde 200 dagen) als rekencelwaarden, dan veranderen de berekende freatische beïnvloedingszones van 0-1500 m tot 1500-4300m.

In gebieden zonder oppervlaktewater, zoals op de Hondsrug, waar rekencelwaarden voor de freatische lekweerstanden van >1.000.000 dagen worden gebruikt, worden in sommige cellen invloedsafstanden berekend van meer dan 100 km, zie Tabel 3.2. Dit kan als volgt worden verklaard:

Wanneer er geen sloten zijn in het gebied, komt er geen voeding van bovenaf. Daarbij gaan we uit van een worst case situatie dat het wattervoerende pakket reikt tot in de hydrologische basis, waardoor er ook geen voeding komt van onderen. Aangezien we bij Mazure- Grontmij uitgaan van een gelijke initiële verlaging *overal* buiten de zone (100% gedraineerd), stroomt er ook geen water horizontaal toe. Het resultaat: het effect dempt dan niet uit.

Tabel 3.2. Effect lekweerstand op grootte zones bij verspreiding via WVP

Tabel stationaire invloedsafstanden formule van Mazure voor drainage bij afbreekcriterium van 5 cm							
	Cdrain dagen	Cdeklaag dagen	kD m2/dag	Cesl dagen	verlaging door drainage m	invloedsafstand (fr) m	invloedsafstand (WVP) m
2013	200	1	4000	nvt	0,3	1500	1550
	200	100	4000	nvt	0,3	1000	1500
	200	1000	4000	nvt	0,3	0	2500
	200	100	600	nvt	0,3	400	600
	100	1	600	nvt	0,3	400	400
2015	1500	1	4000	nvt	0,3	4300	4300
	1500	100	4000	nvt	0,3	3800	4000
	1500	1000	4000	nvt	0,3	2500	4100
	1.000.000	1000	4000	nvt	0,3	111000	111000
	1500	100	600	nvt	0,3	1500	1550

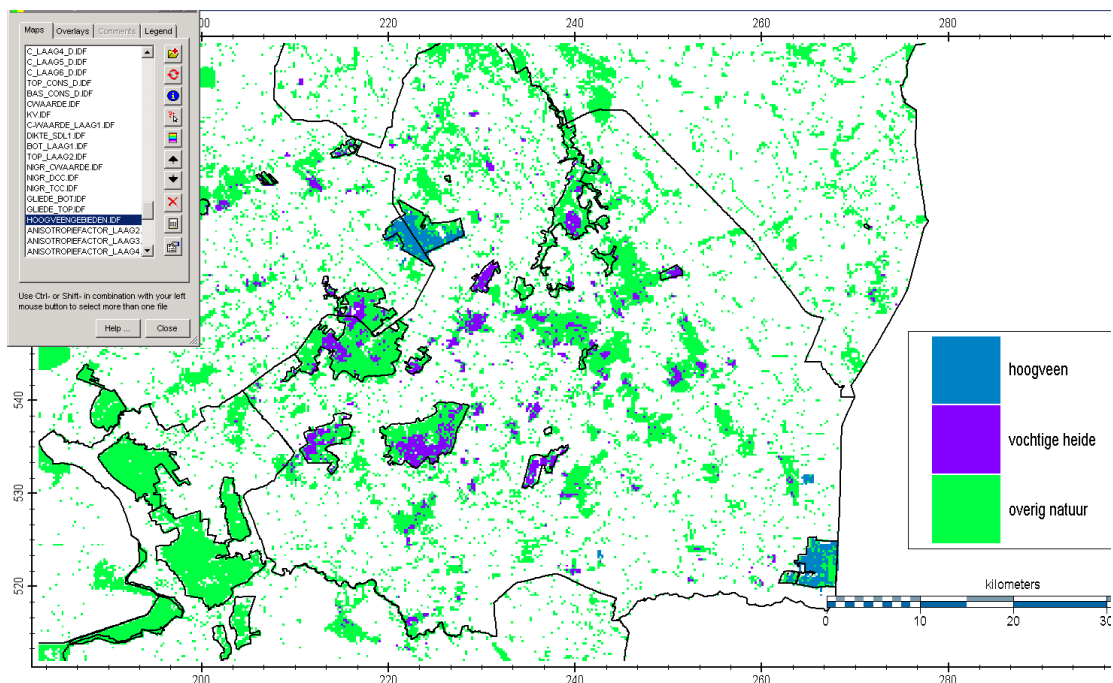
3.4 Weerstand gliede (e.d.) in schijnspiegelgebieden

Voor de "schijnspiegelgebieden" is een weerstand toegevoegd aan de deklaag (HLC). Deze zit namelijk niet in REGIS II.1. Een kartering voor heel Drenthe van deze gebieden is er niet. Om een inschatting te maken van deze gebieden sluiten we aan bij het MIPWA lagenmodel v3.0. Op basis van de LGN6 zijn de Hoogveen en Vochtige heiden geselecteerd, als zijnde de "schijnspiegel gebieden". In MIPWA v3.0 is deze nog gecombineerd met een recente veenkaart. Omdat echter in veel natuurgebieden het veen niet is gekarteerd is besloten dit criterium te laten vervallen. Voor deze schijnspiegel gebieden is een vaste weerstand van 3000 dagen ingevoerd. Deze kan als volgt worden onderbouwd:

- $C = \Delta h \setminus \text{flux}$.
- Flux = infiltratie is in de orde van gemiddelde grondwateraanvulling en/of uitzakking, orde grootte 0.1 – 0.5 mm/dag.
- $\Delta h =$ het potentiaalverschil verticaal is gelijk aan de waterstand boven de onderkant van de gliedelaag. Orde grootte = 0,5 à 1,0 m (eind natte periode)

flux (mm/d)	waterschijf boven gliede eind natte periode	C-gliede (d)
0,25	1	4000
0,25	0,75	3000
0,25	0,5	2000
0,1	0,5	5000
0,5	0,5	1000

De resulterende gebieden zijn weergegeven in onderstaande Figuur 3.1. Het merendeel van deze gebieden valt echter binnen de N2000 begrenzing en heeft dus geen invloed op de berekende beïnvloedingszones die nu worst case vanaf de rand van het N2000 gebied wordt berekend.



Figuur 3.1. Selectie "schijnspiegelgebieden met Gliede/ verkit zand of waterhard laagjes" op basis van LGN6 (=vochtige heide en hoogveen). Voor de beeldvorming is alle overige natuur groen gemaakt.

3.5 Nadere onderbouwing initiële verlagings

Voor de initiële verlagings wordt uitgegaan van de eerder gehanteerde 30 cm initiële verlagings in het freatisch grondwater. Uit nadere analyse van de provincie blijkt dat de GHG in Drenthe in de van oorsprong natte gebieden maximaal 50 cm is gedaald als gevolg van drainage.

Deze is bepaald aan de hand van de GT-kaart en de ontwateringsnormen uit het cultuurtechnisch vademecum.

Voor het eind van de natte periode is echter niet de GHG, maar de GVG maatgevend. De eerder gehanteerde 30 cm wordt daarom nog steeds gezien als een realistische worst case, zeker gezien het feit dat deze als stationaire verlagings wordt ingevoerd in de analytische formules.

3.6 Aanpassing REGIS schematisatie

Om de berekeningen niet nodeloos te compliceren is in de eerdere berekening in 2013 alleen gebruik gemaakt van die REGIS lagen die binnen de verwachten beïnvloedingszones voorkomen. Met de herziene uitgangspunten worden de beïnvloedingszones over het algemeen groter en kunnen ook andere REGIS lagen van belang zijn. Voor de zekerheid zijn de workflows daarom aangevuld met de nog ontbrekende REGIS lagen: Eem Formatie, Kreftenheye Formaties en Urkklei I (zie bijlage 7).

3.7 Anisotropie

Anisotropie is vooralsnog verwaarloosd. Verwachting is dat dit alleen speelt aan de oostzijde van de Drentse Aa en mogelijk ter plaatse van de Halvergerberg. De zones zijn daarom eerst uitgerekend zonder anisotropie. Vervolgens wordt de beïnvloedingszone ter plaatse van de Drentse Aa en de Havelterberg nader beschouwd. Hier wordt mogelijk een te grote (extreem worst case) beïnvloedingszone berekend. Zo nodig kan de zone voor de Drentse Aa in oost-west richting via een nabewerking worden gecorrigeerd (uitgaande van een kD in oost west richting die een factor 10 lager is dan de kD in noord-zuid richting).

3.8 Toegepaste formules

Door Deltares zijn vragen gesteld over de toegepaste (door Grontmij zelf afgeleide) formule voor het berekenen van de vertraagde reactie van de freatische grondwaterstand op de stijghoogte.

Uitgangspunt bij de door Grontmij gehanteerde formule is dat er sprake is van een instantane verlaging in het Watervoerende pakket, waarna in het freatische grondwater de berging uitwerkt. Deltares heeft inmiddels bevestigd dat de afleiding correct heeft plaatsgevonden en past bij een "realistische worst case" benadering.

Daarbij is in de berekening NIET gerekend met mogelijke voeding vanuit dieper gelegen watervoerende pakketten, onder het 1^e watervoerende pakket. Om recht te doen aan de realistische worst case situatie is overal uitgegaan van een ondoorlatende geohydrologische basis onder elk representatief watervoerende pakket.

Een nadere onderbouwing/ afleiding is opgenomen in bijlage 8.

3.9 Onzekerheid Peelo zanden

Zoals bij het voorbeeld Elperstroom (paragraaf 3.2.2.) al is vermeld, is er de nodige onzekerheid met betrekking tot de Peelo Formatie in REGIS VII.1.

Om het effect van deze onzekerheid op de berekende beïnvloedingszones te bepalen is de Peelo Formatie op twee manieren doorgerekend:

1. De eerder gehanteerde methode waarbij voor alle Peelo zanden een weerstand van 5 dagen/meter dikte ($kv=0,2$ m/dag) is opgeteld bij de onderliggende slecht doorlatende laag;
2. Uitgaande van de schematisatie van REGIS VII.1 waarbij de Peelo zanden GEEN weerstand hebben.

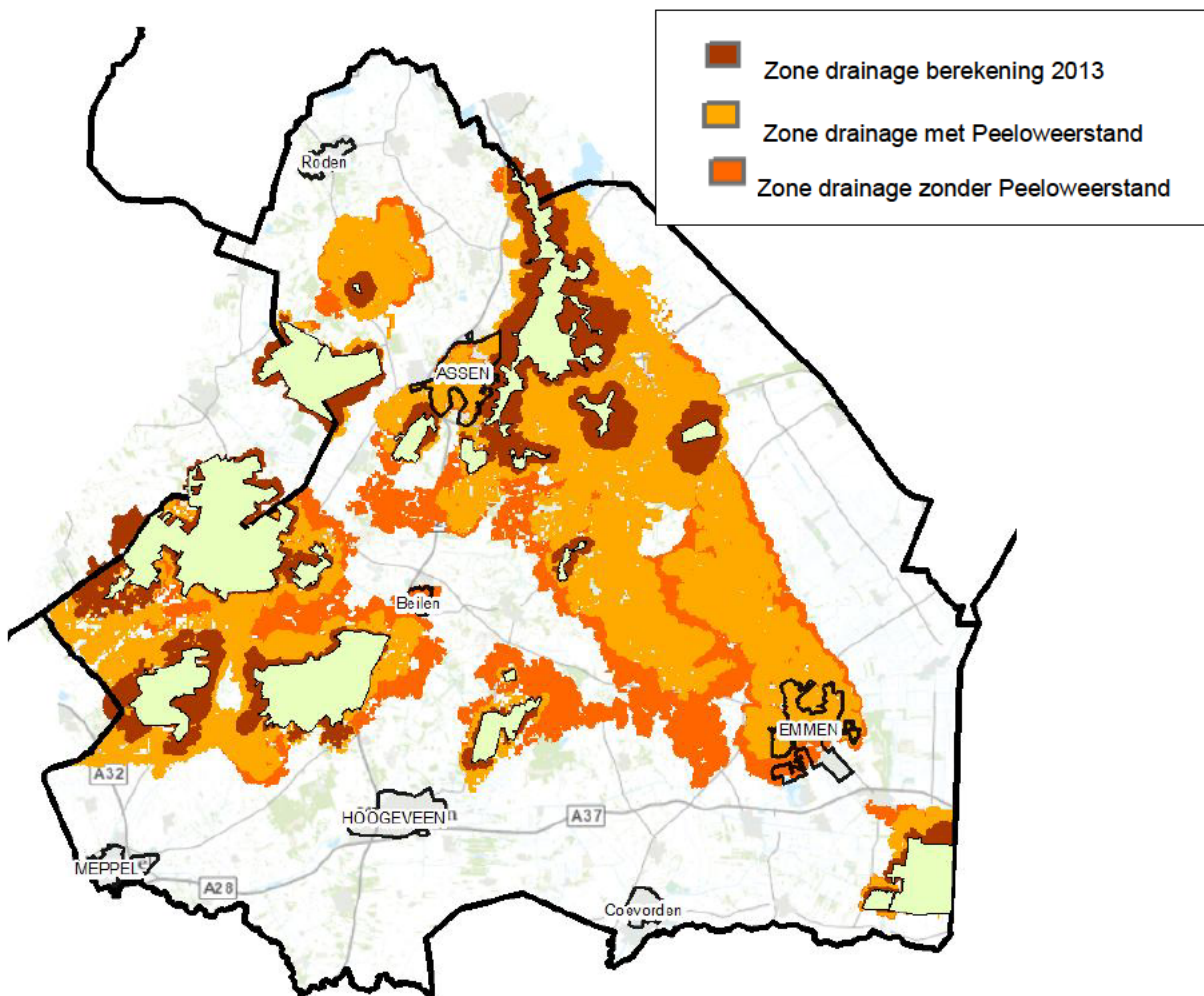
3.10 Beïnvloedingszones drainage vlakdekkend

De resulterende zones zijn weergegeven in Figuur 3.2. In deze figuur is tevens de eerder berekende zone uit 2013 weergegeven. Geconcludeerd wordt dat:

- De berekende zones veel groter zijn geworden ten opzichte van de eerdere berekeningen in 2013;
- De belangrijkste oorzaak hiervan is de verhoging van de rekenwaarde voor de freatische lekweerstand;
- Wanneer daar bovenop ook de weerstand van het Peelo zand wordt verwaarloosd, zijn de zones nog groter. Dit wordt met name veroorzaakt door de wijze van schematisatie van REGIS lagen, waarbij de grootte van het watervoerende pakket wordt bepaald door optelling van REGIS lagen die niet gescheiden worden door een weerstand. Wanneer hier een beperkte Peeloweerstand tussen wordt geplaatst, wordt de representatieve kD in delen van

Drenthe veel kleiner (zie bijlage 9), wat resulteert in een kleinere spreidingslengte (wortel ($kDxC$));

- Effecten op de Hondsrug dempen helemaal niet meer uit. Dit heeft deels te maken met het ontbreken van oppervlaktewater, maar ook omdat de Cost-distance tool geen rekening houdt met de hydrologische samenhang van het gebied. Het gevolg is dat effecten in de lengterichting van de Hondsrug niet worden gedempt door het oppervlaktewater ten westen en oosten van de Hondsrug;
- West Drenthe nu één grote beïnvloedingszone is geworden, waarbij de zones van verschillende gebieden elkaar overlappen. In dit gebied is ook uitgegaan van het voor de helft droogvallen van het tertiaire systeem aan het eind van de natte periode (voor de rekenwaarde van de freatische lekweerstand). In de beekdalen (kwelgebieden) is dit echter niet het geval, en worden invloedsafstanden te groot berekend;
- De schematisatie uitgaande van een effectverspreiding via het watervoerende pakket is overal bepalend geworden voor de grootte van de beïnvloedingszone. Voor de volledigheid zijn de zones uitgaande van een effectverspreiding via het ondiepe grondwater/deklaag opgenomen in bijlage 10. Ook hier zijn weer zowel de eerder berekende zones uit 2013 als de nieuwe berekening met meer worst-case parameters weergegeven.



Figuur 3.2. Berekende beïnvloedingszones drainage-effect verspreid via WVP

3.11 Beïnvloedingszones drainage voor kwel-wegzijing

Voor het effect op de kwel-wegzijing geldt hetzelfde als beschreven in het hoofdstuk berekening. Omdat echter nu al extreem grote zones worden berekend, is hier vooralsnog geen nadere invulling aan gegeven.

4 Cumulatieve effecten drainage en beregening

Er zijn situaties te bedenken waarbij de effecten van beregening en drainage elkaar kunnen versterken. In bijvoorbeeld zuidwest Drenthe is sprake van een groot watervoerend pakket, zonder dikke weerstandbiedende lagen, en hebben de beregeningsputten een beperkte diepte. Hier kan cumulatie niet worden uitgesloten. Dit speelt o.a. ter plaatse van de zuidzijde van het Dwingelderveld, de oostzijde Havelte Oost en de noordzijde van het Bargerveen. In gebieden met een dikke keileemlaag/ schijnspiegels of gebieden met een hoge Peelo weerstand is de verwachting dat er niet of nauwelijks sprake is van cumulatie van effecten.

Drainage en beregening zullen in de praktijk nooit gelijktijdig optreden. Drainage zorgt er met name voor lagere grondwaterstanden in de winter en het eerder uitzakken van de grondwaterstand in het voorjaar. Beregening wordt ingezet in een droge zomersituatie. Toch kunnen deze elkaar wel versterken. Doordat in het voorjaar de grondwaterstand door drainage al eerder uitzakt, wordt de GLG situatie eerder bereikt in het seizoen. Het effect van beregening komt hier dan nog bovenop.

Omdat de zones van drainage nu al vele male groter zijn berekend en niet langer als zones direct toepasbaar zijn, is het verwerken van het gecombineerde effect vooralsnog niet verder uitgewerkt.

5 Samenvatting en aanbevelingen

5.1 Samenvatting

Berekening

Ten aanzien van berekening bieden de berekende beïnvloedingszones een goed vertrekpunt voor een nadere detaillering in de gebiedsgroepen voor de beheerplannen N2000. De effecten op kwel/wegzijging is daarbij voor sommige gebieden nog een extra aandachtspunt.

Op basis van een eenvoudige waterbalans/ onttrokken waterschijf voor alle berekening samen, is het cumulatieve effect van alle beregeningsputten samen in beeld gebracht. Uitgaande van een worst case situatie waarbij de totaal te onttrekken jaarlijkse beregeningsgift uit het watervoerende pakket in één keer wordt onttrokken en 1:1 doorvertaald wordt naar een freatische verlaging (zonder demping), bedraagt tot totale vlakdekkende verlaging in Drenthe 3,5 cm en blijft daarmee binnen het afbreekcriterium van 5 cm.

Voor het bepalen van het effect van een individuele put is overeenkomstig het rapport uit 2013 gebruik gemaakt van de Formule van Hantush- Grontmij. Deze formule is geschikt om het niet-stationaire effect van berekening te bepalen. Op basis van een inventarisatie , uitgevoerd door de provincie Drenthe, zijn de volgende uitgangspunten geformuleerd:

- Onttrekking van max 70m³/uur (conform eerdere berekeningen);
- Maximale duur aaneengesloten onttrekking van 6 dagen (aangepast);
- 5 cm verlaging freatisch grondwater als afbreekcriterium (conform eerdere berekeningen);
- Freatische lekweerstand voor een droge zomer situatie (aangepast);
- Bergingscoëfficiënt berekend voor semi-gespannen watervoerende pakketten (aangepast).

Met deze uitgangspunten varieert de freatische invloedsafstand voor een individuele onttrekking van 0 tot 470 m, afhankelijk van de bodemopbouw. Door gebruik te maken van REGIS VII.1 en de nieuwe keileemkaart zijn de zones ruimtelijk uitgewerkt.

Een individuele onttrekking die plaatsvindt aan het eind van een beregeningsseizoen, wanneer als gevolg van het cumulatieve effect van berekening, de initiële grondwaterstand al gemiddeld 3,5 cm is verlaagd, kan dus wel tijdelijk een iets groter effect hebben dan nu berekend is met alleen een individuele onttrekking.

In enkele gebieden is naast het effect op het freatisch grondwater ook het effect op de kwel/wegzijging van belang. Dit betreft de gebieden met kwelafhankelijke habitattypen (met name de Drentse Aa en de Elperstroom) en gebieden waar de wegzijging vanuit het veen bepalend is voor het realiseren van de instandhoudingsdoelen (Fochteloërveen en Bargerveen). Voor dergelijke gebieden geldt dat de invloedsafstand in het watervoerend pakket in combinatie met het uitdempen van effecten naar boven toe (weerstand), en de diepte van de grondwaterstand tov maaiveld bepalen of de kwel/wegzijging in de wortelzone negatief wordt beïnvloed. Om in de beheerplan-processen hier nader invulling aan te kunnen geven, zijn de beïnvloedingszones in het watervoerend pakket en de cumulatieve weerstanden boven de onttrekkingslaag ruimtelijk weergegeven op kaart.

Drainage

Hoewel het onderzoek inzicht biedt in de specifieke omstandigheden in de diverse gebieden, de ondergrond uitgebreid is geschematiseerd en de bepalende parameters vlakdekkend zijn be-

paald, is er nog geen direct toepasbare beïnvloedingszone vast te stellen. De huidige berekeningen dienen meer worden beschouwd als gevoeligheidsanalyses.

De in dit rapport uitgewerkte voorbeeldsituaties geven aan hoe divers de N2000 gebieden in Drenthe zijn. De keileemgebieden met schijnspiegels werken hydrologisch gezien wezenlijk anders dan bijvoorbeeld de beekdalen met kwel. Maar ook binnen de beekdalen zijn grote verschillen.

Binnen deze opdracht is getracht om de “gemene deler” tussen de gebieden te vinden en met een eenduidige methode voor alle gebieden, een realistische worst case te bepalen voor de beïnvloedingszones. Daarbij is gekozen voor een analytische benadering met de Formule van Mazure- Grontmij in combinatie met de cost-distance tool in ArcGis. Deze transparante analytische methode voorziet in de wens om zowel effecten op het freatisch grondwater, alsook het watervoerend pakket vlakdekkend te berekenen.

De basismethode is daarbij hetzelfde gebleven als eerder berekend in 2013:

- De invloedsafstand per cel wordt berekend op basis van het principe van verlaging in een half-oneindig gebied (met 30 cm verlaging in het gedraineerde pakket) en het criterium dat de freatische verlaging op de rand van het N2000-gebied minder dan 5 cm moet zijn. De berekende invloedsafstand per cel geldt voor de parameterwaarden in de cel en niet daarbuiten. Uitgangspunt is daarbij dat in elke rekencel buiten de N2000 grens (vlakdekkend in heel Drenthe) een initiële verlaging van 30 cm optreedt, ongeacht de functie of de huidige grondwaterstand (dus ook bijvoorbeeld ter plaatse van droge zandgronden in natuurgebieden met een GVG dieper dan 1,2 m –mv);
- De invloedsafstand per cel is de maat voor de demping door de aanwezigheid van oppervlaktewater binnen de cel. De afstand kan veel groter zijn dan de celgrootte – bij afwezigheid van oppervlaktewater -, maar heeft op zich geen regionale betekenis.
- Met de cost-distance tool, die gaat uit van onafhankelijke cellen, is vervolgens het uitdempen van het effect in ruimtelijke zin bepaald, uitgaande van de berekende invloedsafstanden per rekencel. Met de cost-distance tool wordt daarbij geen rekening gehouden met een hydrologische samenhang tussen gebieden, wat bijvoorbeeld met een grondwatermodel wel gebeurt. De cost-distance tool is dus vooral geschikt voor zonering rond N2000-gebieden, mits de zones wel oppervlaktewater bevatten en elkaar niet echt beïnvloeden.

In overleg met Deltares zijn in dit project de uitgangspunten en invoerparameters nader onderzocht en aangescherpt, om zo goed mogelijk een realistische worst-case situatie benaderen. Daarbij zijn de formules nogmaals getoetst, is de freatische lekweerstand opnieuw bepaald, is het effect van de schematisatie van de Peelo zanden in beeld gebracht en is extra weerstand voor de gliedelagen ingevoerd.

Bovenstaande realistische worst case invoerparameters resulteren in veel grotere beïnvloedingszones dan eerder in 2013 was berekend. Zo groot dat heel zuidwest Drenthe en midden/noord Drenthe twee grote beïnvloedingszones vormen, waarbij de zones tussen de N2000 gebieden onderling overlappen. Deze grote toename is met name veroorzaakt door:

- De veel grotere freatische lekweerstand. In 2013 was uitgegaan van de langjarig gemiddelde situatie. In de herziene berekening is als realistische worstcase uitgegaan van het einde van de natte periode in het voorjaar, waarin door de verandering in de drainage de hydrologische situatie verandert. Hierbij is voor heel Drenthe aangenomen dat de helft van het tertiaire oppervlaktewatersysteem is drooggevallen. Daarnaast is de weerstand in rekencellen zonder/ met minimaal oppervlaktewater niet meer afgetopt op 1500 dagen;
- Een gewijzigde aanname voor de weerstand van de Peelo zanden. Omdat deze parameter een relatief grote onzekerheid kent, is deze doorgerekend MET en ZONDER weerstand in het Peelozand. Wanneer deze weerstand wordt verwaarloosd worden significant grotere zones berekend.

Toepassing van de cost-distance-tool heeft als gevolg dat op de Hondsrug onvoldoende rekening wordt gehouden met geohydrologische aspecten als anisotropie en demping door oppervlaktewater. De berekende invloedszones zijn daarom in en rond de Hondsrug te groot.

De aanname dat de helft van het tertiaire systeem droogvalt aan het eind van de natte periode zal naar verwachting in grote delen van Drenthe wel opgaan. Voor de beekdalen met kwel ligt dit genuanceerder. In de lagere delen nabij de beeklopen worden naar verwachting nu te grote freatische lekweerstanden gehanteerd, omdat bijvoorbeeld het tertiaire systeem hier nog doorwerkt tot in de zomer. Dit zou per gebied nog gecontroleerd dienen te worden. Met name in Zuidwest Drenthe kan dit gevolgen hebben voor de berekende zones.

De berekende zones voor drainage zijn daarmee niet direct toepasbaar, en dienen per gebied nog nader te worden te worden verfijnd.

Als laatste dient nog te worden vermeld dat in de huidige situatie het grootste deel van alle natte landbouwpercelen in de omgeving van N2000 gebieden al zijn gedraineerd. Wanneer bestaand gebruik buiten beschouwing wordt gelaten, zal het gaan om enkele percelen per N2000 gebied die nu nog niet gedraineerd zijn, maar dat in de toekomst wel kunnen worden. De gehanteerde methodiek die uitgaat van een vlakdekkende verlaging in grote gebieden is dan niet meer van toepassing; er zal meer gerekend moeten worden met een individuele verlaging in een perceel. De zones voor individuele percelen zullen vele malen kleiner worden dan nu berekend, zie ook de aanbevelingen in paragraaf 5.2.

5.2 Aanbevelingen

Berekening

We bevelen aan om, in de gebiedsgroepen voor de beheerplannen N2000, aan de hand van het onderhavige onderzoek per gebied een nadere detaillering uit te voeren. Bij deze detaillering van zones dient nog aandacht te zijn voor die gebieden waarvan inmiddels bekend is dat de ondergrond iets afwijkt van REGIS VII.1. Dit betreft onder meer het gebied ten oosten van de Elperstroom, waar de Peelklei ontbreekt en een gebiedje ten zuiden van het Bargerveen waar de Urk klei III (voormalig Cromerklei) ontbreekt. Voor deze gebieden kan de beïnvloedingszone handmatig nog worden bijgesteld, aan de hand van enkele aanvullende analytische berekeningen in combinatie met de specifieke gebiedskennis. Daarnaast bevelen we aan de effecten op kwel en wegzijging nog nader in beeld te brengen.

Drainage

Wij bevelen aan om meer inzicht te krijgen in de huidige drainage: welk aandeel/ welke type gronden zijn nu al gedraineerd, hoe diep en met welke onderlinge afstand? Hoe vaak en in welke perioden vindt afvoer plaats via de drains? Deze vragen houden ook nauw verband met de vraag op welke wijze bestaand gebruik moet worden meegewogen bij het bepalen van de zones. Bij deze inventarisatie dient ook rekening te worden gehouden met potentiële drainageveranderingen voor nieuwe teelten. Met deze gegevens kan een betere modelrandvoorwaarde worden gegeven om zones mee door te rekenen.

We bevelen tevens aan om, wanneer MIPWA versie 3.0 is opgeleverd, met dit model verschillende scenario's nader uit te werken. Dit biedt de mogelijkheid om rekening te houden met reeds aanwezige drainage en met geohydrologische aspecten als anisotropie en demping door oppervlaktewater in alle windrichtingen.

Bijlage 1

Telefonische enquête berekening (provincie Drenthe)

nr	aantal eigen putten	gemiddeld aantal putten in gebruik per jaar	max areaal 1 put ha	areaal per jaar ha	beregeningsgift voorjaar mm/keer	beregeningsgift zomer mm/keer	capaciteit put m3/uur	dag/nacht	haspel of buizen
7	15	15	10	100	15	15	50	nacht	haspel
6	1								
21	1								
18									
15	4	12	20	40	12	15	35	nacht	haspel
13	7	1	12	12	12	10	80	dag/nacht	haspel/buizen
11	70	25	10	250	15	15	50	dag/nacht	haspel/buizen
17	15	15	20	90	10	15	45	dag/nacht	haspel
12	1								
23	30	20	20	140	10	25	70	dag/nacht	haspel/buizen
10	3	10	20	100	20	20	50	dag/nacht	haspel/buizen
8	3	6	6	50	15	25			

nr	gemiddeld aantal putten in gebruik per jaar	max lengte uur beregening	beregeningsgift gem jaar mm/jaar	beregeningsgift droog jaar mm/jaar	beregeningsgift nat jaar mm/jaar	gem aantal beregeningen per jaar	aantal beregeningen droog jaar	aantal beregeningen natjaar	Opmerkingen
7	15	15	60	100	40	4	7	2	
6									spoelen geen beregening
21									Sloot vullen en via drainage, beregening uit oppervlaktewater geen bollenteelt dus geen beregening meer
18									
15	12	48	120	255*	45	8	17	3	* uitgaande van 2003
13	1	12	80	120	48	6	10	4	
11	25	48	60	100	30	4	7	2	
17	15	150*	60	75	40	5	6	4	* uitgaande van perceel 20ha
12									beregend niet uit grondwater, bron voor spoelen
23	20	40	100	140	60	5	7	3	
10	10	36	100	200*	40	5	10	2	* uitgaande van 2003
8	6								

Samenvatting van de telefoongesprekken:

Het te beregenen areaal betreft meestal relatief kleine percelen van 6-10 ha; 20 ha bollen of intensieve gewassen is een uitzondering. Bovendien zijn de bodems hier iets rijker aan lutum en organische stof dan in Brabant en is er dus minder vocht nodig. Het maximale te beregenen areaal lelie bollen uit 1 put is 20 ha. Voor Tulpen is dit zelfs maar 12 ha. Men werkt eigenlijk altijd met een beregeningsgift van in het voorjaar rond 10-15mm per keer en in de zomer vaak 20-25 per keer. Er zijn ook boeren die liever iets vaker beregenen en het altijd met 10-15 mm per keer doen. Gemiddeld komen ze tussen de 80 en de 100 mm per jaar. In een droog jaar kan dit verdubbelen en bij extreme situaties 2003 was dit zelfs nog ietsje meer. De maximale beregeningsduur kan oplopen tot circa één week maar hierbij staat de pomp nog wel regelmatig een paar uur stil wegens het verplaatsen van de haspel; hierbij ga je dan uit van een perceel van 20ha, wat zeldzaam is. Bij deze beregening wordt er dan ook met een lagere pompcapaciteit beregend. Meestal houdt het in Drenthe bij 48 uur achtereen wel op. Met een haspel wordt 's nachts beregend en met een buizensysteem overdag omdat je hier om de 2 uur bij moet. Voor Tulpen, krokussen en narcissen ligt de piek van beregening vanaf half april tot begin juni. Voor Lelies ligt de piek in juni en juli en begin augustus.

Bijlage 2

Telefonische inventarisatie berekening LTO

MEMO

Van: LTO Noord [redacted]
Voor: [redacted], [redacted] en [redacted]
Betreft: beregening uit grondwater door de reguliere akkerbouw Drenthe
Datum: 11 mei 2015

Deze notitie spitst zich toe op beregening op alles behalve bloembollen, boomteelt en (klein)fruit, pootaardappelen, gras en mais. Dus de reguliere akkerbouw in Drenthe met de nadruk op een veenkoloniaal bouwplan.

Ik wil de beschouwing beginnen met de randvoorwaarden waarbinnen beregend mag worden. Voor Drenthe zijn dat: 1. Basisuitgangspunt is beregening uit oppervlaktewater, 2. Indien dat er niet is, dan is grondwater optie, 3. In speciale gebieden (bv. Drentsche Aa) alleen beregenen uit grondwater voor hoogsalderende gewassen, 4. Akkerbouw regulier mag alleen tussen 15 juni en 1 september beregenen uit grondwaterput. 5) in het kader van bruinrot mag in delen van Drenthe ten behoeve van (zetmeel)aardappelen, niet beregend worden uit oppervlaktewater. Dit is in relatie tot N2000 gebieden relevant voor Drentse Aa zuidoost, Bargerveen, Elperstroom, Mantingerzand en een gebied ten zuidoosten van het Dwingelderveld. (www.NVWA.nl)

Om een zuiver beeld te creëren rond beregening in de reguliere akkerbouw zou je eigenlijk de Drentse akkerbouw gebieden moeten kennen waar geen oppervlaktewater beschikbaar is en waar beregening met grondwater niet voorbehouden is aan hoogsalderende gewassen. Afgezien van bruinrot is er bij alle akkerbouwers een voorkeur om (i.v.b.m. temperatuur en bijvoorbeeld ijzer) te beregenen met oppervlaktewater.

Aansluitend zou de afstand van deze gebieden tot hydrologisch kwetsbare N2000 gebieden in ogenschouw moeten worden genomen. Als ik voor mij zelf door de oogharen kijk naar het kaartbeeld van N2000 gebieden en de directe omgeving dan zijn er maar weinig gebieden waar aansluitend aan het N2000 gebied alleen maar sprake is van akkerbouw. Dit maakt het best moeilijk om een afgewogen uitspraak te doen over de invloed beregening van akkerbouw op de hydrologie binnen N2000 gebieden.

Het algemene beeld bij een belronde langs een tiental akkerbouwers in Drenthe is dat niemand beregening als hobby heeft. Voor die bedrijven die daadwerkelijk één of meer beregeningsinstallaties hebben (naar schatting 30% van de bedrijven), mag je er vanuit gaan dat ze in een extreem droog jaar uit de schuur worden gehaald. De discussie die vervolgens ontstaat is op welke gewassen worden deze vervolgens ingezet en hoe intensief.

Voor die bedrijven die naast de bieten, granen en zetmeelaardappelen hoogsalderende gewassen hebben (wortelen, bonen, uien, bollen) zullen deze gewassen als eerste (en misschien wel enige) aandacht krijgen. Wat hierbij verder een rol kan spelen is het moment van droogte. Het moment van droogte gekoppeld aan het groeistadium van het gewas bepaald het "rendement" van beregenen en is mede bepalend voor de vraag of en hoe intensief de beregening op een gewas wordt ingezet.

Een ruwe schatting is dat van die bedrijven die alleen gewassen hebben die horen bij een veenkoloniaal bouwplan (zetmeelaardappelen, bieten en graan) slechts 30% één (of meer) potentieel inzetbare beregeningshaspel(s) in de schuur heeft staan. In een droge periode wordt vervolgens afhankelijk van de keuze van de ondernemer en de capaciteit van zijn installatie een deel van de percelen beregend. De ondernemer maakt hierbij een zakelijke en emotionele keuze. De laatste 10 jaar is bijvoorbeeld de prijs voor brandstof (eerder rode diesel) verdubbeld, met als gevolg dat ondernemers langer aarzelen om op gewassen waar twijfel is over de toegevoegde waarde van beregening, te gaan beregenen. In relatie tot de emotionele component is goed om te noemen dat ondernemers gemiddeld genomen niet blij worden van het gesleep met materieel en het verplaatsen van installaties en het oplossen van storingen in het holst van de nacht.

Ten aanzien van gewassen waarop al dan niet wordt beregend, zijn er tegengestelde signalen. Sommigen zien geen meerwaarde in de beregening van zetmeelaardappelen, anderen weer wel. Hetzelfde geldt (met verschillende argumenten) uiteindelijk ook voor granen en bieten waarbij in meeste gevallen de keus zal uitvallen richting niet beregenen.. Bij granen is het sterk afhankelijk van de potentiële extra tonnen productie (dus van het groeistadium van

het graan tijdens de droogte) en de prijs. Bij bieten wordt vaak gesteld dat deze planten zelf goed kunnen omgaan met droogte zonder er schade van te lijden.

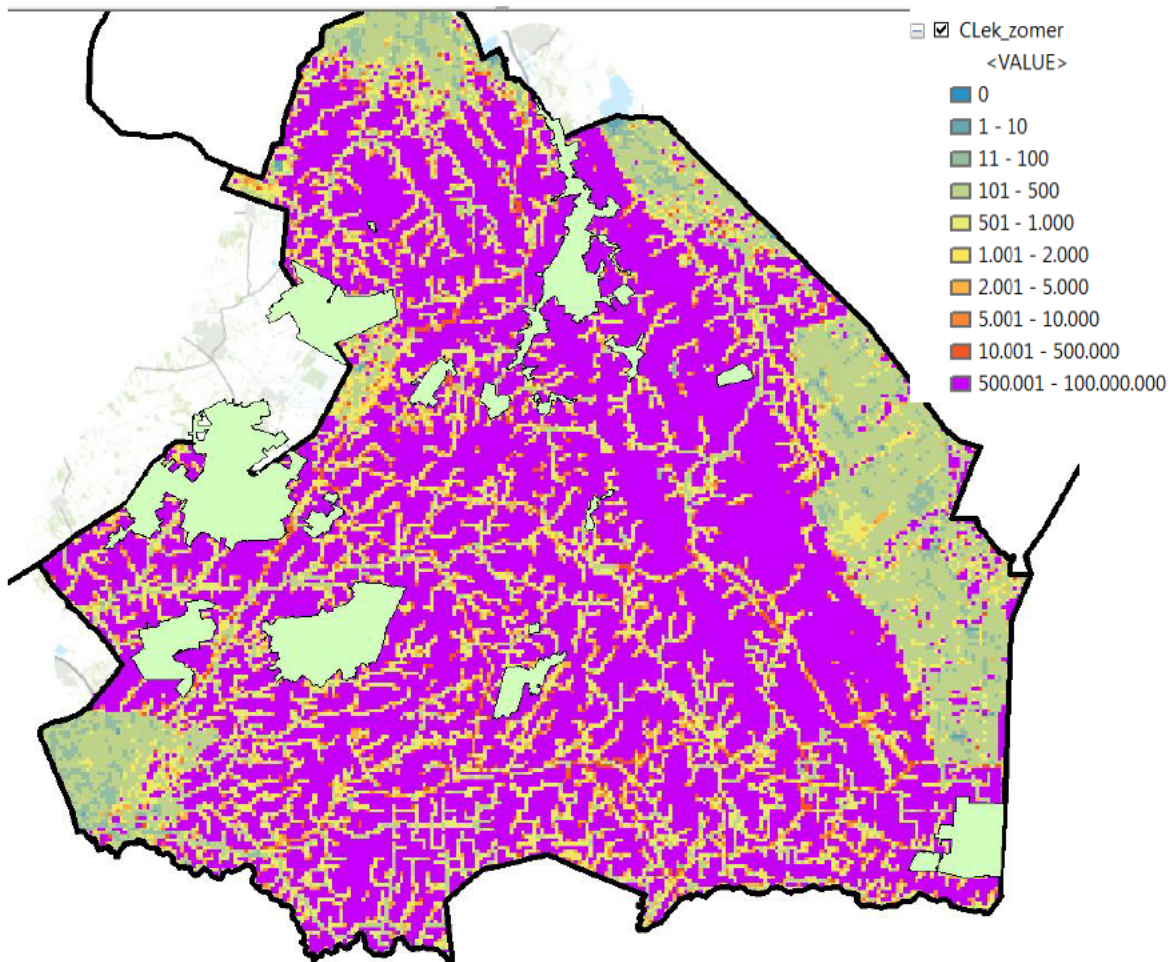
Algehele conclusie ten aanzien van beregening van gewassen van een veenkoloniale akkerbouwer is dat in een droge zomer bij een boer die een beregeningsinstallatie heeft, de focus ligt op het beregenen van zetmeelaardappelen. Mogelijkheden voor beregening uit grondwaterputten wordt beïnvloed door de beschikbaarheid van geschikt oppervlaktewater, lokale verboden op gebruik oppervlaktewater ivbm bruinrot en beperking in verband met een voorbehoud richting hoog salderende gewassen.

In de mix van beschikbaarheid van oppervlaktewater, de beperking van grondwater voor hoogsalderende gewassen en geschiktheid van oppervlaktewater voor beregening van bepaalde gewassen mag je er vanuit gaan dat ook in een worst case situatie slechts een beperkt deel van het akkerbouwareaal in een landbouwgebied grenzend aan een N2000-gebied bediend zal worden met beregening uit grondwater. Deze benadering leidt er in mijn ogen toe dat in een droge zomer van het areaal aan zetmeelaardappelen van een gemiddelde akkerbouwer met verspreid liggende percelen en een beregeningsinstallatie (30%), van zijn/haar areaal aan zetmeelaardappelen slechts een kwart (25%) uit grondwater zal worden beregend. Het areaal aan bieten en granen van deze ondernemers, dat uit grondwater wordt beregend, zal nog een stuk lager liggen (denk aan 5 a 10%). Ook al omdat dit altijd uit aanwezig oppervlaktewater kan plaatsvinden.

LET wel ; je zou moeten inzoomen op gebieden om het beeld scherper te krijgen. Ter illustratie : Genoemde randvoorwaarden leiden er voor het gehele Drentsche Aa gebied toe dat gelet op het feit dat hier uit putten alleen voor hoogsalderende gewassen mag worden beregend, zetmeelaardappelen, bieten en granen alleen kunnen worden beregend uit oppervlaktewater (voor zover toegestaan). Zetmeelaardappelen zullen het in de bruinrotgebieden zonder beregening moeten doen. In andere gebieden is er volop geschikt oppervlaktewater beschikbaar en is derhalve beregening uit grondwater niet aan de orde.

Bijlage 3

Freatische lekweerstand berekening

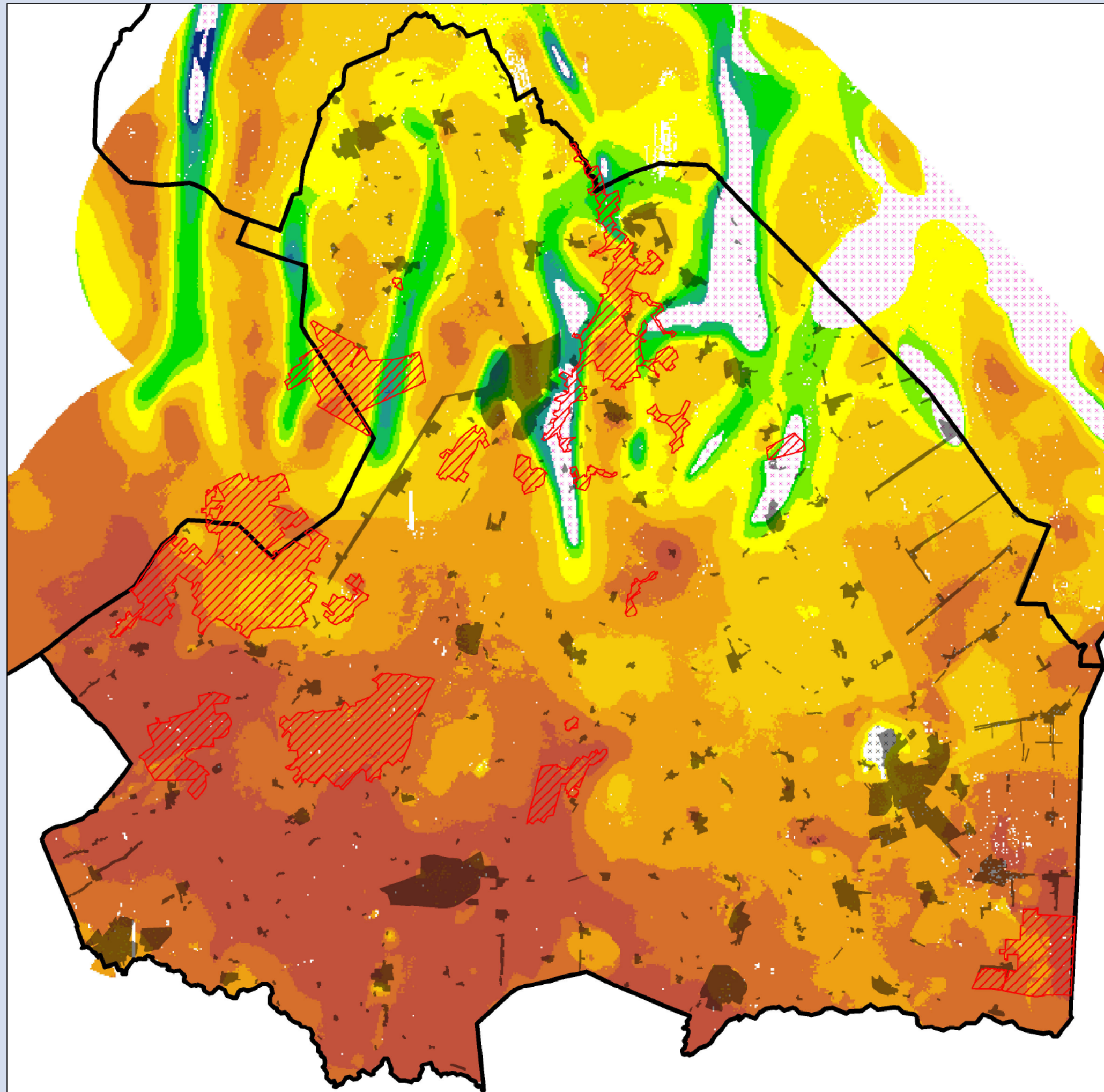


Bijlage 3.1. Freatische lekweerstand droge zomersituatie (in dagen). (bron: methodiek NHI Deelrapport Freatische lekweerstand, Deltares 2008).

Bijlage 4

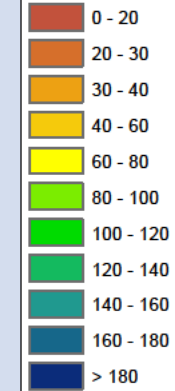
Gebieden zonder geschikte onttrekkingslaag

**Bron: Uitwerking beïnvloedingszones N2000; externe werking drainage en beregening.
Grontmij 2013.**



Legenda

Diepte bovenkant ontrekkingslaag [m-mv]*



Natura 2000-gebieden

Gebieden zonder geschikte ontrekkingslaag door het voorkomen van;

Peelo geul
 Gesteude afzetting

* Bij het bepalen van de ontrekkingslaag is er vanuit gegaan dat dit gebeurt uit de meest ondiep voorkomende formatie uit volgende selectie;

- Urk zand 4 en 5
- Appelscha zand 1
- Peize/Waalre zand 3, 4, 5, 6 en 7

Deze formaties zijn gekozen op basis van Kd-waarden en korrelgrootte. Bronneerders bevestigen deze voorwaarde voor een goede beregeningsbron.

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



Diepte bovenkant ontrekkingslaag

Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
 Projectnummer: 324110

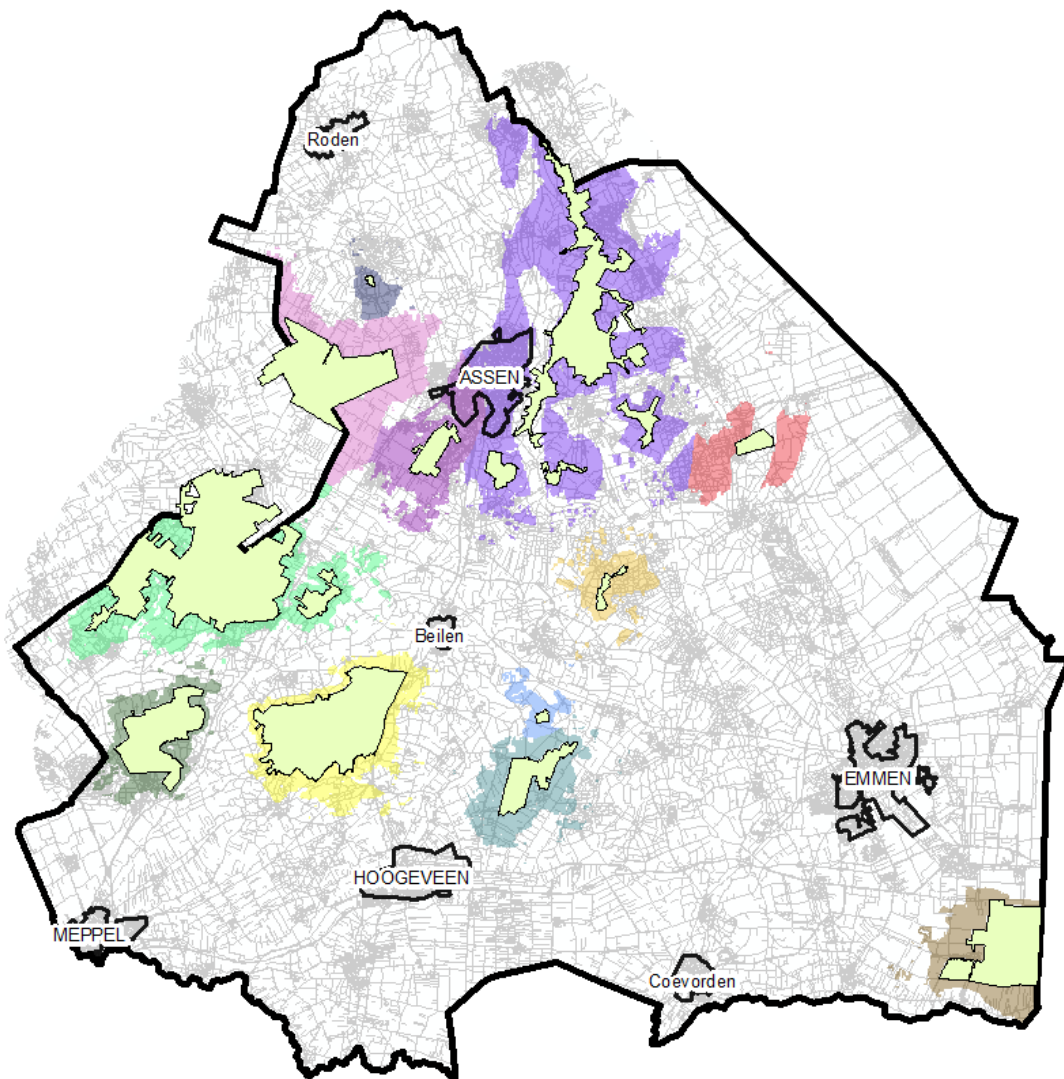


Status: definitief
 Datum: 30-10-2012
 Schaal: 1:250,000
 Formaat: A3
 Get: SR - Gec: SS

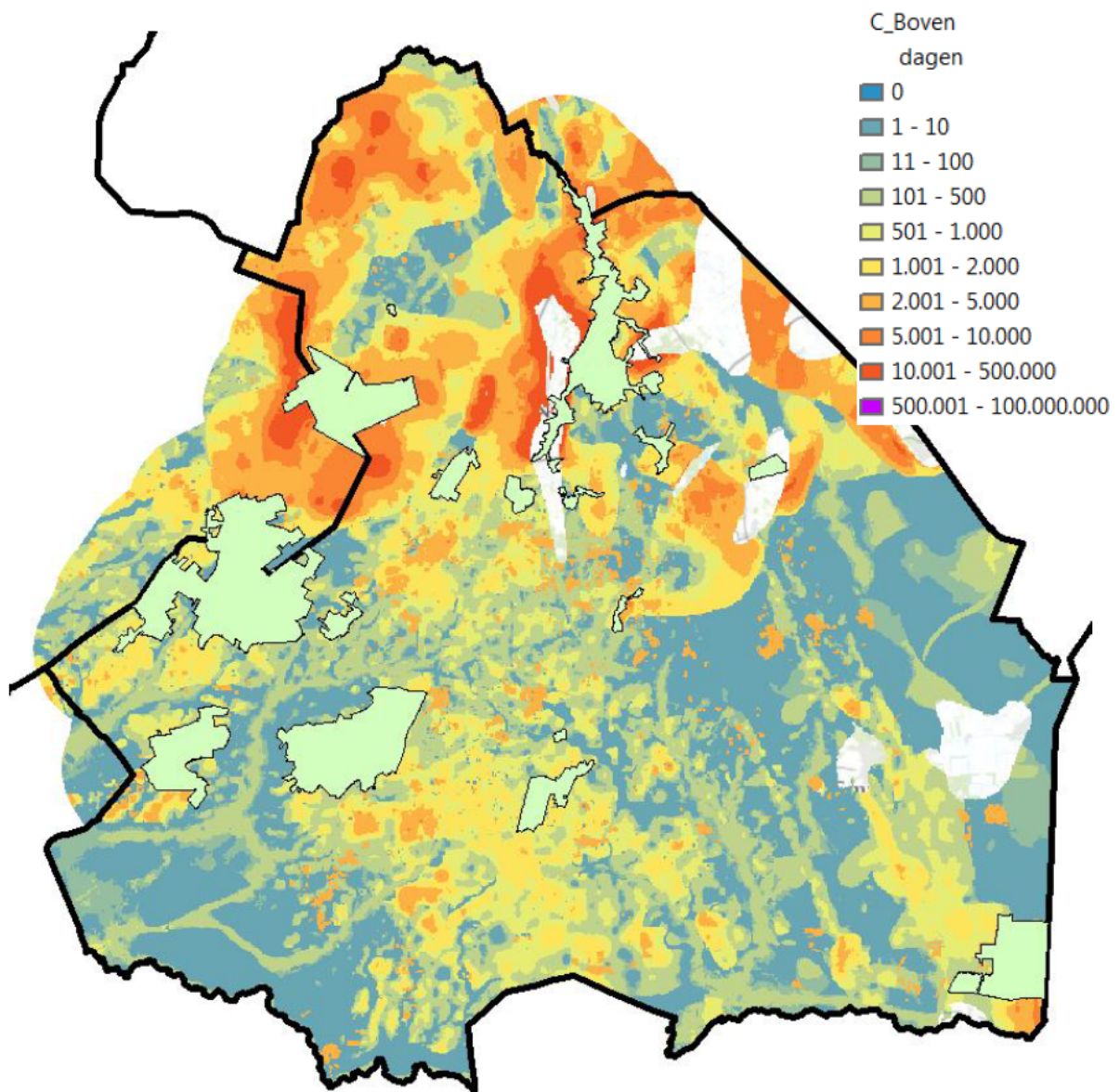
Grontmij Nederland B.V.
 Stationsplein 12, 9401 LB Assen
 Postbus 29, 9400 AA Assen
 T +31 592 33 88 99
 www.grontmij.nl

Bijlage 5

Beïnvloedingszones in Watervoerend pakket



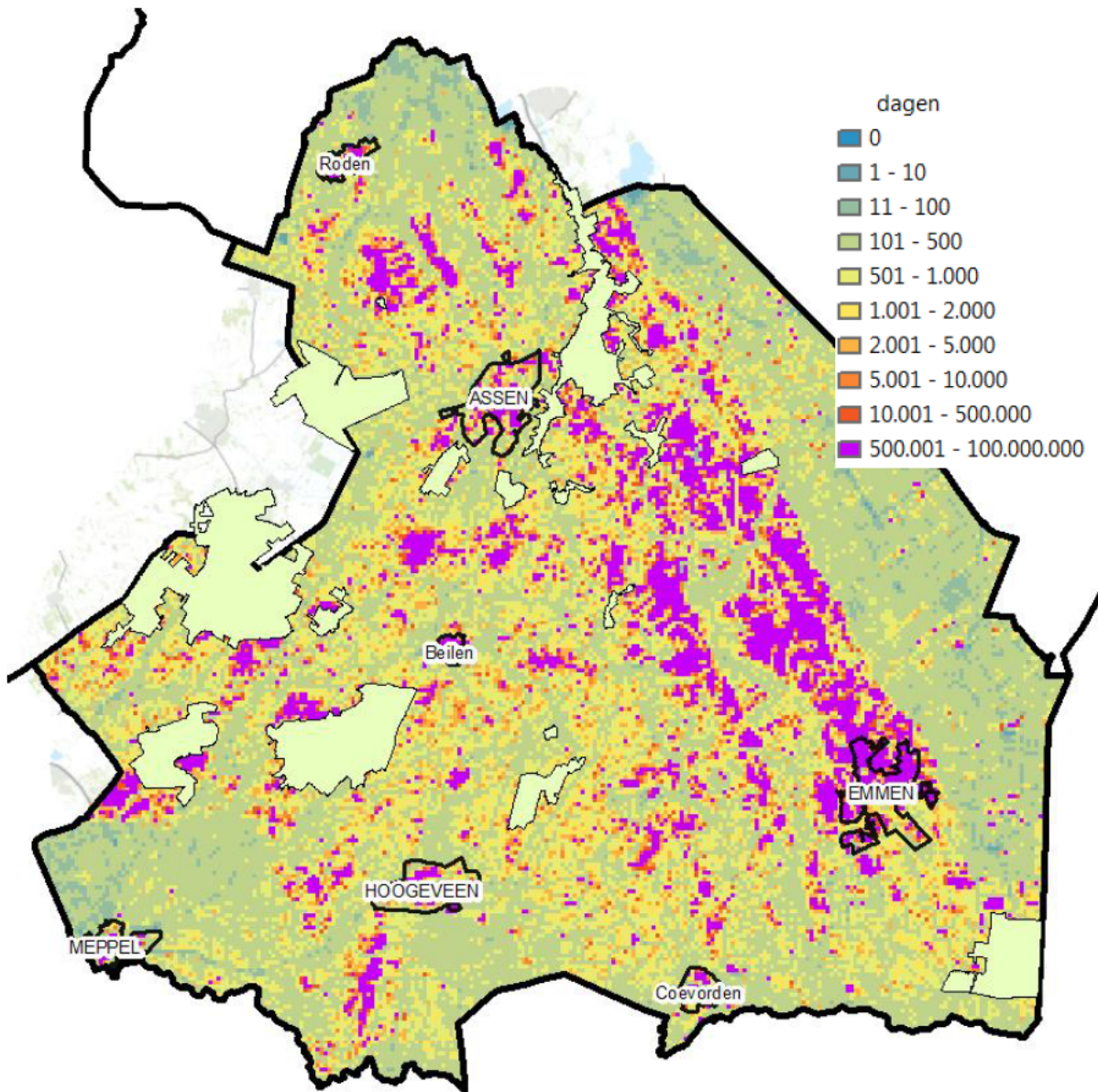
B5.1. Berekende beïnvloedingszone in diepe watervoerende pakket beregning



B5.2. Cumulatieve weerstand slechtdoorlatende lagen boven onttrekkinglaag beregning (bron:REGIS II.1)

Bijlage 6

Freatische lekweerstand drainage



B4.1. Freatische lekweerstand eind natte periode (helpt tertiair actief) in dagen (bron: NHI).

Bijlage 7
REGIS schematisatie

codering	Geohydrologische eenheid	Geschikt voor drainage of berekening	
HL-C	Deklaag		
BX-z-1			
BX-k-1			
BX-z-2	Watervoerend pakket 01 (WVP01)		
BX-k-2	Slechtdoorlatende laag 01 (SDL01)		
BX-z-3	Watervoerend pakket 02 (WVP02)		
KR-z-2			Alleen zuidwest Drenthe, 2 km van Havelte-Oost mogelijk relevant voor beïnvloedingszones
KR-z-3			Alleen zuidwest Drenthe, 2 km van Havelte-Oost mogelijk relevant voor beïnvloedingszones
EE-z-1			Alleen noordoost Drenthe, 1,5 km van Drentsche Aa mogelijk relevant voor beïnvloedingszones
EE-k-1	Slechtdoorlatende laag 01b (SDL01b)		Alleen noordoost Drenthe, 1,5 km van Drentsche Aa mogelijk relevant voor beïnvloedingszones
EE-z-2	Watervoerend pakket 02b (WVP02b)		Alleen noordoost Drenthe, 1,5 km van Drentsche Aa mogelijk relevant voor beïnvloedingszones
EE-z-3			Alleen noordoost Drenthe, 1,5 km van Drentsche Aa mogelijk relevant voor beïnvloedingszones
KR-z-5			Alleen zuidwest Drenthe, 2 km van Havelte-Oost mogelijk relevant voor beïnvloedingszones
KR-z-6			Alleen zuidwest Drenthe, 2 km van Havelte-Oost mogelijk relevant voor beïnvloedingszones
DR-z-1			
DRGI-k-1	Slechtdoorlatende laag 02 (SLD02)		
DR-z-3			
DT-c	Gestuwde afzettingen (DTC)		
DN-z-1	Watervoerend pakket 03a (WVP03a)		
UR-z-1			
UR-k-1	Slechtdoorlatende laag 03a (SDL03a)		Komt alleen voor 2,5 km ten zuiden van N2000 Dwingelderveld
UR-z-2	Watervoerend pakket 03 (WVP03)		
UR-z-3			
PC-z-1	WVP03 en SDL03		
PE-k-1	Slechtdoorlatende laag 03 (SLD03)		
PE-z-2	WVP03 en SDL03		
PE-k-2	Slechtdoorlatende laag 03 (SLD03)		
PE-z-3	WVP03 en SDL03		
UR-z-4	Watervoerend pakket 04 (WVP04B)		
UR-k-3	Slechtdoorlatende laag 04 (SDL04B)		
UR-z-5	Watervoerend pakket 05 (WVP05)		
AP-z-1			
PZWA-z-3			
PZWA-z-4			
PZ-k-1	Slechtdoorlatende laag 05 (SDL05)		
PZWA-z-5	Watervoerend pakket 06 (WVP06)		
PZWA-z-6			
PZWA-z-7			
PZ-C	Slechtdoorlatende laag 06 (SDL06)		
MS-z-1	Watervoerend pakket 07 (WVP07)		
MS-c	Slechtdoorlatende laag 07 (SDL07)		
MS-z-2	Watervoerend pakket 08(WVP08)		
MS-z-3			
OO-z-1			
OO-c	Slechtdoorlatende laag 08 (SDL08)		
OO-z-2	Watervoerend pakket 09 (WVP09)		
OO-z-3			
BE-k-1	Geohydrologische basis (GHB)		
		Drainage	
		Berekening	

Bijlage 8

Formule vertraagd uitzakken freatisch grondwater

Formule vertraagde reactie van de freatische grondwaterstand op de stijghoogte (bron: Grontmij)

Waterlopen met
drainageweerstand

Deklaag met
freatische
grondwaterstand

Watervoerend
pakket



De freatische grondwaterstand reageert vertraagd op een verlaging van de stijghoogte in het watervoerend pakket. Hier is een benadering voor te geven door aan te nemen dat:

- onder invloed van de verlaging van de stijghoogte de freatische grondwaterstand vertraagd uitzakt.
- voeding plaats vindt via de drainagemiddelen.
- wegzijging naar het watervoerend pakket plaatsvindt onder invloed van de verlaging van de stijghoogte. Hierbij wordt uitgegaan dat de verlaging op tijdstip t gedurende de hele periode 0 tot t constant was. Dit leidt tot een overschatting van de verlaging van de freatische grondwaterstand.
- de snelheid afhankelijk is van de porositeit.

Algemene oplossing:

$$h_{fr}(x, t) = \varphi(x) \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{p} \left(\frac{1}{c_{dr}} + \frac{1}{c_v} \right)} \right) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v}$$

Met:

$h_{fr}(x, t)$: freatische grondwaterstand op afstand x (m) op tijdstip t (d)
 $\varphi(x)$: verlaging van de stijghoogte onder de deklaag (m)
 p : effectieve porositeit (-)
 c_{dr} : drainageweerstand (d)
 c_v : weerstand deklaag (d)

De halfwaardetijd is dan af te leiden door:

$$\frac{h_{fr}(x, t)}{\varphi(x) \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v}} = \left(1 - e^{-\frac{t}{p} \left(\frac{1}{c_{dr}} + \frac{1}{c_v} \right)} \right) = 0.5 \quad \Rightarrow \quad t_{half} = \frac{p \cdot \ln(2)}{\left(\frac{1}{c_{dr}} + \frac{1}{c_v} \right)}$$

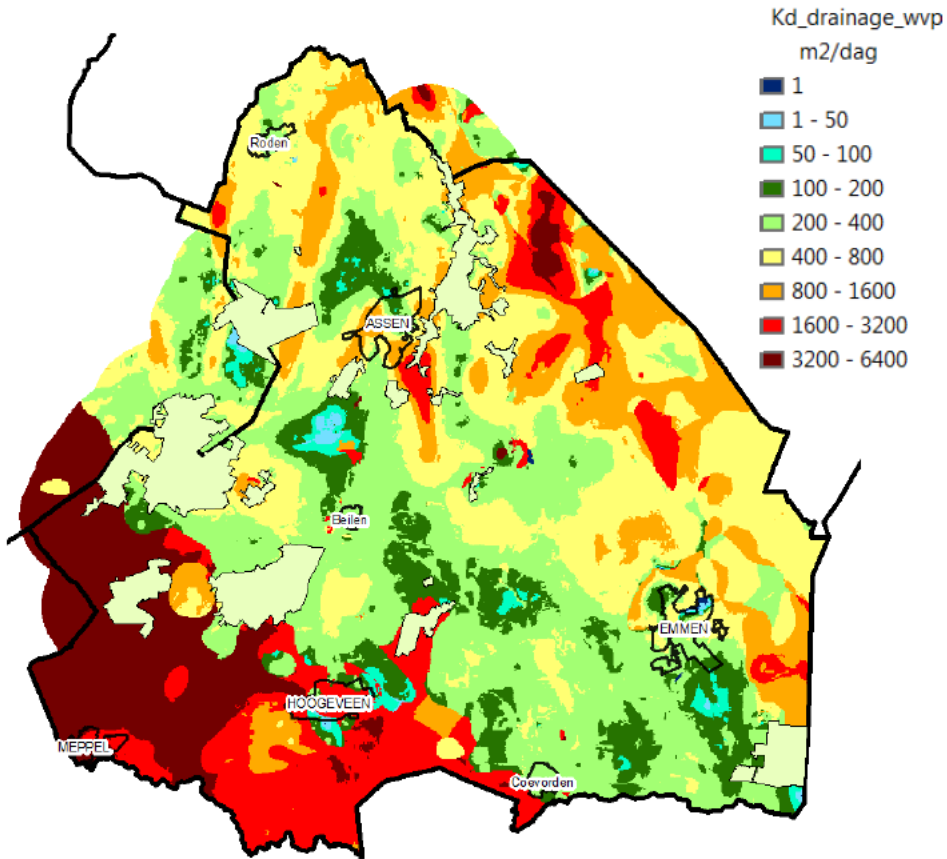
Opmerking: als $t \rightarrow \infty$ dan is $h_{fr}(x) = \varphi(x) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v}$.

Opmerking2: als er geen drainagemiddelen zijn dan kan voor c_{dr} uitgegaan worden van onein-

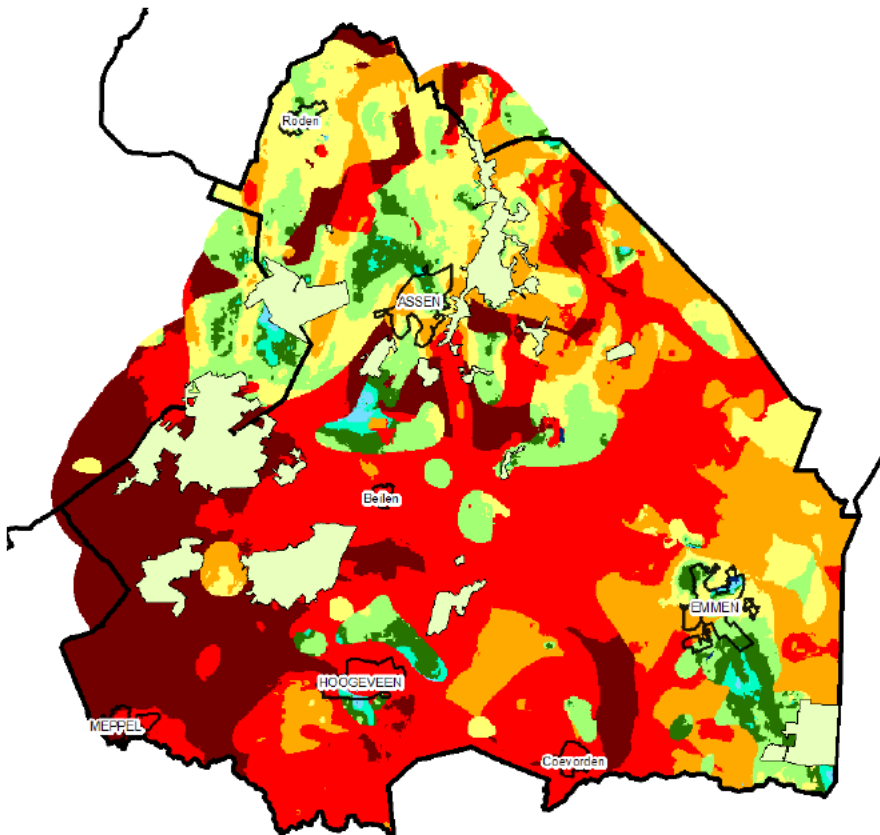
dig. De formule vereenvoudigd dan tot $h_{fr}(x, t) = \varphi(x) \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{c_v \cdot p}} \right)$

Met als halfwaardetijd: $t_{half} = p \cdot c_v \cdot \ln(2)$

Bijlage 9
Representatieve kD- Drainage



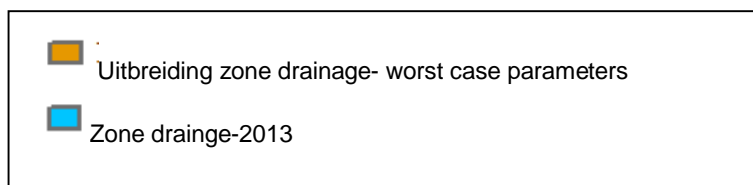
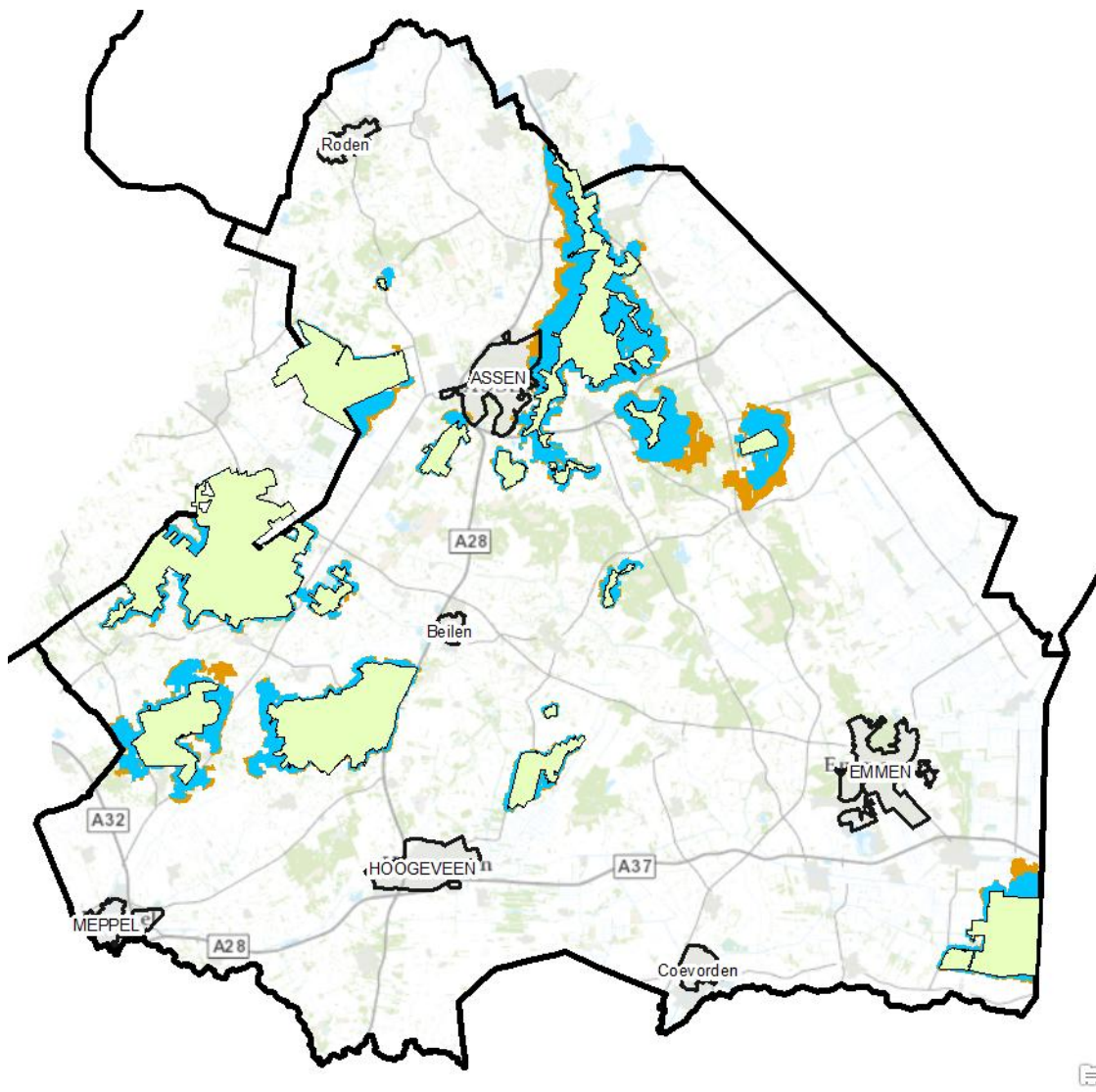
B9.1 Representatieve kD schematisatie MET Peeloweerstand (m2/dag)-drainage (gebaseerd op REGIS v2.1)



B9.1 Representatieve kD schematisatie ZONDER Peeloweerstand (m2/dag)-drainage (gebaseerd op REGIS v2.1).

Bijlage 10

Beinvloedingszone drainage-effectverspreiding via deklaag



Bijlag 10.1 Beïnvloedingszone drainage- uitgaande van effectverspreiding via deklaag/ondiepe zandlagen.

Bijlage 11
Review Deltares

W.J. de Lange en M.J.M. Kuijper, *Deltares Bodem- en Grondwatersystemen, Utrecht, augustus 2015*

Deltares heeft op twee manieren bijgedragen aan dit onderzoek.

1 – Allereerst heeft Deltares een review uitgevoerd op het Grontmij-rapport over de berekening van beïnvloedingszones rond N2000-gebieden in Drenthe, uitgevoerd in 2013 (Schunselaar e.a., 2013¹). In de review (Kuijper, e.a., 2015²) heeft Deltares aangegeven op welke wijze, met de huidige stand van kennis, de zonering rond natuurgebieden in Drenthe kan worden afgeleid, met betrekking tot onttrekkingen voor beregening en het intensiveren van de drainage. Deze aanbevelingen zijn weergegeven in hoofdstuk 1 van het voorliggende rapport. Vervolgens heeft Grontmij deze aanbevelingen verwerkt in een door Deltares en provincie Drenthe begeleid onderzoek in 2015, en beschreven in het voorliggende rapport. Deze rapportage is door Deltares opnieuw gereviewd.

2 – Als adviseur heeft Deltares bijgedragen aan het onderzoek door kennisoverdracht over onderwerpen zoals:

- de betekenis van de freatische lekweerstand (zijnde een rekencel-gebonden parameterwaarde);
- de impact van droogvallen van sloten op de vermindering van demping van grondwaterstandsverlaging door beregening of drainage;
- het inbrengen van het begrip “realistische worst-case” voor beleidsmatige onderbouwing;
- de identificatie van de eind-natte periode als maatgevend moment waarop de verandering van de grondwaterstand (en de kwel) moet worden afgerekend.

Deltares heeft daarnaast met Grontmij de door Grontmij ontwikkelde analytische formules (als variant op de oorspronkelijke Mazure en Hantush formuleringen) gecontroleerd en geanalyseerd op juistheid van de toepassing. De uitkomsten van de berekeningen zijn niet door Deltares gecontroleerd.

In de samenwerking met Grontmij zijn vele grotere en kleinere punten van onderzoek verder gebracht.

Wij vinden dat dit rapport de stand van kennis weergeeft over zonering rond natuurgebieden in Drenthe met oog op beregeningsonttrekkingen en drainage-intensivering. De zonering is gebaseerd op een door Grontmij ontwikkelde methode die als doel heeft voor de gehele provincie, volgens dezelfde (reken)regels te werken. Deltares ziet het gebruik van de afgeleide analytische functies hierin als een inzichtelijke manier om de relaties tussen ingrepen en effecten gebiedsgewijs helder te maken. De berekende zones worden door Deltares gezien als representatief voor een realistische worst-case situatie. Voor beregening kan dit gezien worden als een zomersituatie waarin de tertiaire drainage (buizen, kleine sloten en greppels) niet langer werkt en het secundaire drainagesysteem nog voor de helft actief is. Voor drainage kan de realistische worst-case gezien worden als het einde van de natte periode, in het voorjaar, waarin door verandering in drainage, de hydrologische situatie zal veranderen. Er is daarbij specifiek gekeken naar de aanwezigheid van schijnspiegels en scheidende lagen. In de Hondsrug is door gebruik van de cost-distance-tool sprake van een overschatting van de grootte van de zones voor drainage.

Deltares doet de aanbeveling om de zones voor beregening na circa vijf jaar te herzien/evalueren. De basis voor de huidige berekende zonering bestaat uit de inventarisatie van

¹ Schunselaar, S.S., P.E. Dik en S. Rijpkema (2013) Uitwerking beïnvloedingszones N2000, externe werking drainage en beregening. Grontmij-rapport 324110/ss, 3 juni 2013, Assen.

² Kuijper, M.J.M., W.J. de Lange en R.J. Stuurman (2015) Second-opinion uitwerking beïnvloedingszones Natura2000 in de provincie Drenthe. Deltares-rapport 1210772-000-BGS-0006, Utrecht.

bestaande beregeningsonttrekkingen zoals beschreven in deze rapportage, en het door de Provincie geschetste beeld dat beleid niet voor de eeuwigheid is, maar na vijf jaar wordt geëvalueerd. De bestaande vergunningsgrens voor beregening van $70 \text{ m}^3/\text{d}$ blijft daarbij bovendien gehandhaafd. Deze uitgangspunten hebben geleid tot zones die voor beregeningsonttrekkingen aanzienlijk beperkter zijn dan voor drainage. Dit maakt de beregeningszones direct toepasbaar. Indien in een zone rondom de natura-200-gebieden, bijvoorbeeld de in het rapport gehanteerde 3 km, het drainagesysteem wordt aangepast kan dat directe consequenties hebben op de nu berekende zones voor beregening. Deltares beveelt aan om dit in het nog te ontwikkelen beleid over drainage en beregening op te nemen.

Voor drainage bevelen we aan om verdere inventarisatie van de huidige situatie rond de natuurgebieden uit te voeren, en daaraan de potentiële intensivering / verandering van de drainage te koppelen. Voor veranderingen in kwelgevoelige gebieden wordt aanbevolen om op basis van veranderingen van verticale potentiaalverschillen over scheidende lagen de effecten op kwel en wegzijging te kwantificeren.

Stationsplein 12
9401 LB Assen
Postbus 29
9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
F +31 592 33 06 67
www.grontmij.nl

Verzendbrief

Provincie Drenthe
T.a.v. de heer [REDACTED]
Postbus 122
9400 AC ASSEN

Plaats en datum
Assen, 3 juni 2013

Referentienummer
GM-0102325

Kenmerk
324110

Betreft
Definitief rapport Hydrologische Beïnvloedingszones N2000

Geachte heer [REDACTED],

Hierbij zenden wij u het definitieve rapport Uitwerking beïnvloedingszones N2000; Externe werking drainage en beregening (bijgevoegd als PDF). Tevens is bijgevoegd de Excel tool om individuele aanvragen voor drainage en/of beregening mee door te rekenen. Hiermee beschouwen wij de opdracht als zijnde gereed.

Grontmij Nederland B.V.
Statutair gevestigd te
De Bilt
Handelsregister 30129769

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ter informatie | <input type="checkbox"/> ter wijziging |
| <input type="checkbox"/> ter goedkeuring | <input type="checkbox"/> ter behandeling |
| <input type="checkbox"/> ter controle | <input type="checkbox"/> met dank retour |
| <input checked="" type="checkbox"/> volgens afspraak | <input type="checkbox"/> na inzage retour |
| <input type="checkbox"/> op uw verzoek | <input type="checkbox"/> ter archivering |
| <input type="checkbox"/> ter indiening | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> op verzoek van | <input type="checkbox"/> doorzenden aan: |

Opmerking

Voor inlichtingen vragen naar

[REDACTED], telefoon [REDACTED] of [REDACTED]

Hoogachtend,
Grontmij Nederland B.V.

[REDACTED]
Adviseur water

Titel
Titel

Subtitel
Subtitel

Uitwerking beïnvloedingszones N2000

Externe werking drainage en berekening

Definitief

Provincie Drenthe

Grontmij Nederland B.V.
Assen, 3 juni 2013

Verantwoording

Titel : Uitwerking beïnvloedingszones N2000
Subtitel : Externe werking drainage en beregening
Projectnummer : 324110
Referentienummer : 324110/ss
Revisie : 05
Datum : 3 juni 2013

Auteur(s) : [redacted], [redacted], [redacted]
E-mail adres : [redacted]@grontmij.nl
Gecontroleerd door : [redacted]
Paraaf gecontroleerd : [redacted]
Goedgekeurd door : [redacted]
Paraaf goedgekeurd : [redacted]
Contact : Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12
9401 LB Assen
Postbus 29
9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
F +31 592 33 06 67
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel.....	5
1.3	Werkwijze.....	5
1.4	Leeswijzer	7
2	Analytische uitwerking methode	8
2.1	Algemeen.....	8
2.2	Berekening of drainage?.....	8
2.2.1	Inleiding.....	8
2.2.2	Drainage.....	8
2.2.3	Berekening.....	8
2.3	Invloedsafstand Drainage	10
2.3.1	Stationaire situatie	10
2.3.2	Initiële verlaging op de rand (h_0)	13
2.3.3	Nadere uitwerking afbreekcriterium (h_x)	14
2.4	Invloedsafstand Berekening	15
2.4.1	Grootte van de onttrekking.....	15
2.4.2	Formule van de Glee voor individuele onttrekking berekening	15
2.4.3	Niet stationaire effecten berekening	17
2.4.4	Nadere uitwerking afbreekcriterium (h_x)	18
2.4.5	Vergelijking met praktijkonttrekking Dwingelderveld	19
2.4.6	Vergelijking met recent uitgevoerd onderzoek Rijn Oost.....	20
2.5	Onderbouwing geldigheid en toepassingsbereik formules	21
2.5.1	Formule van Mazure:	21
2.5.2	Formule van de Glee/Hantush	21
2.5.3	Onvolkomenheid	22
2.6	Conclusies.....	22
3	Ruimtelijke uitwerking drainage	24
3.1	Inleiding.....	24
3.2	Schematisatie bodemopbouw.....	24
3.3	Bepaling “onttrekkingslaag” drainage	26
3.4	Schematisatie representatieve k_D en C-waarden	26
3.4.1	Inleiding.....	26
3.4.2	Representatieve K_d	26
3.4.3	C onderzijde	27
3.4.4	C bovenzijde	27
3.4.5	Lekweerstand/ voedingsweerstand	27
3.4.6	Representatieve C-waarde drainage	28
3.5	Ruimtelijke bepaling invloedsafstand.....	28
3.6	Beïnvloedingszones Drainage	29
4	Ruimtelijke uitwerking berekening	31
4.1	Inleiding.....	31
4.2	Bepaling “onttrekkinglaag” berekening	31
4.3	Schematisatie representatieve k_D en C-waarden	32

4.3.1	Representatieve kD waarde.....	32
4.3.2	C bovenzijde	32
4.3.3	C onderzijde	32
4.3.4	Lekweerstand/ voedingsweerstand	33
4.3.5	Representatieve C-waarde	33
4.3.6	Spreadingslengte Berekening.....	33
5	Beoordeling individuele aanvragen.....	34
5.1	Algemeen	34
5.2	Uitwerken tool	34
6	Conclusies en aanbevelingen	35
6.1	Conclusies.....	35
6.1.1	Beïnvloedingszone drainage.....	35
6.1.2	Beïnvloedingszone berekening	37
6.2	Aanbevelingen	37
6.2.1	Drainage.....	37
6.2.2	Berekening.....	38
7	Literatuurlijst.....	39

- Bijlage 1: Onttrekkingregister 2005
- Bijlage 2: Beoordeling MIPWA 2.0 voor bepaling beïnvloedingszones
- Bijlage 3: Keileemupdate TNO december 2011
- Bijlage 4: Kaarten uitwerking beïnvloedingszones drainage
- Bijlage 5: Kaarten uitwerking beïnvloedingszones berekening
- Bijlage 6: Toepassing Mazure voor berekening
- Bijlage 7: Voorkomen keileem en Peelo formatie

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De afgelopen jaren heeft de provincie voor een aantal Natura 2000-gebieden concept beheerplannen opgesteld. In de resterende Natura 2000-gebieden heeft het rijk het initiatief. Op twee waterrelevante onderdelen is er nog aanvullende informatie nodig om tot goed onderbouwde ontwerp beheerplannen te komen, namelijk:

- onderbouwing noodzakelijke watermaatregelen (AGOR en OGOR);
- externe werking in relatie tot het onttrekken van grondwater voor onder andere beregening en drainage (bepalen beïnvloedingszones).

De onderbouwing van noodzakelijke watermaatregelen (AGOR en OGOR) worden per N2000 gebied door (of in opdracht van) de waterschappen technisch uitgewerkt in "Achtergronddocumenten Water". Deze technische uitwerking wordt vervolgens ingebracht in het beheerplan proces, waar belangenafwegingen en definitieve besluitvorming plaatsvinden.

Bij de externe werking gaat het vooral om het voorkomen van een significante beïnvloeding van de habitattypen door drainage en door het onttrekken van grondwater (o.a. beregening) in omliggende landbouwgebieden. Hiervoor is het waterschap bevoegd gezag.

Na de besluitvormingsprocedure voor het beheerplan Natura 2000 kan het waterschap dan het GGOR vaststellen en nadere regelgeving ten aanzien van drainage en het onttrekken van grondwater in de keur opnemen.

Een mogelijke methode om de grootte van de beïnvloedingszones te bepalen is eerder beschreven door Alterra (Spreidingslengte voor het beheergebied van waterschap Veluwe, Alterra rapport 653, 2003). Grontmij heeft deze methode van Alterra nader uitgewerkt en getest voor de N2000 gebieden in het beheersgebied van Reest en Wieden. Het resultaat hiervan is beschreven in de notitie "Bepaling hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000 voor het beheersgebied van Waterschap Reest en Wieden, ten behoeve van onttrekking voor beregening: technische uitwerking", d.d. 20 maart 2012.

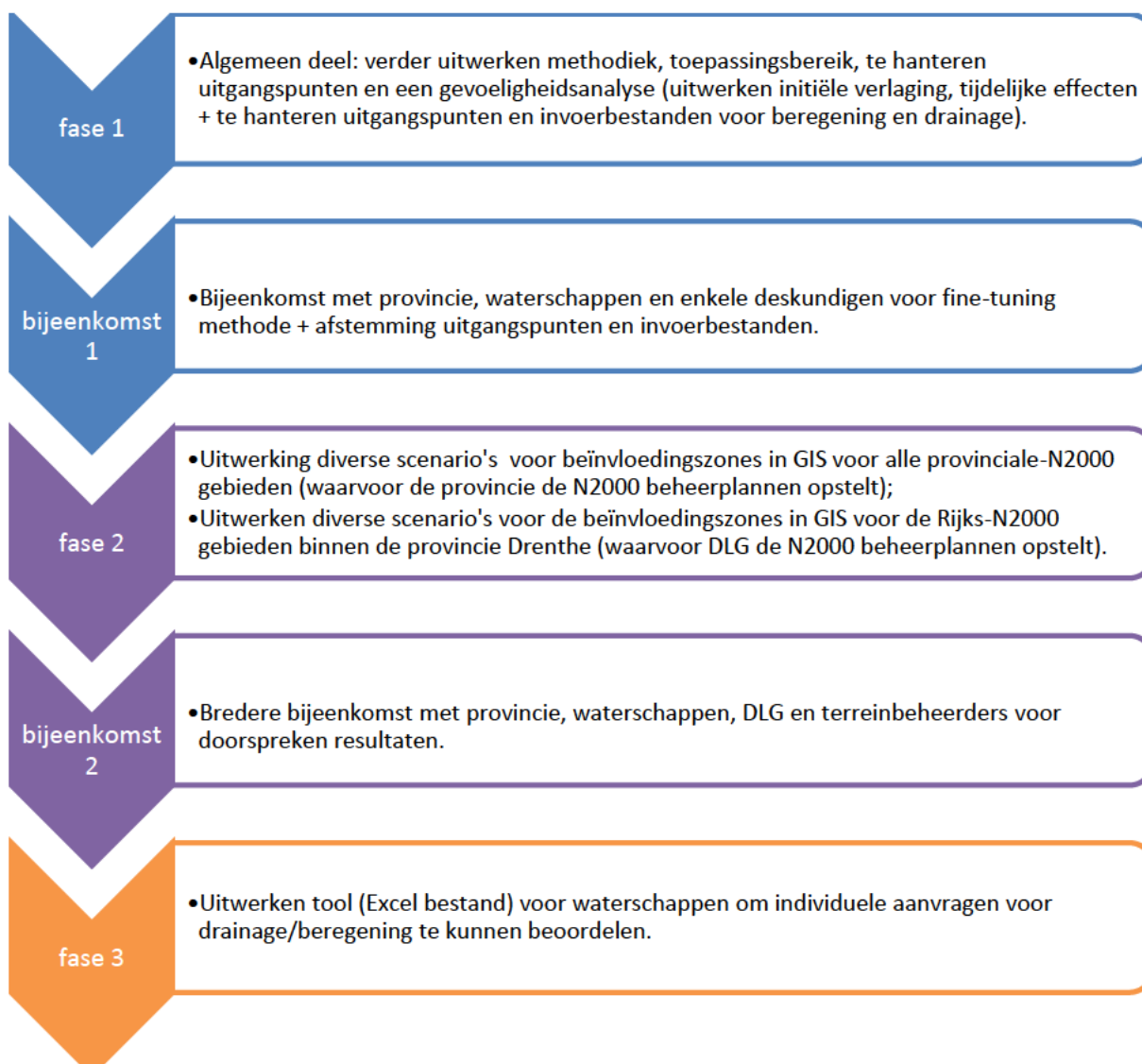
Bovenstaande aanpak is vervolgens besproken met de heer [REDACTED] van het waterschap op 24 april 2012 in Meppel, en met de Provincie Drenthe ([REDACTED], [REDACTED] en [REDACTED]) op 22 augustus 2012 in Assen. Geconcludeerd is dat de methodiek potentie biedt, maar nog wel nader dient te worden uitgewerkt. De provincie neemt hiervoor het voortouw, zodat tijdig input kan worden gegeven aan het N2000 beheerplanproces.

1.2 Doel

Het doel van het onderzoek is het uitwerken van een methode voor het bepalen van hydrologische beïnvloedingszones rond de Natura2000-gebieden in Drenthe. Het uiteindelijke onderzoek zal dienen als technische input voor het beheerplan proces.

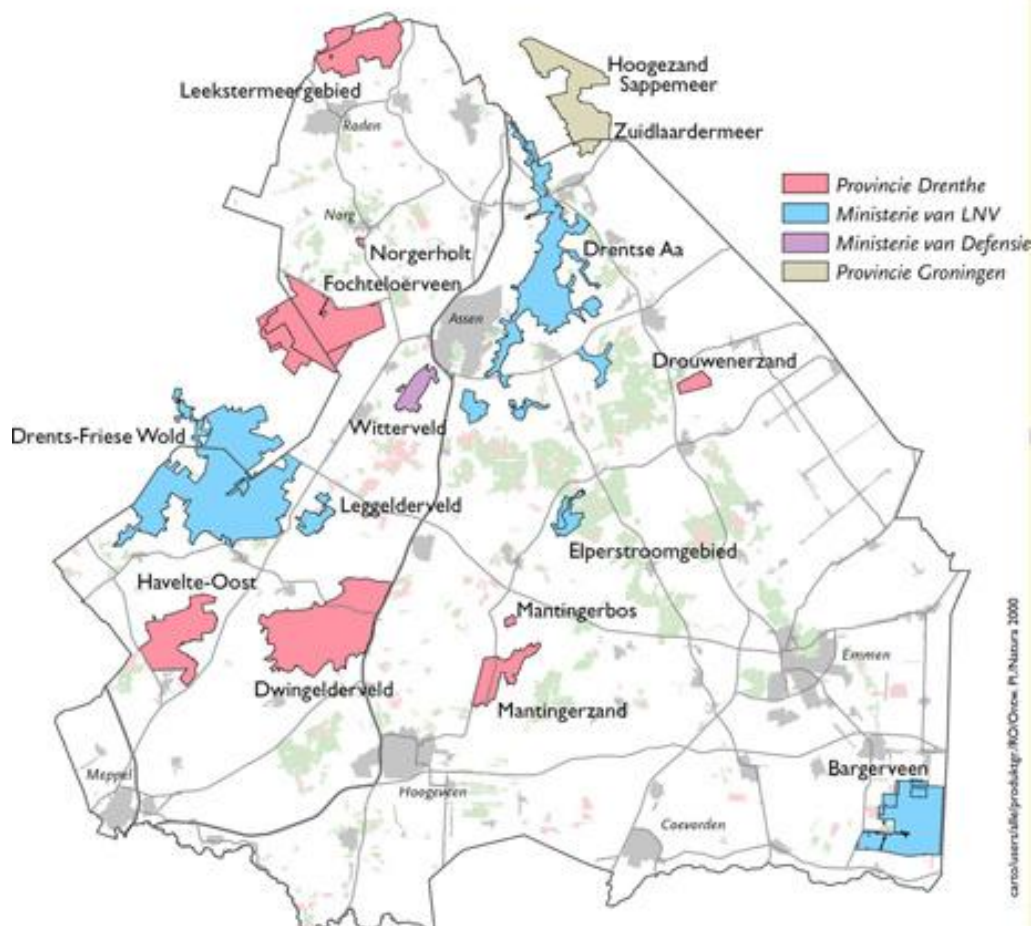
1.3 Werkwijze

Bij de start van het project is de volgende op hoofdlijnen vastgesteld, zie Figuur 1.1:



Figuur 1.1 Schematische weergave stappen plan van aanpak

De systematiek is uitgewerkt voor de grondwatergevoelige N2000 gebieden waarvoor de provincie de beheerplannen opstelt. Echter, het is wenselijk om eenzelfde systematiek voor alle grondwatergevoelige N2000 gebieden te hanteren. Om input te geven aan het beheerplanproces van de overige gebieden is bovenstaande systematiek daarom toegepast voor alle grondwatergevoelige N2000 gebieden in Drenthe. Het is dan aan de andere partijen om te bepalen in hoeverre deze systematiek wordt overgenomen. In onderstaande Figuur 1.2 staat weergegeven welke partij voor welke N2000 gebieden aan zet is. Het Leekstermeer is een gebied waarvoor de Provincie Drenthe aan zet is. In dit gebied zijn echter geen grondwaterafhankelijke doelen opgenomen. Dit gebied is daarom voor deze studie buiten beschouwing gelaten. Alle andere gebieden zijn wel (deels) grondwaterafhankelijk.



Figuur 1.2. Verdeling N2000 gebieden in Drenthe

Gedurende het project is het een zoektocht geweest, naar welke methode en welke basisgegevens het meest geschikt zijn voor het beoogde doel. Tijdens het project is verschillende keren in overleg met de werkgroep de methodiek bijgesteld of is besloten gebruik te maken van andere bronbestanden. In de onderhavige rapportage is, om het overzicht te behouden, alleen het uiteindelijke resultaat opgenomen, op basis van de definitieve werkwijze. In bijlagen 2 en 6 is wel een nadere toelichting gegeven op een tweetal uitwerkingen, die bij de uiteindelijke werkwijze zijn komen te vervallen:

- Een toelichting op de (on)bruikbaarheid van (de database van) het MIPWA v2.0 model (bijlage 2);
- Een toelichting op de (on)bruikbaarheid van de formule van Mazure voor het bepalen van de beïnvloedingszone voor beregening (bijlage 6)

1.4 Leeswijzer

De gekozen methodiek bestaat uit twee hoofdstappen:

- Hoofdstuk 2: Het analytisch bepalen van de invloedsafstand van beregening/drainage uitgaande van een geschematiseerde bodemopbouw.
- Hoofdstuk 3 en 4: Het ruimtelijke vertalen van de invloedsafstand naar een beïnvloedingszone voor respectievelijk drainage en beregening rekening houdend met ruimtelijke variatie in de ondergrond.
- In hoofdstuk 5 wordt vervolgens nog een toelichting gegeven op de bij dit onderzoek behorende Excel-tool, voor het individueel beoordelen van vergunningaanvragen voor beregening.
- De conclusies en aanbevelingen zijn samengevat in hoofdstuk 6.

Een literatuurlijst is opgenomen in hoofdstuk 7.

2 Analytische uitwerking methode

2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk is de analytische methode voor het bepalen van de invloedsafstand nader uitgewerkt. Daarbij is in het bijzonder aandacht geweest voor de volgende aspecten:

- Verschil tussen beregening en drainage;
- Initiële verlaging op de rand van het onttrekkinggebied;
- Bepaling afbreekcriterium: welke verlaging is toegestaan in het N2000 gebied?
- Stationaire bepaling van de invloedsafstand;
- Niet stationaire aspecten.

De formules zijn zoveel mogelijk aan de hand van concrete voorbeelden toegelicht. Hiervoor zijn enkele representatieve, in het gebied voorkomende schematisaties vergeleken.

2.2 Beregening of drainage?

2.2.1 Inleiding

Voor het bepalen van de beïnvloedingszone is het een groot verschil of er sprake is van drainage of beregening.

2.2.2 Drainage

Voor drainage geldt dat water onttrokken zal worden vanuit het ondiepe grondwater. In gebieden met een ondiepe slecht doorlatende laag, zoals keileem, zal het effect zich dan voornamelijk verspreiden via de zandlaag hierboven. De beïnvloedingzone zal in dit geval een beperkte omvang hebben. In gebieden zonder (of met een dunne) ondiepe slecht doorlatende laag, waar het freatische grondwater onderdeel uitmaakt van een groter watervoerend pakket, zal het effect groter zijn en ook verspreiden via het watervoerende pakket

Waar beregening maximaal enkele malen per jaar wordt ingezet, treedt drainage veel vaker in werking. De drainage zal in veel gebieden meerdere maanden per jaar afvoeren. Veelal is er sprake van een verlaging van de GHG, GVG en ook de gemiddelde grondwaterstand. In de GLG situatie zakt de grondwaterstand uit en valt de drainage droog. De grootte van de verlaging wordt dan bepaald door de diepteligging van de drainage, die in veel gebieden boven de keileem wordt aangebracht. Echter, ook buiten de keileemgebieden wordt drainage toegepast.

Door de langere afvoerperiode is het mogelijk om de beïnvloedingzone voor drainage met een stationaire formule te bepalen. Omdat drainage verder over relatief grote gebieden plaatsvindt, is de **stationaire formule van Mazure** daarbij geschikt om de invloedsafstand te bepalen.

2.2.3 Beregening

Voor beregening wordt onttrokken vanuit diepere, goed doorlatende, watervoerende pakketten. Het effect (de stijghoogteverlaging) zal zich dan ook vooral verspreiden via het diepere grondwater. Dit betekent dat effecten in het watervoerende pakket over een vrij grote afstand kunnen doorwerken. Afhankelijk van de bodemopbouw (aanwezigheid keileem/veen/kleilagen) en de aanwezigheid van oppervlaktewater zal dit effect uitdempen naar boven toe, naar het freatische grondwater.

Berekening vindt niet het hele jaar door plaats, maar is seizoensgebonden. Voor de effecten op de N2000 gebieden zijn twee situaties te beschouwen:

- Het vroege voorjaar (GVG situatie);
- Een droge zomer (GLG situatie).

Gewoonlijk vindt berekening van gewassen met name plaats in een droge zomersituatie. Daarnaast hebben we de afgelopen jaren te maken gehad met droge voorjaarsituaties en is er bovendien sprake van klimaatverandering. Dit heeft ondermeer ertoe geleid dat de afgelopen jaren er steeds meer berekening plaats vindt in het vroege voorjaar.

Voor het bepalen van de effecten maakt het verder nog uit voor welk gewas berekend wordt. In Drenthe is in de afgelopen jaren de bollenteelt (en in het bijzonder de lely- en tulpenteelt) in opkomst geweest, veelal op droogtegevoelige zandgronden. Voor deze teelt worden strenge voorwaarden gesteld aan de optredende grondwaterstanden en dynamiek. Deze mag maximaal variëren van circa 50 cm –mv in het groeiseizoen (eind maart t/m juli) tot 60 à 80 cm –mv in de winter. De vochtbehoefte is groot: er wordt gerekend met een dagelijkse behoefte van 6 mm (bron: “Zo worden lilies geteeld”, De Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur, 2009 en “Bodem en bemesting in de bollenteelt”, Proeftuin Zwaagdijk en het Louis Bolk Instituut, 2008). De praktijk leert dat in een droog voorjaar de eerste berekening al plaatsvindt in april..

Voor andere gewassen (met name aardappelen) wordt in Drenthe over het algemeen minder berekend, en ook later in het seizoen, in de periode van juni tot september. In de praktijk wordt ook niet op alle percelen tegelijk berekend. Elke ondernemer maakt hierbij een andere afwijking, op basis van bodemtype, gewas en bedrijfsspecifieke omstandigheden (b.v. één beregeningspomp per bedrijf die roulerend wordt ingezet).

Uit eerder onderzoek in opdracht van de werkgroep Rijn Oost (Arcadis 2012) blijkt dat de jaarlijkse beregeningsgift circa 80- 100 mm /jaar bedraagt bij intensief beregende landbouwgebieden. Deze gift vindt als volgt plaats: 1 tot 5x per jaar wordt een gift van 20-25mm per keer gegeven. De duur van deze gift bedraagt 2-6 dagen, afhankelijk van de pompcapaciteit en of alleen overdag of ook 's nachts wordt beregend.

In 2005 heeft de provincie Drenthe een overzicht gemaakt van het voor berekening onttrokken grondwater. Een grove schatting komt uit op een gemiddelde onttrekking van 1.3 miljoen m³/jaar voor hoogsalderende teelten en voor de landbouw totaal 4 miljoen m³/jaar. Dit is ca. 5% van de totale onttrekking in Drenthe (t.b.v. drinkwaterwinning, industrie en landbouw). De grondwateronttrekking voor berekening heeft in Drenthe lang niet zo'n grote vlucht genomen als in bijvoorbeeld de provincie Noord-Brabant. De gegevens uit het onttrekkingregister van dat jaar zijn opgenomen in bijlage 1.

Het totale oppervlakte van Drenthe beslaat 2680,37 km². Uitgaande van alle geregistreerde putten (1011: worst case, slechts circa 250 hiervan zijn jaarlijks in gebruik) is de onderlinge afstand tussen twee putten gemiddeld 1,6 km. Echter niet het hele oppervlak bestaat uit potentiaal beregend landbouwareaal. Wanneer 20% van de grond potentieel beregend landbouwareaal is, dan is de onderlinge afstand tussen putten gemiddeld 800 m. Onderlinge beïnvloeding treedt dan alleen op bij een invloedsafstand groter dan 400 m, of in gebieden waar er sprake is van een concentratie van beregeningsputten.

Door het kortdurende karakter van berekening en het feit dat de onderlinge afstand tussen putten in Drenthe vrij groot is, is het niet mogelijk om de stationaire formule van Mazure toe te passen voor berekening. In plaats daarvan is voor berekening een alternatieve methode uitgewerkt uitgaande van de **formules van de Glee (Stationair) en Hantush (niet-stationair)**.

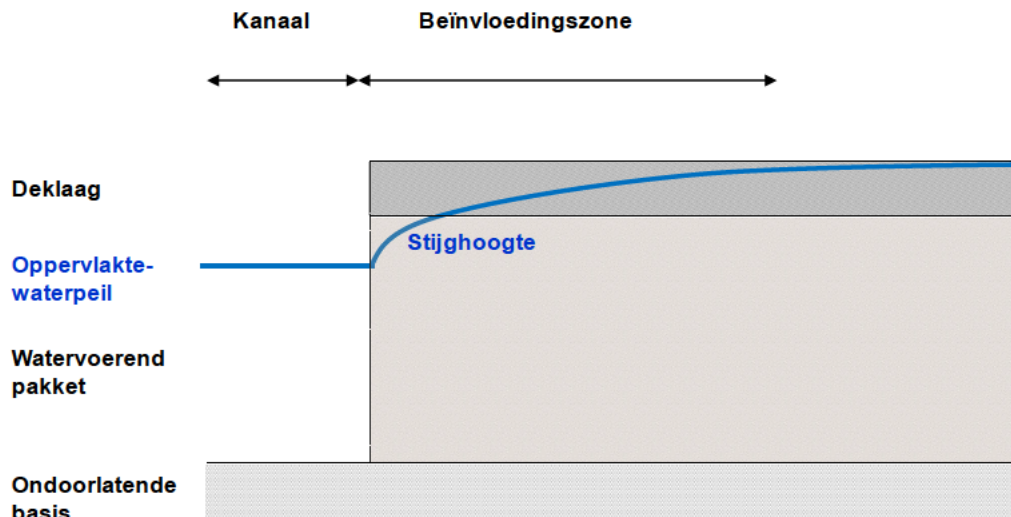
In onderstaande paragrafen is de methode nader uitgewerkt voor drainage en berekening.

2.3 Invloedsafstand Drainage

2.3.1 Stationaire situatie

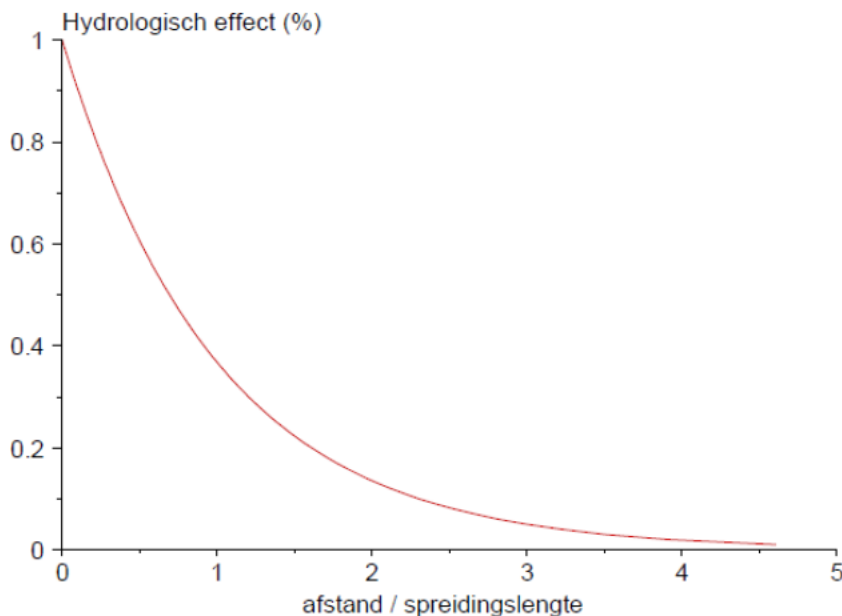
Verlaging in watervoerend pakket

De basis van de gehanteerde methode voor het bepalen van de beïnvloedingszones vormen de formules van Mazure (1936) en Edelman (1972). Deze formules zijn gebaseerd op effectberekeningen in het 1^e watervoerende pakket, uitgaande van het principe van superpositie van effecten, en zijn alleen geldig voor stationaire stromingssituaties, zie Figuur 2.1.



Figuur 2.1 Schematisatie werking formule van Mazure

Aan de hand van onderstaande Figuur 2.2 kan worden geconcludeerd dat effecten van een verlaging in theorie oneindig ver doorwerken. Praktisch gezien blijkt echter dat op een afstand groter dan driemaal de spreidingslengte nog maar een beïnvloeding van 5% plaatsvindt¹.



Figuur 2.2 Relatie afstand/spreidingslengte en hydrologische effect (%) voor gebieden met een rechte grens

¹ Uitgaande van een niet-radiale schematisatie

Doorwerking verlaging naar freatisch grondwater

Meestal is men bij beïnvloedingzones geïnteresseerd in de beïnvloeding van de freatische grondwaterstand. Hoe het effect in het watervoerende pakket doorwerkt naar het freatisch grondwater kan met de volgende formule worden bepaald:

$$h_{fr}(x) = \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_b} \cdot h_0 e^{-\frac{x}{\lambda}}$$

Met:

$h_{fr}(x)$: freatische grondwaterstand op afstand x (m)
h_0	: verlaging stijghoogte op $x=0$ (m)
λ	: spreidingslengte ($\sqrt{kD c}$) (m)
c	: representatieve weerstand boven en onder drainagelaag (d)
kD	: doorlaatvermogen (m^2/d)
c_{dr}	: drainageweerstand (d)
c_b	: weerstand slecht doorlatende lagen boven drainagelaag (d)

Bij het bepalen van de spreidingslengte (λ) wordt rekening gehouden met voeding van boven en/of onder de drainagelaag door middel van de representatieve weerstand (c). Deze wordt als volgt bepaald:

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

Waarbij:

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

Bovenstaande toevoeging c_o is alleen nodig in gebieden waar onder de drainagelaag nog een weerstandbiedende laag voorkomt. Waar het watervoerende pakket doorloopt tot aan de hydrologische basis, is deze toevoeging niet nodig.

Bovenstaande formule kan dan als volgt worden vereenvoudigd:

$$h_{fr}(x) = h_{wvp}(x) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_b}$$

Met:

$h_{fr}(x)$: freatische grondwaterstand op afstand x (m)
h_{wvp}	: verlaging stijghoogte op $x=0$ (m)
c_{dr}	: drainageweerstand (d)
c_b	: weerstand slecht doorlatende lagen boven drainagelaag (d)

NB De grootte van neerslagoverschot kan vanwege het superpositiebeginsel buiten beschouwing gelaten worden.

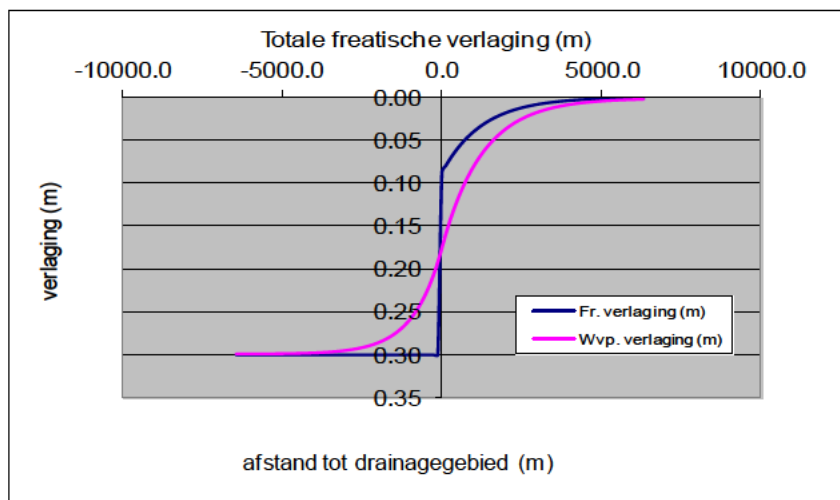
Toepassing voor drainage

Voor het bepalen van de invloedafstand van drainage kan bovenstaande methode als volgt worden toegepast (zie figuur 2.3):

Stel een gedraineerd gebied links en een niet-gedraineerd gebied rechts. Het gedraineerde gebied heeft een verlaagde freatische grondwaterstand van bijvoorbeeld 0,30 m. In het watervoerende pakket op grote afstand van de gebiedsgrens heeft de stijghoogte zich ingesteld op een constant niveau. Er vindt geen stroming plaats. Dit betekent ook dat er geen uitwisseling is met

het freatisch grondwater. De verlaging in het watervoerend pakket op grote afstand van de gebiedsgrens is dan gelijk aan de freatische verlaging van 30 cm.

Op de grens tussen gedraineerd en niet-gedraineerd gebied is bij een gelijke geohydrologische situatie aan weerszijden de verlaging precies de helft hiervan. Die gelijke geohydrologische situatie is echter niet van toepassing door de drainage: links, in het gedraineerde gebied, is sprake van een vaste verlaging in het freatisch grondwater, ongeacht voeding van eventueel aanwezig oppervlaktewater (de drain moet dan harder werken). Het effect in het watervoerend pakket wordt dan alleen bepaald door het potentiaal verschil met het freatisch grondwater en de weerstand in de deklaag. Rechts, buiten het gedraineerde gebied, zal het effect in het watervoerende pakket uitdempen via voeding van boven dat doorwerkt via het freatisch grondwater en het oppervlaktewater. De verlaging op de rand iets meer zijn dan de helft van de initiële verlaging op oneindige afstand. Wanneer de deklaag ontbreekt is de verlaging in het watervoerend pakket gelijk aan die in het freatisch grondwater.



Figuur 2.3 Schematisatie verlaging drainage met Mazure

In gebieden zonder significante deklaag kan de invloedsafstand behoorlijk oplopen, zie de voorbeeldberekeningen in Tabel 2.1. Hoe groter het doorlaatvermogen en hoe groter de totale (representatieve) weerstand, hoe groter de invloedsafstand in het watervoerende pakket. Naar het freatisch grondwater toe dempt het effect weer uit, afhankelijk van de verhouding tussen de drainageweerstand en de weerstand van de deklaag.

Tabel 2.1 Stationaire invloedsafstand drainage voor gebieden zonder keileem uitgaande van een vaste verlaging door drainage van 0,3 m en een maximale verlaging van 5 cm op de rand van het N2000 gebied

	C _{drain} dagen	C _{deklaag} dagen	kD m ² /dag	C _{esl} dagen	verlaging rand m	invloedsafstand (fr) m	invloedsafstand (WVP) m
gebieden zonder keileem	200	1	4000	nvt	0,3	1500	1550
	200	100	4000	nvt	0,3	1000	1500
	100	100	4000	nvt	0,3	500	1100
	50	1	4000	nvt	0,3	750	750
	200	100	600	nvt	0,3	400	600
	100	1	600	nvt	0,3	400	400
	100	1	250	nvt	0,3	300	300

Voor gebieden met een ondiepe slecht doorlatende laag, zoals bijvoorbeeld de keileemgebieden in Drenthe, kan de invloedsafstand op twee manieren freatisch doorwerken:

1. Ervan uitgaande dat het effect zich verplaatst via de dunne zandlaag boven de keileem. Aanname is daarbij dat het de stijghoogte onder de keileem niet wordt verlaagd.
2. Ervan uitgaande dat de keileem "lek" is, en het effect van drainage zich voornamelijk verplaatst via het onderliggende watervoerende pakket. Deze heeft immers een groter doorlaatvermogen en een grotere spreidingslengte.

In onderstaande tabel is het effect van beide situaties weergegeven. Opgemerkt wordt dat beide beïnvloedingswegen zullen werken. Het maximum van beide benaderingen geeft een goede indruk van de grootte van het beïnvloedingsgebied.

Tabel 2.2 Stationaire invloedsafstand drainage voor keileemgebieden uitgaande van een vaste verlaging door drainage van 0,3 m en een maximale verlaging van 5 cm op de rand van het N2000 gebied

	Cdrain dagen	Cdeklaag dagen	kD m ² /dag	Cesl dagen	verlaging rand m	invloedsafstand (fr) m	invloedsafstand (WVP) m
met keileem, effect via zandlaag boven de keileem	200	5	30	1000	0,3	115	nvt
	200	5	30	100	0,3	70	nvt
	200	5	3	100	0,3	20	nvt
	100	5	3	100	0,3	20	nvt
met keileem, effect via 1e WVP	200	1000	600	nvt	0,3	0	1000
	200	500	600	nvt	0,3	0	750
	200	400	600	nvt	0,3	60	700
	200	100	600	nvt	0,3	400	600
	200	100	150	nvt	0,3	200	300
	100	100	150	nvt	0,3	100	200

In gebieden met een keileemweerstand (of andere ondiepe weerstand) hoger dan circa 400 dagen zal het effect van drainage zich alleen verspreiden via de zandlaag er boven (uitgaande van een drainageweerstand van gemiddeld 200 dagen in keileemgebieden. Wanneer wordt uitgegaan van een drainageweerstand van 300 dagen ligt deze grens bij 600 dagen. Bij een drainageweerstand van 100 dagen ligt de grens bij 200 dagen). De berekende invloedsafstand voor drainage blijft in deze keileemgebieden beperkt tot maximaal 115 m. Bij lage keileemweerstand vindt al snel een omslagpunt plaats waarbij het effect zich verspreid via het watervoerende pakket onder de keileem. Bij een keileemweerstand van 100 dagen kan de freatische invloedsafstand oplopen tot circa 400 m.

2.3.2 Initiële verlaging op de rand (h_0)

In tabel 2.2 is uitgegaan van een initiële freatische verlaging van 0,3 m op de rand van het gedraineerde gebied. Deze waarde is afkomstig van eerder onderzoek naar de effecten van drainage op N2000 gebieden (Grontmij, 2009). Aan de hand van het MIPWA model is toen berekend dat de verlaging van de freatische grondwaterstand in landbouwgebieden gemiddeld genomen circa 0,3 m bedraagt. Lokaal varieert deze echter van <0,1 m tot lokaal > 0,5 m.

Om het effect van bovengenoemde variatie op de berekende invloedsafstanden in beeld te brengen, zijn met Mazure een aantal bodemschematisaties doorgerekend. Het resultaat is weergegeven in tabel 2.3. In gebieden met keileem is aangenomen dat de drainage altijd boven de keileem wordt aangebracht. In gebieden zonder keileem is aangenomen dat de drainage door de deklaag heen snijdt tot in het 1^e watervoerend pakket.

Tabel 2.3 Effect initiële verlaging (h_0) op freatische invloedsafstand voor drainage

	Cdrain	Cdeklaag	kD	Cesl	invloedsafstand (fr)	invloedsafstand (fr)	invloedsafstand (fr)
	dagen	dagen	m2/dag	dagen	h0 15 cm	h0 30 cm	h0 45 cm
gebieden zonder keileem	200	1	4000	nvt	900	1500	1900
	200	100	4000	nvt	300	1000	1500
	100	100	4000	nvt	0	500	900
	50	1	4000	nvt	400	750	950
	200	100	600	nvt	100	400	600
	100	1	250	nvt	150	300	350
met keileem, effect via zandlaag boven de keileem	200	5	30	1000	65	115	150
	200	5	30	100	40	70	90
	200	5	3	100	10	20	30
	100	5	3	100	10	20	25
met keileem, effect via 1e WVP	200	1000	600	nvt	0	0	0
	200	500	600	nvt	0	0	200
	200	400	600	nvt	0	60	300
	200	100	600	nvt	100	400	600
	200	100	150	nvt	50	200	300
	100	100	150	nvt	0	100	150

De bandbreedtes van effecten zijn het grootst in gebieden zonder keileem, waar het effect ook bij 0,3 m al relatief groot was.

Wat verder opvalt is dat bij een grotere initiële verlaging het effect eerder doorwerkt onder de keileem, en via het watervoerend pakket verspreid.

2.3.3 Nadere uitwerking afbreekcriterium (h_x)

Zoals al eerder toegelicht werkt een verlaging in theorie oneindig ver door. In de formule van Mazure moet daarom een verlaging h_x worden ingevoerd, waarbij wordt aangenomen dat er geen (significant) hydrologisch effect meer optreedt.

Bij numerieke grondwatermodellen wordt veelal aangenomen dat bij een freatische verlaging van minder dan 5 cm er geen significant hydrologisch effect meer optreedt ter plaatse van de habitattypen. Dit is echter vooral een gevolg van de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van het numerieke model zelf. Met name bij kwelafhankelijke vegetaties is bekend dat ook een hydrologisch effect kleiner dan 5 cm significant kan zijn. Waterschap Hunze en Aa's is in het verleden daarom ook wel uitgegaan van een beïnvloeding tot 5% van het effect (95% demping). Bij een kleine verlaging krijg je dan echter wel een onevenredig grote beïnvloedingszone.

In onderstaande tabel zijn de berekende invloedsafstanden weergegeven uitgaande van een afbreekcriterium van respectievelijk 5 en 2 cm.

Tabel 2.4 Stationaire invloedsafstanden formule van Mazure voor drainage bij afbreekcriterium van respectievelijk 5 en 2 cm

	Cdrain	Cdeklaag	kD	Cesl	verlaging rand	invloedsafstand (fr)	invloedsafstand (fr)
	dagen	dagen	m2/dag	dagen	m	afbreekcriterium 5 cm	afbreekcriterium 2 cm
gebieden zonder keileem	200	1	4000	nvt	0,3	1500	2400
	200	100	4000	nvt	0,3	1000	2000
	100	100	4000	nvt	0,3	500	1300
	50	1	4000	nvt	0,3	750	1200
	200	100	600	nvt	0,3	400	800
	100	1	250	nvt	0,3	300	400
met keileem, effect via zandlaag boven de keileem	200	5	30	1000	0,3	115	180
	200	5	30	100	0,3	70	110
	200	5	3	100	0,3	20	35
	100	5	3	100	0,3	20	30
met keileem, effect via 1e WVP	200	1000	600	nvt	0,3	0	200
	200	500	600	nvt	0,3	0	500
	200	400	600	nvt	0,3	60	600
	200	100	600	nvt	0,3	400	800
	200	100	150	nvt	0,3	200	400
	100	100	150	nvt	0,3	100	300

In gebieden zonder keileem (o.a. de beekdalen) wordt de freatische invloedsafstand circa twee keer zo groot, uitgaande van een afbreekcriterium van 2 cm in plaats van 5 cm.

Voor de keileemgebieden kan het volgende worden geconcludeerd:

- wanneer wordt uitgegaan dat het effect van de drainage zich alleen verspreid via de zandlaag boven de keileem is het effect van een kleiner afbreekcriterium beperkt. Er is wel sprake van circa een verdubbeling van de invloedsafstand, maar deze blijft nog steeds grotendeels kleiner dan 50 m in gebieden waar de keileem ondiep is (klein doorlaatvermogen van het zandlaagje erboven) tot maximaal 150 m waar de keileem relatief diep ligt (bovenkant > 5 m -mv).
- Bij een afbreekcriterium van 2 cm zien we echter dat nu ook in gebieden met een dikke keileemlaag er wel degelijk effecten optreden via het onderliggende watervoerende pakket. Ook in gebieden met keileem wordt nu een relatief grote freatische invloedsafstand berekend tot maximaal 800 m.

Geadviseerd wordt om per N2000 gebied in het kader van de beheerplannen deze randvoorwaarde nader te bepalen, in overleg met ecologen/ terreinbeheerders.

2.4 Invloedsafstand Berekening

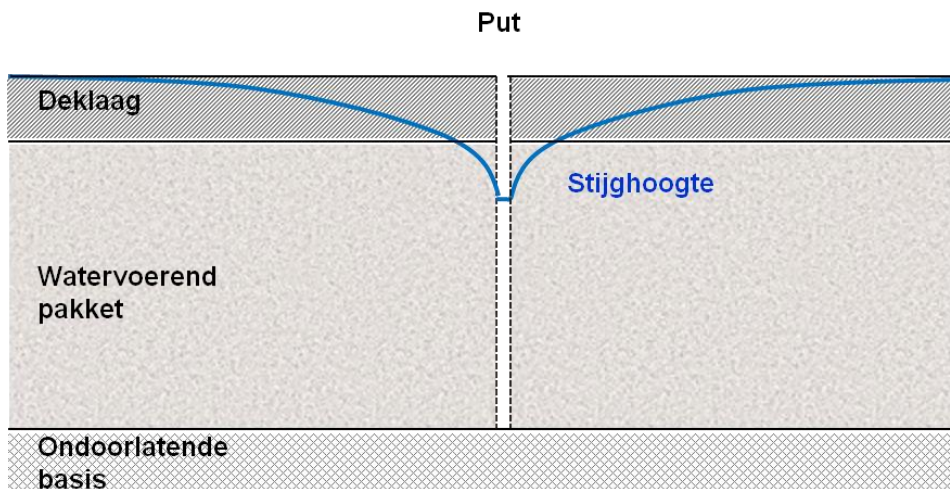
2.4.1 Grootte van de onttrekking

Voor dit onderzoek is uitgegaan van een maximale onttrekkingshoeveelheid van 70 m³/uur, voor één beregeningspunt. Dit is een redelijke worst case aanname, die vooral representatief is voor midden- en zuidwest Drenthe (blijkt uit een inventarisatie bij een tweetal boorbedrijven, en een onttrekkingsproef in Dwingeloo). Voor andere gebieden in Drenthe kunnen lagere onttrekkingsdebieten worden aangehouden. Voor bijvoorbeeld de Drenthse Aa zou volgens LTO een pompcapaciteit van 60m³/uur en een werkelijk debiet van 30-40 m³/uur representatief zijn. Bij de recente studie voor Rijn-Oost (Onderzoek tbv onttrekkingsregels grondwater Rijn-Oost, 2012) is uitgegaan van een werkelijke onttrekking van 60 m³/uur.

2.4.2 Formule van de Glee voor individuele onttrekking berekening

In de praktijk (van dit moment) liggen beregeningsputten vaak zover uit elkaar dat de formule van Mazure niet meer geldig is. In plaats daarvan wordt de berekening benaderd als een individuele onttrekking. Per geval dient dan te worden beoordeeld of er sprake is van mogelijke onderlinge beïnvloeding van nabij gelegen putten. In dat geval kunnen de berekende verlagingen worden opgeteld.

Het effect van deze individuele onttrekkingen kan worden bepaald met de formule van de Glee, zie figuur 2.4.



Figuur 2.4 Schematisatie volgens de Glee

Uitgangspunten:

- horizontale, radiale stroming in één homogeen isotroop watervoerend pakket naar één volkomen bron
- verticale stroming door de semi-permeabele laag
- freatisch vlak op constant niveau gehandhaafd
- stationair

Stromingsvergelijking:

$$\frac{d^2 \Delta h}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{d\Delta h}{dr} - \frac{\Delta h}{kD \cdot c} = 0$$

Randvoorwaarden:

$r = \infty$, dan $\Delta h = 0$;

$r = r_w$, dan $Q = Q_w$.

Oplossingsformules:

Algemene oplossing

$$h(r) = \frac{Q}{2 \pi kD} \cdot K_0\left(\frac{r}{\lambda}\right)$$

Met

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

waarin:

λ	: Spreidingslengte [m]
$h(r)$: verlaging grondwaterstand/stijghoogte op afstand x (m)
Q	: debiet op $r=0$ (m ³ /etm)
K_0	: Besselfunctie (-)
r	: afstand tot onttrekking (m)
kD	: doorlaatvermogen (m ² /d)
c	: representatieve weerstand (d)

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

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

Waarbij:

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

Bovenstaande toevoeging c_o is alleen nodig in gebieden waar onder de onttrekkinglaag nog een weerstandbiedende laag voorkomt. Waar het watervoerende pakket doorloopt tot aan de hydrologische basis, is deze toevoeging niet nodig.

In onderstaande tabel zijn voor verschillende bodem schematisaties de effecten van een individuele beregeningsput weergegeven, uitgaande van een onttrekking van 70 m³/uur, en een afbreekcriterium van 5 cm.

Tabel 2.5 Berekende beïnvloedingszone individuele beregeningsput stationair de Glee

	C-drainage (d)	C _b (dagen)	kD (m ² /dag)	C _o (dagen)	Invloedsafstand (m) freatisch	Invloedsafstand (m) WVP
1. keileem op groot WVP	200	1000	4000	nvt	25	1400
2a. dunne deklaag op groot WVP	200	100	4000	nvt	400	700
2b. dunne deklaag op groot WVP	50	100	4000	nvt	100	500
3. keileem op WVP, op URK-klei	200	1000	600	300	300	800
4. keileem op peelo zand	200	1000	300	nvt	700	1600

2.4.3 Niet stationaire effecten berekening

Zoals in paragraaf 2.2 is beschreven vindt berekening over het algemeen kortdurend plaats, gedurende enkele dagen, en vaak zelfs alleen overdag of 's nachts. De berekende stationaire eindverlagingen geven dan een overschatting van het effect. Voor berekening zijn daarom ook de niet-stationaire effecten nader uitgewerkt, op basis van de formule van Hantush:

$$h_{fr}(r, t) = \frac{Q}{2\pi kD} \cdot K_0\left(\frac{r}{\lambda}\right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{p} \cdot \left(\frac{1}{c_{dr}} + \frac{1}{c_b}\right)}\right) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_b}$$

met

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

waarin:

r	: afstand tot onttrekking (m)
t	: tijd (d)
$h_{fr}(r, t)$: freatische grondwaterstand op afstand x (m) op tijdstip t (d)
Q	: debiet op r=0 (m ³ /etm)
K_0	: Besselfuncties (-)
λ	: spreidingslengte (m)
kD	: doorlaatvermogen (m ² /d)
c	: vervangende weerstand (d)
c_{dr}	: drainageweerstand (d)
c_b	: weerstand bovenliggend pakket (d)
p	: effectieve porositeit (-)

Bij het bepalen van de spreidingslengte wordt ook hier 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)

Naast het tijdelijke effect van de onttrekking zelf spelen er ook nog seizoenseffecten: afhankelijk van de grondwaterstand zullen verschillende ontwateringsmiddelen deelnemen aan het drainageproces. Dit heeft tot gevolg dat de drainageweerstand onder natte omstandigheden (GVG-situatie) lager is dan onder droge omstandigheden (GLG situatie).

Op basis van in paragraaf 2.2 weergegeven kennis zijn enkele karakteristieke beregeningsvarianten gedefinieerd, die worden gebruikt voor het illustreren van de (niet-stationaire) effecten van de berekening:

- Alleen overdag: 12 uur onttrekking;
 - Kort en intensief: uitgaande van een duur van 2 dagen (2x 24 uur beregenen);
 - Extreem: uitgaande van een duur van 10 dagen, non-stop onttrekking.
- Zie tabel 2.6.

Tabel 2.6 Beschouwde beregeningsvarianten

Variant	Gift (m3/uur)	Duur (d)	Periode
Alleen overdag	70	0,5	Zomer
Kort en intensief	70	2	Zomer
Extreem	70	10	Zomer
Stationair	70	oneindig	Zomer

Wanneer rekening wordt gehouden met het niet-stationaire aspect worden de verlagingen nog kleiner, met name in het freatisch grondwater, zie tabel Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Niet-stationaire effecten berekening individuele onttrekking, uitgaande van een onttrekkinggebied van 70 m3/uur en maximale freatische verlaging van 5 cm op de rand (Hantush)

	C-drainage (d)	C-boven (d)	C-onder (d)	kD (m2/dag)	Invloedsafstand (m) freatisch	Invloedsafstand (m) WVP
1. keileem op groot WVP	200	1000	nvt	4000		
Alleen overdag (12 uur)					0	900
Kort en intensief (2 dagen)					0	1300
Extreem (10 dagen)					0	1400
Stationair					25	1400
2a. dunne deklaag op groot WVP	200	100	nvt	4000		
Alleen overdag (12 uur)					0	700
Kort en intensief					10	700
Extreem					300	700
Stationair					400	700
2b. dunne deklaag op groot WVP	50	100	nvt	4000		
Alleen overdag (12 uur)					0	500
Kort en intensief					5	500
Extreem					80	500
Stationair					100	500
3. keileem op WVP, op URK	200	1000	300	600		
Alleen overdag (12 uur)					0	700
Kort en intensief					0	800
Extreem					80	800
Stationair					300	800
4. keileem op peelo zand	200	1000	nvt	300		
Alleen overdag (12 uur)					0	900
Kort en intensief					20	1400
Extreem					300	1600
Stationair					700	1600

Uitgaande van een gemiddelde beregeningsduur van circa 2 dagen is de freatische invloedsafstand van de onttrekking beperkt tot maximaal 20 m. Alleen in zeer extreme situaties wanneer over een langere periode wordt onttrokken, bijvoorbeeld 10 dagen reikt de freatische invloed verder tot maximaal 300 m. De effecten in het watervoerende pakket zijn wel groter, oplopend tot ruim 1500 m.

2.4.4 Nadere uitwerking afbreekcriterium (h_x)

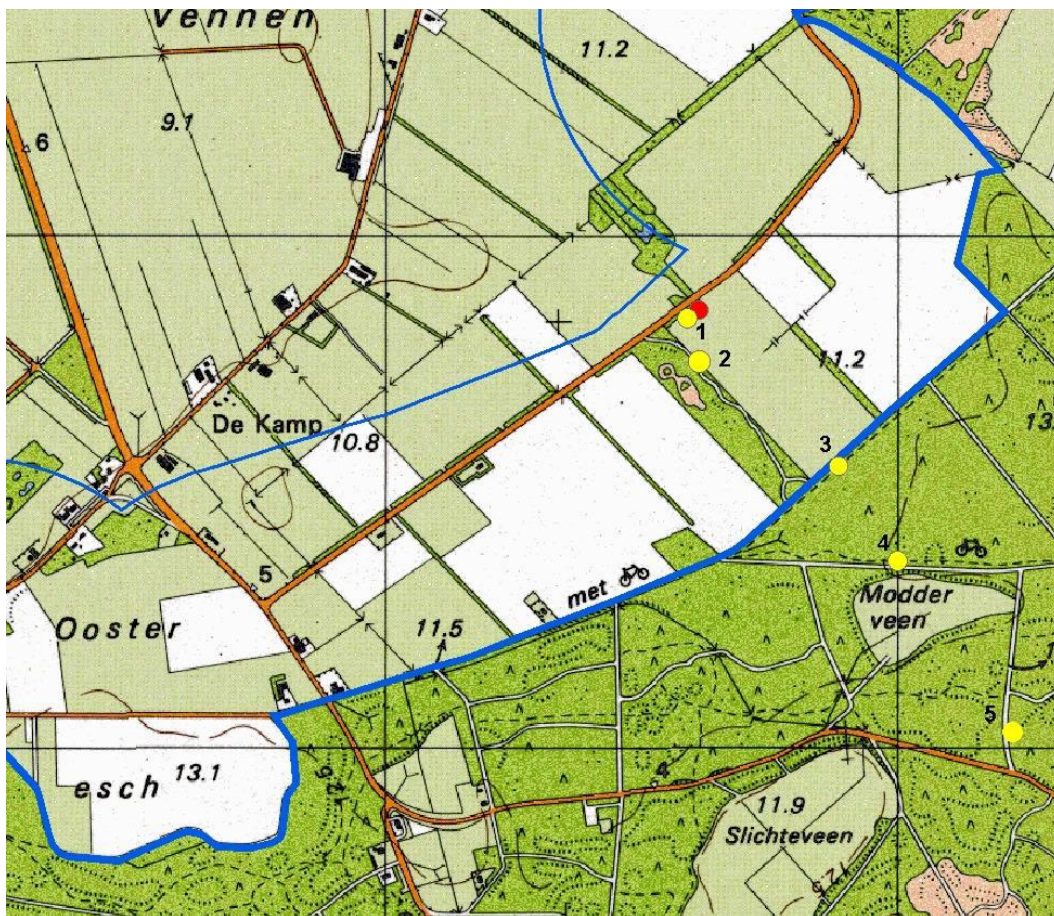
Zoals al eerder toegelicht werkt ook bij de formules van de Glee en Mazure een verlaging in theorie oneindig ver door. Er moet daarom een verlaging h_x worden ingevoerd, waarbij wordt aangenomen dat er geen (significant) hydrologisch effect meer optreedt.

Bij bovenstaande berekeningen is uitgegaan van een afbreekcriterium van 5 cm: Bij een freatische verlaging van minder dan 5 cm is er dan geen significant hydrologisch effect meer ter plaatse van de habitattypen. Met name bij kwelafhankelijke vegetaties is bekend dat ook een hydrologisch effect kleiner dan 5 cm significant kan zijn. Een nadere afweging per N2000 gebied dient nog plaats te vinden.

2.4.5 Vergelijking met praktijkonttrekking Dwingelderveld

In 2006 heeft TNO een proef uitgevoerd om de hydrologische effecten van een individuele beregeningsput op het aangrenzende Dwingelderveld te bepalen. De proef is uitgevoerd gedurende één zomer nabij Lheebroek ten noordwesten van het Dwingelderveld. In een raai van 5 freatische peilbuizen is het verloop van de grondwaterstand gemeten tijdens beregening, zie figuur. Het onttrekkingsdebiet bedroeg circa $65 \text{ m}^3/\text{uur}$ (capaciteit pomp was $80 \text{ m}^3/\text{uur}$). Op 10-08-2005 is een debietmeting uitgevoerd op de onttrekking naast het meetpunt. De gemeten capaciteit bedroeg $63,9 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ter plaatse van de put ontbreekt de keileem. Op basis van de keileemupdate (concept dec 2012) wordt geconcludeerd dat bij de buizen 1,2 en 3 de keileem ontbreekt. Buis 4 staat wel in een gebied met keileem. (Er zijn geen boorstaten ter plaatse van de freatische peilbuizen om dit te bevestigen). Onder de keileem bevindt zich een groot, goed doorlatend watervoerend pakket, tot de ondoorlatende basis.



Figuur 2.5 Situatie praktijkproef Lheebroek

In onderstaande Tabel 2.8 zijn de gemeten verlagingen vergeleken met de verlagingen zoals berekend met de niet stationaire formule van de Glee, voor een individuele put.

Tabel 2.8 Vergelijking gemeten en berekende verlagingen praktijkproef Lheebroek

Aanname Q=65 m ³ /uur. Freatische verlaging in deklaag							
	C-drainage (d)	C-deklaag (d)	kD (m ² /dag)	verlaging 5m afstand (m) pb1	verlaging 100m afstand (m) pb2	verlaging 400m afstand (m) pb 3	verlaging 1000m afstand (m) pb5
Gemeten 12 uur beregening				0,10	0,03	0,00	0,00
Gemeten 27 uur beregening				0,13	0,05	0,04	0,00
Berekend N.S. Hantush:							
1. keileem op groot WVP	200	1000	4000				
12 uur beregening				0,00	0,00	0,00	0,00
27 uur beregening				0,00	0,00	0,00	0,00
2a. dunne deklaag op groot WVP	100	100	4000				
12 uur beregening				0,01	0,01	0,00	0,00
27 uur beregening				0,03	0,01	0,00	0,00
2b. dunne deklaag op groot WVP	100	10	4000				
12 uur beregening				0,10	0,04	0,02	0,00
27 uur beregening				0,18	0,07	0,03	0,01

Geconcludeerd wordt dat uitgaande van het ontbreken van de keileem (zonder noemenswaardige deklaag), de berekende verlagingen zeer goed de gemeten verlagingen benaderen. Voor de peilbuizen 1 t/m 3 is dit het geval. In het Dwingelderveld (pb5) is nagenoeg geen invloed gemeten en berekend.

2.4.6 Vergelijking met recent uitgevoerd onderzoek Rijn Oost

Samenwerkingsverband Rijn-Oost, waarin de waterschappen Rijn en IJssel, Regge en Dinkel, Velt en Vecht, Groot Salland en Reest en Wieden zijn vertegenwoordigd, heeft in 2012 een onderzoek laten uitvoeren naar de effecten van beregening uit grondwater. Op basis van deze resultaten is al een beregeningsverordening opgesteld voor het hele beheersgebied van Rijn-Oost. In deze verordening is in welke zones en bij welke omstandigheden er al dan niet beregend mag worden uit oppervlaktewater en/of uit grondwater.

Tijdens dit onderzoek zijn een drietal bodemschematisaties doorgerekend met een eenvoudig grondwatermodel.

“Zand”= freatisch WVP met $kD=3500 \text{ m}^2$. = bv Dwingelderveld

“ondiep” = freatisch WVP met $kD=14 \text{ m}^2/\text{dag}$ = nvt in Drenthe.

“WVP” = “confined” WVP met $kD=1500 \text{ m}^2/\text{dag}$, onder $C=140000$ dagen (bv peeloklei)

De volgende conclusies zijn getrokken voor het gebied Rijn Oost:

- In een gemiddelde zomer wordt er in een worst-case situatie 2 dagen onttrokken met een capaciteit van $60 \text{ m}^3/\text{uur}$ uit één put. Het optredende effect is afhankelijk van de ondergrond.
- Bij een onttrekking onder een kleilaag wordt de freatische grondwaterstand niet beïnvloed;
- Bij een freatische onttrekking is het uitstralingseffect afhankelijk van de watervoerende capaciteit (kD) 100 tot 125 m waarbij de grootste uitstraling optreedt bij een goede watervoerende capaciteit (c.q. hoge kD). De maximale verlaging in een relatief dun freatisch pakket is het grootst.
- Wanneer grondwater onder een scheidende laag wordt onttrokken treedt, afhankelijk van de weerstand van deze laag, geen verlaging op in het freatische pakket. Het effect zal het grootst zijn wanneer de weerstand 0 dagen is: het effect is dan vergelijkbaar met de andere twee scenario's waarbij de uitstraling afhankelijk is van de watervoerende capaciteit (kD).
- Bij (extreme) droogte kan er meer / langer worden beregend. In de berekening is uitgegaan van 5 dagen (beregeninggift van $> 60 \text{ mm}$). Het uitstralingseffect neemt dan toe naar 125 tot 175 meter afhankelijk van de geologie. Ook hier is het uitstralingseffect in een dik of goed doorlatend pakket (c.q. hoge kD) het grootst. De maximale verlaging treedt op bij dun freatisch pakket. Door cumulatieve effecten als gevolg van meerdere pompen op zeer korte afstand van elkaar kan het uitstralingseffect toenemen tot respectievelijk 175 en 200 m bij een dik freatisch pakket.

Ook met de formules van De Glee en Hantush worden voor bovenstaande schematisaties vergelijkbare verlagingen berekend (afhankelijk van de gehanteerde bergingscoëfficiënt). In Drenthe komt echter wel een veel voorkomende bodemopbouw voor, die bij bovenstaande berekeningen niet is meegenomen. Dit betreft een “semi-confined” situatie, waarbij het effect van een verlaging in het watervoerend pakket wel degelijk doorwerkt naar het freatisch grondwater. Daarnaast is in deze studie nog iets extremer gerekend, uitgaande van een maximale onttrekkingsduur van 10 dagen met een debiet van $70 \text{ m}^3/\text{uur}$. In dit geval kan de beïnvloedingszone voor één individuele onttrekking reiken tot maximaal 300 m, bij een meest ongunstige bodemopbouw, zie tabel 2.7.

2.5 Onderbouwing geldigheid en toepassingsbereik formules

2.5.1 *Formule van Mazure:*

Deze formule is gebaseerd op effectberekeningen in het 1^e watervoerende pakket, uitgaande van het principe van superpositie van effecten.

Bij de formule van Mazure wordt de beïnvloedingszone bepaald uitgaande van het cumulatieve effect van een groot aantal (gelijke) putten over een groot oppervlak. In dat geval is er geen sprake meer van een horizontale toestroming in het watervoerend pakket (de verlaging is overal even groot). De verlaging in het watervoerende pakket op oneindige afstand wordt dan volledig bepaald door voeding vanuit de deklaag en uiteindelijk uit het oppervlaktewater, of voeding vanuit een dieper gelegen watervoerend pakket.

Voor voeding vanuit het diepe gelegen watervoerende pakket zijn twee opties mogelijk:

1. Het dieper gelegen watervoerende pakket heeft een kD die veel groter is dan in de onttrekkinglaag. Er treedt dan een te verwaarlozen verlaging op in dit diepere pakket. De voeding vanuit deze laag is dan ongelimiteerd;
2. Ook in dit dieper gelegen watervoerende pakket vindt geen horizontale toestroom plaats; immers ook hier geldt weer dat overal hetzelfde effect optreedt. In dat geval is de optredende verlaging even groot als die in het bovenliggende effect, en dient deze kD te worden opgeteld bij de kD van de onttrekkinglaag, om de invloedafstand te bepalen.

In dit rapport zijn wij uitgegaan van het eerste.

Voor drainage lijken bovenstaande aannamen redelijk toepasbaar. In natte gebieden zal over grote oppervlakten worden gedraineerd, waardoor deze benadering van “cumulatieve effecten” toepasbaar is.

Voor berekening is deze methodiek eigenlijk minder geschikt. Onttrekkingbronnen staan over het algemeen vrij ver uit elkaar. In een enkel geval is er mogelijk wel sprake van enige onderlinge beïnvloeding, maar ook dan al er zeker nog wel sprake zijn van een uitdempen van effecten door horizontale toestroom. Door uit te gaan van een situatie waarbij vlakdekkend overal gelijktijdig wordt berekend, worden onrealistisch grote verlagingen c.q. beïnvloedingszones berekend. Dit is te ondervangen door niet uit te gaan van de werkelijke beregeningsgift, maar een gemiddelde gift uitgesmeerd over een groter oppervlak. Dus stel dat 1 op de 5 percelen wordt berekend, dan is de gemiddelde gift niet 5 mm/dag maar 1 mm/dag. Nadeel hiervan is wel dat lokaal nog steeds grotere effecten kunnen optreden, waardoor significante effecten op N2000 nog steeds niet zijn uit te sluiten. Gekozen is daarom om de beïnvloedingszone voor berekening op een andere wijze te bepalen.

2.5.2 *Formule van de Glee/Hantush*

Aanname bij het toepassen van de formules van de Glee (stationair) of Hantush (niet-stationair) is dat de beregeningsputten zover uit elkaar liggen dat er niet of nauwelijks sprake is van onderlinge beïnvloeding. In dat geval kan een individuele onttrekking afzonderlijk worden beoordeeld op effecten.

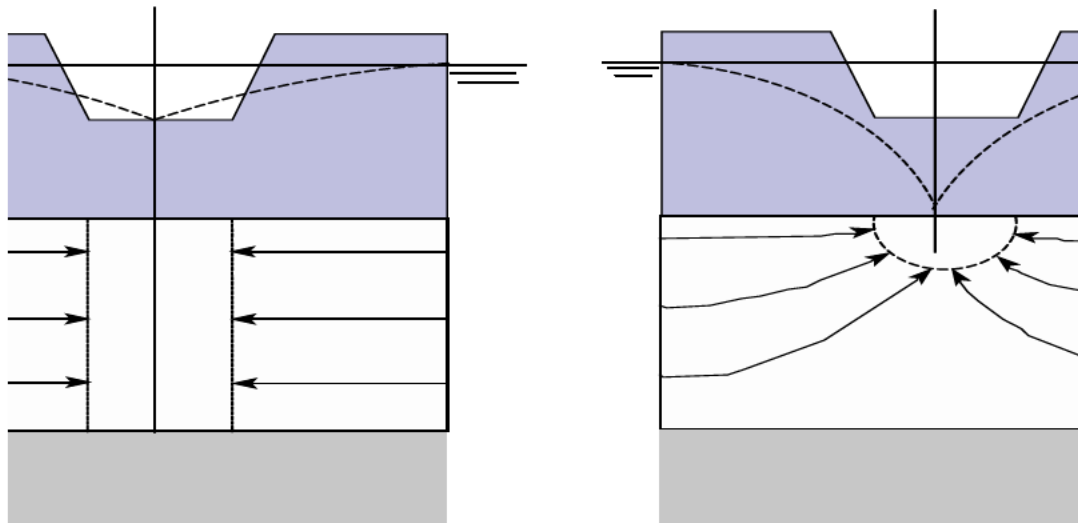
In de formule wordt uitgegaan van de volgende situatie:

- horizontale, radiale stroming in één homogeen isotroop watervoerend pakket naar één volkomen bron;
- verticale stroming door de semi-permeabele laag;
- een freatisch vlak op constant niveau gehandhaafd.

In gebieden zonder deklaag, dus met een freatisch watervoerend pakket, is bovenstaande formule niet meer geldig. In dat geval wordt de voeding van boven niet meer bepaald door een constante flux vanuit de deklaag/oppervlaktewater, maar vooral door neerslag en aanwezige sloten.

2.5.3 Onvolkomenheid

Bij beide formules wordt geen rekening gehouden met onvolkomenheid. Hiervan is sprake indien voornamelijk bolvormige toestroming optreedt. Dit is het geval bij relatief ondiepe putten in vergelijking met de dikte van het watervoerend pakket.



Figuur 2.6 Radiale (links) en bolvormige (rechts) toestroming

2.6 Conclusies

Drainage

- De berekende stationaire effecten van drainage lijken redelijk goed de realiteit weer te geven. Drainage loopt over een langere periode, waardoor de stationaire situatie wordt bereikt. In gebieden met dikke laag keileem is het effect klein (<150 m). In gebieden zonder keileem, of waar de keileem dun is, loopt de berekende invloedsafstand (uitgaande van een afbreekcriterium van 5 cm en initiële verlaging van 30 cm) op tot maximaal 1500 m.
- Voor gebieden met een significante ondiepe leem- of kleilaag, zoals de keileemgebieden kan de invloedsafstand op twee manieren freatisch doorwerken:
 - Situatie 1: Ervan uitgaande dat het effect zich verplaatst via de dunne zandlaag boven de keileem. Aanname is daarbij dat het de stijghoogte onder de keileem niet wordt verlaagd.
 - Situatie 2: Ervan uitgaande dat de keileem "lek" is, en het effect van drainage zich voornamelijk verplaatst via het onderliggende watervoerende pakket. Deze heeft immers een groter doorlaatvermogen en een grotere spreidingslengte.
 Het maximum van beide benaderingen geeft een goede indruk van de maximale grootte van het beïnvloedingsgebied.
- De grootte van de initiële verlaging op de rand van het gedraineerde gebied is vooral van belang in gebieden met een beperkte keileemweerstand en in gebieden zonder keileem. In gebieden met een dikke keileemlaag is dit effect er ook, maar een invloedsafstand van 15 of 30 m maakt in de praktijk niet zoveel uit. In gebieden zonder keileem is een verschil van

1000 of 2000 m wel relevant! Wat verder opvalt is dat bij een grotere initiële verlaging het effect wel eerder doorwerkt onder de keileem, en via het watervoerend pakket verspreid.

- Voor de grootte van het afbreekcriterium geldt ongeveer hetzelfde. Een toegestane verlaging van 2 cm in plaats van 5 cm op de rand resulteert grofweg in een verdubbeling van de totale invloedsafstand. Daar komt wel bij dat in keileemgebieden bij een afbreekcriterium van 2 cm er wel degelijk een verspreiding van het effect optreedt via het onderliggende watervoerende pakket. Vooralsnog wordt algemeen uitgegaan van een afbreekcriterium van 5 cm. Per N2000 gebied dient dit nog nader te worden gedetailleerd, in overleg met de gebieds-ecologen (en terreinbeheerders).

Berekening

- Met de formules van de Glee (stationair) en Hantush (niet stationair) voor een individuele onttrekking worden realistische invloedsafstanden berekend. Voor een kortdurende onttrekking (max. 2 dagen) varieert de berekende invloedsafstand van 0 tot 20 m voor het freatisch grondwater, en van 500 tot 1400 m voor het watervoerende pakket. Voor een meer extreme situatie met een beregeningsduur van 10 dagen (non-stop) varieert de berekende invloedsafstand van 0 tot 300 m voor het freatisch grondwater, en van 500 tot 1600 m voor het watervoerende pakket.
- Voor de berekening is nu uitgegaan van een individuele onttrekking van $70 \text{ m}^3/\text{uur}$ (worst case). Bij een vergunningaanvraag kan vervolgens worden getoetst of er, op basis van het aangevraagde debiet, een effect optreedt.
- Bovendien kan met de formules van de Glee en Hantush ook rekening worden gehouden met cumulatieve effecten (verlaging van omliggende beregeningsput kan worden opgeteld).
- Nadere afspraken dienen nog te worden gemaakt met ecologen over de grootte van het te hanteren afbreekcriterium en of er in bijzondere situaties ook rekening gehouden moet worden met een beïnvloedingszone ten aanzien van kwel.

3 Ruimtelijke uitwerking drainage

3.1 Inleiding

In de analytische aanpak beschreven in hoofdstuk 2 wordt uitgegaan van één geschematiseerde bodemopbouw. In werkelijkheid is de bodemopbouw een stuk complexer. Niet alleen is er sprake van meerdere scheidende lagen en watervoerende pakketten. Daarnaast varieert deze ook ruimtelijk. Om dit laatste te ondervangen dient de beïnvloedingszone “voortschrijdend” berekend te worden, zodat rekening wordt gehouden met variaties in doorlaatvermogen en weerstanden. Op deze wijze kan per N2000 gebied de invloedsafstand worden vertaald naar een ruimtelijke beïnvloedingszone.

In onderstaande hoofdstuk is dit uitgewerkt voor drainage.

3.2 Schematisatie bodemopbouw

De eerste stap voor het bepalen van de beïnvloedingszone is het schematiseren van de bodemopbouw.

In eerste instantie was ervoor gekozen om uit te gaan van de MIPWA database v2.0, na doorvoering van de keileemupdate van TNO. Dit leidde echter tot de volgende problemen:

- Veel N2000 gebieden liggen (deels) in parelmodellen. Met de doorvoer van de keileemupdate zijn de parelmodellen uit MIPWA verdwenen. Voor gebieden waar in de parelmodellen gliedelagen, meerbodems of andere waterhard laagjes waren gemodelleerd resulteert dit nu in (veel) te lage weerstanden in de deklaag (SDL1 in MIPWA). Daarnaast zijn ook voor sommige diepere lagen verbeteringen doorgevoerd. Met de keileemupdate zijn al deze verbeteringen verloren gegaan.
- MIPWA 2.0 is geschematiseerd op basis van het verouderde REGIS II.0. De kD-waarden van de verschillende watervoerende lagen zijn hier veelal te hoog ingevoerd.

De uitgebreide analyse van MIPWA 2.0 is opgenomen in bijlage 2.

In overleg met de werkgroep is daarom besloten om de bodemopbouw te schematiseren aan de hand van REGIS II.1. Daarvoor is de geohydrologische schematisatie van Drenthe voor dit doel aangepast voor de omgeving van de N2000 gebieden. Dit heeft geresulteerd in onderstaande Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Aangepaste schematisatie REGIS II.1 N2000-gebieden

Drenthe				
Geologische eenheid Formatie	Hydrogeologische eenheid	codering	Geohydrologische eenheid	Geslacht voor drainage of berekening
Antropogeen/Holoceen (Naaldwijk, Nieuwkoop, Echteld)		HL-C	Deklaag	
Bostel	zand 1	BX-z-1		
	klei 1	BX-k-1		
	zand 2	BX-z-2	Watervoerend pakket 01 (WVP01)	
	klei 2	BX-k-2	Slecht doorlatende laag 01 (SDL01)	
Drenthe	zand 3	BX-z-3	Watervoerend pakket 02 (WVP02)	
	zand 1	DR-z-1		
	klei 1	DRGI-k-1	Slecht doorlatende laag 02 (SDL02)	
Gecombineerde gestuwde afzettingen	zand 3	DR-z-3		
		DT-c	Gestuwde afzettingen (DTC)	
Bostel (Drachten)	zand 1	DN-z-1	Watervoerend pakket 03 (WVP03)	
Urk (Tynje)	zand 1	UR-z-1		
	zand 2	UR-z-2		
	zand 3	UR-z-3		
Peelo	zand 1	PE-z-1	WVP03 en SDL03	
	klei 1	PE-k-1	Slecht doorlatende laag 03 (SDL03)	
	zand 2	PE-z-2	WVP03 en SDL03	
	klei 2	PE-k-2	Slecht doorlatende laag 03 (SDL03)	
	zand 3	PE-z-3	WVP03 en SDL03	
Urk (Veenhuizen)	zand 4	UR-z-4	Watervoerend pakket 04 (WVP04B)	
	klei 3	UR-k-3	Slecht doorlatende laag 04 (SDL04B)	
	zand 5	UR-z-5	Watervoerend pakket 05 (WVP05)	
Appelscha	zand 1	AP-z-1		
Peize / Waalre	zand 3	PZWA-z-3		
	zand 4	PZWA-z-4		
	klei 1	PZ-k-1	Slecht doorlatende laag 05 (SDL05)	
	zand 5	PZWA-z-5	Watervoerend pakket 06 (WVP06)	
	zand 6	PZWA-z-6		
	zand 7	PZWA-z-7		
	complex	PZ-C	Slecht doorlatende laag 06 (SDL06)	
Maassluis	zand 1	MS-z-1	Watervoerend pakket 07 (WVP07)	
	complex	MS-c	Slecht doorlatende laag 07 (SDL07)	
	zand 2	MS-z-2	Watervoerend pakket 08 (WVP08)	
	zand 3	MS-z-3		
Oosterhout	zand 1	OO-z-1		
	complex	OO-c	Slecht doorlatende laag 08 (SDL08)	
	zand 2	OO-z-2	Watervoerend pakket 09 (WVP09)	
	zand 3	OO-z-3		
Breda	klei 1	BE-k-1	Geohydrologische basis (GHB)	
				Drainage
				Berekening

In REGIS II.1 zijn geen kD of C waarden opgenomen voor het hierin voorkomende Holoceen pakket. Om toch rekening te houden met de weerstand van de deklaag is hiervoor een C waarde van 100 dagen per meter aangehouden.

In REGIS II.1 is het Peelo zand als watervoerend pakket geschematiseerd. Bekend is dat in REGIS II.1 de doorlatendheden van deze fijne zanden veelal te hoog zijn ingeschat. Door de fijne structuur en de dikte van de Peelo zanden hebben deze relatief grote verticale weerstanden. Binnen de loop van het project heeft TNO een analyse uitgevoerd om te kijken of de Peelo Formatie te splitsen is in gebieden met grover zand, welke vooral watervoerend is, en in gebieden waar het fijne slibhoudende zand overheerst welke vooral weerstand biedend. De boorbeschrijvingen in DINO bleken echter niet gedetailleerd en nauwkeurig genoeg om een verantwoorde scheiding aan te brengen. Voor deze studie is daarom het Peelo zand geschematiseerd als zowel een slecht doorlatende laag als een watervoerende laag. Het doorlaatvermogen van de zanden is overgenomen uit REGIS II.1 en is toegekend aan watervoerend pakket 03. Voor de verticale weerstand van de Peelo zanden is uitgegaan van 5 dagen/meter ($kv=0,2$ m/dag, conform eerder onderzoek in de Elperstroom, Grontmij 2009). De resulterende weerstanden variëren tussen 1 en 800 dagen. Deze weerstand is toegevoegd aan slecht doorlatende laag 03.

De belangrijkste voorkomende slecht doorlatende lagen zijn weergegeven in bijlage 7.

Tussen het opstellen van REGIS II.1 (2009) en dit onderzoek is er door TNO een concept keileemupdate opgeleverd (december, 2011), zie bijlage 3. Omdat er aanzienlijke verschillen zijn in verbreiding en weerstand tussen REGIS II.1 en de concept keileemupdate is deze verwerkt in de schematisatie. Dit is gedaan door DRGI-k-1 in de REGIS II.1 schematisatie te vervangen door deze (concept) keileemupdate.

3.3 Bepaling “onttrekkingslaag” drainage

Drainage wordt vrijwel altijd geplaatst in de deklaag. In veel gebieden betreft dit Bostel zand 1, direct onder het Holocene pakket. In sommige gebieden ontbreekt Bostel zand 1 en is de drainage in de oudere Bostel zanden 2 of 3 geplaatst. Waar ook deze ontbreken is de direct daar- onder liggende zandlaag geselecteerd (Formatie van Drenthe, Drachten of Urk zanden 1 t/m 3).

3.4 Schematisatie representatieve kD en C-waarden

3.4.1 Inleiding

Zoals in hoofdstuk 2 al is toegelicht kan, voor gebieden met een ondiep voorkomende slecht doorlatende laag (zoals bijvoorbeeld de keileemgebieden in Drenthe), een verlaging als gevolg van drainage op twee manieren verspreiden naar de omgeving:

- Situatie 1: Ervan uitgaande dat het effect zich verplaatst via de dunne zandlaag boven de keileem (of andere ondiepe slecht doorlatende laag. In de meeste gevallen zal het echter gaan om keileem). Aanname is daarbij dat de stijghoogte onder de keileem niet wordt verlaagd.
- Situatie 2: Ervan uitgaande dat de keileem “lek” is, en het effect van drainage zich voornamelijk verplaatst via het onderliggende watervoerende pakket. Deze heeft immers een groter doorlaatvermogen en een grotere spreidingslengte.

Beide beïnvloedingswegen zullen in werkelijkheid optreden. Het maximum van beide benaderingen geeft daarom een goede indruk van de maximale grootte van het beïnvloedingsgebied. De beïnvloedingszone voor drainage is daarom hieronder voor beide situaties uitgewerkt, om vervolgens het maximum van de twee te bepalen.

3.4.2 Representatieve Kd

Situatie 1: verspreiding via zandlaag boven leem

De representatieve Kd-waarde is bepaald als de som van Kd-waarden van de REGIS II.1-lagen vanaf de drainagelaag tot deze aan de onderzijde begrensd is door een slecht doorlatende laag met een C-waarde van ten minste 50 dagen.

Waar geen ondiep zand aanwezig is, bijvoorbeeld doordat de keileem of bostelklei aan maaiveld voorkomt is een Kd-waarde van 1 m²/dag aangehouden.

De holocene deklaag is in deze situatie verwaarloosd. De drainage ligt namelijk in de deklaag, soms snijdt deze er doorheen, maar niet altijd. Het is dus niet duidelijk hoe deze het beste geschematiseerd kan worden.

De kaart met de representatieve kD waarde is weergegeven in bijlage 4 (B4.1). Op deze kaart zijn duidelijk de keileemgebieden onderscheiden, met relatief lage kD waarden (van de zandlaag boven de keileem). Ook het Hunzedal en Zuidwest Drenthe, waar de drainagelaag onderdeel uit maakt van een groot watervoerend pakket is duidelijk herkenbaar.

In de gebieden met dikke lagen Peelozand en waar de keileem ontbreekt zijn vrij hoge kD waarden berekend van circa 200 tot 800 m²/dag. In REGIS II.1 worden deze kD waarden waarschijnlijk overschat.

Situatie 2: verspreiding via diepere watervoerende pakket

In situatie twee werkt de grondwaterstandverlaging als gevolg van drainage door naar de omgeving via het watervoerende pakket onder eventuele keileem of boxtel klei (WVP03). De representatieve kD is dan de som van de kD waarden van de REGIS II.1 lagen die onderdeel uitmaken van dit watervoerende pakket tot deze aan de boven of onderzijde is begrensd met een C-waarde van ten minste 50 dagen.

Waar WVP03 ontbreekt is een Kd van 1 m²/dag aangehouden.

Voor het uitdempen van effecten naar de omgeving toe is de holocene deklaag in situatie 2 niet verwaarloosd. Uitgegaan is van een c-waarde van 100 dagen per meter.

De kaart met de representatieve kD waarde is weergegeven in bijlage 4 (B4.2).

3.4.3 *C onderzijde*Situatie 1: verspreiding via zandlaag boven leem

De C onderzijde (C_o) is gedefinieerd als de eerste scheidende laag met meer dan 50 dagen weerstand onder de drainagelaag. Als er meerdere weerstandbiedende lagen op elkaar liggen zijn de c-waarden opgeteld. De ruimtelijke verbreiding van deze weerstand is weergegeven in bijlage 4 (B4.3). Ook hier zijn de keileem en de Peeloklei goed zichtbaar. Voor de Elperstroom is in REGIS II.1 een "Peelo-slurf" geschematiseerd. Inmiddels is echter bekend dat hier geen Peelo klei voorkomt, maar wel relatief slecht doorlatend Peelo zand. De weerstand wordt daarvoor overschat.

Situatie 2: verspreiding via diepere watervoerende pakket

In situatie 2 is de C_o gedefinieerd als de eerste scheidende laag met meer dan 50 dagen weerstand onder het geschematiseerde watervoerende pakket WVP03. Als er meerdere weerstandbiedende lagen op elkaar liggen zijn de c-waarden opgeteld. De ruimtelijke verbreiding van deze weerstand is weergegeven in bijlage 4 (B4.4)

3.4.4 *C bovenzijde*Situatie 1: verspreiding via zandlaag boven leem

In situatie 1 is de C bovenzijde niet van toepassing: de drainage ligt in de deklaag. Hierboven is alleen oppervlaktewater.

Situatie 2: verspreiding via diepere watervoerende pakket

In Situatie 2 bestaat de C bovenzijde uit de (gesommeerde) weerstand van aanwezige keileem en/ of boxtelklei. Waar beide ontbreken is een waarde van 0,1 dag aangehouden (de analytische formules kunnen niet met een waarde 0 rekenen).

De ruimtelijke verbreiding van deze weerstand is weergegeven in bijlage 4 (B4.5).

3.4.5 *Lekweerstand/ voedingsweerstand*

De voedingsweerstand is bepaald op basis van lekweerstand uit het NHI 2.0. Voor het NHI is onderscheid gemaakt tussen de drainageweerstand voor hoofd, primaire, secundaire en tertiaire watergangen. Omdat in de analytische aanpak met één weerstand gerekend wordt, is middels een harmonische gemiddelde een vervangende lekweerstand bepaald;

$$\frac{1}{C_{\text{drainage}}} = \frac{1}{C_{\text{hoofd}}} + \frac{1}{C_{\text{primair}}} + \frac{1}{C_{\text{secundair}}} + \frac{1}{C_{\text{tertiair}}}$$

De resulterende lekweerstand geeft de weerstand voor de uitwisseling tussen grondwater en oppervlaktewater. De sloten zijn hier expliciet gemodelleerd in een grid van 250x250 m. Waar geen ontwateringsstelsel ligt in een rastercel, is dus ook geen lekweerstand ingevoerd, hierdoor zitten "gaten" in de NHI drainagekaart.

Over het algemeen komen deze gaten voor in stedelijk gebied, enkele natuurgebieden (zonder afvoer) en landbouwgebieden op hoge zandgronden (GT VII). Het zijn gebieden zonder drainage: dat kan ook vertaald worden als gebieden met een zeer hoge lekweerstand. Voor deze gebieden is een hoge lekweerstand van 1500 dagen aangehouden, om een vlakdekkende kaart zonder gaten te krijgen.

Voeding via neerslag is apart in het NHI gemodelleerd. Bij toepassing van de drainageweerstand voor de analytische aanpak, zoals beschreven in hoofdstuk 2, werkt dit anders. Bij deze formules wordt uitgegaan van een constante freatische waterspiegel boven een deklaag in het gedraineerde deel. In de analytische formules wordt hier niet expliciet rekening gehouden met neerslag, omdat uitgegaan is van het superpositiebeginsel, wat betekent dat de effecten van neerslag los staan van de effecten van een aanpassing van het drainageniveau.

Wanneer de deklaag redelijk dik is en er een freatische grondwaterspiegel is, wordt de neerslag in het algemeen verwaarloosd. Wanneer echter met Mazure voor drainage wordt gerekend, is er geen deklaag boven de drainagelaag, maar alleen een drainageweerstand. In dit geval zal het uitdempen van de verlaging plaatsvinden door voeding via sloten en neerslag. Wanneer er geen sloten zijn, vindt er dus nog steeds enige voeding plaats. Om hiermee rekening te houden is besloten om de drainageweerstanden van het NHI hoger dan 1500 dagen af te toppen naar 1500 dagen. Dit zijn gebieden met heel weinig sloten en stedelijk gebied. In het NHI komen in deze gebieden weerstanden tot wel 1.000.000 dagen voor, waardoor praktisch geen voeding via het topsysteem plaats vindt. De waarde van 1500 dagen is gebaseerd op de tabel met kengetallen op basis van een gebied met GTVII zonder zichtbare afvoer (Grondwaterzakboekje, Bram Bot, 2011).

Voor het uitvoeren van de berekeningen is het nodig om het 250x250 m grid om te zetten naar een 50x50 grid. In eerste instantie was de gedachte om de NHI kaart te "smoothen" in GIS. Het op deze wijze uitmiddelen van de weerstanden leidt echter tot fouten in de waterbalans. In plaats van het smoothen is besloten om het 250x250 m grid alleen "op te knippen", met behoud van waarden, naar 50x50m. Dit is ook gedaan met de REGIS II.1 kaarten (oorspronkelijk 100x100m). De invloedsafstand krijgt dan een schaal 50x50m.

De resulterende kaart is weergegeven in bijlage 4. (B4.6).

3.4.6 Representatieve C-waarde drainage

Met de bepaalde drainageweerstand en weerstand aan de onderzijde is een representatieve weerstand bepaald middels de formule:

$$\frac{1}{C_{representatief}} = \frac{1}{C_{drainage}} + \frac{1}{C_{onderzijde}}$$

Ook deze is bepaald voor beide situaties, uitgaande van een verspreiding boven en onder ondiepe leemlagen. De ruimtelijke verbreiding van deze weerstand is weergegeven in bijlage 4 (B4.7 en B4.8)

3.5 Ruimtelijke bepaling invloedsafstand

Bovenstaande representatieve weerstanden worden vervolgens ingevoerd in de formule van Mazure om respectievelijk de spreidingslengte en de invloedsafstand voor elk punt te bepalen. De invloedsafstand is daarbij op 2 manieren bepaald:

- Situatie 1: Ervan uitgaande dat het effect in keileemgebieden zich verspreid via de zandlaag boven de keileem. (Dit geldt ook voor andere lokale, ondiep voorkomende, slecht doorlatende lagen);
- Situatie 2: Ervan uitgaande dat het effect in keileemgebieden zich verspreid via het onderliggende watervoerende pakket.

Het resultaat is weergegeven in bijlage 4 (B4.9 t/m B4.12). Daarbij is uitgegaan van een initiële verlaging op de rand van het gedraineerde gebied van 30 cm, en een afbreekcriterium (gebied waarbuiten geen invloed wordt verondersteld) van 5cm verlaging in het freatisch grondwater.

3.6 Beïnvloedingszones Drainage

De invloedssafstand is vervolgens om gerekend naar een beïnvloedingszone rondom alle N2000 gebieden, waarbij rekening wordt gehouden met de ruimtelijke variatie in de bodemopbouw. Hiervoor is gebruik gemaakt van een cost distance analyse in GIS. Met deze analyse worden cumulatieve “kosten” om van rastercel naar rastercel te gaan berekend op basis van een kosten raster. Voor het kosten raster kan de reciproque van de invloedssafstand (de afstand waarbinnen effecten voldoende zijn uitgedempt) worden genomen. Dit betekent: hoe groter de invloedssafstand, des te “makkelijker” het is om van rastercel naar rastercel te gaan of in andere woorden: het effect zich verspreidt. Andersom betekend hoe kleiner de invloedssafstand, des te “moeilijker” het is om van rastercel naar rastercel te gaan: oftewel het effect minder verspreidt.

Ter verduidelijking zijn hieronder twee voorbeelden gegeven van de methodiek.

- Voorbeeld 1*:
De bodemopbouw is homogeen met een invloedssafstand van 10 m in elke cel. Vanaf de rand van het N2000 gebied wordt de waarde 1/10 voor elke meter opgeteld. Na 10 meter wordt dan de waarde $10/10 = 1$ bereikt en bedraagt de totale beïnvloedingszone 10 m.
- Voorbeeld 2*:
De bodemopbouw is nu niet homogeen. De invloedssafstand bedraagt dicht bij de rand 100 m (de eerste 20 m), maar verderop bedraagt deze slechts 5 m. Vanaf de rand wordt dan eerst 20x de waarde 1/100 opgeteld, daarna gaat de sommatie verder met 1/5 meter, dus: $1/100 + 1/100 + \dots + 1/5 + 1/5 + 1/5 + 1/5 = 1$. De totale beïnvloedingszone bedraagt dan geen 100 maar 24 m.

**Voor het rekengemak zijn nu lage beïnvloedingswaarden gebruikt. In werkelijkheid kunnen de getallen veel hoger zijn, en wordt de optelsom veel langer.*

Bij bovenstaande methode wordt geen rekening gehouden met anisotropie. Deze komt in de bovenste bodemlagen niet voor in Drenthe. Een meer uitgebreide toelichting op bovenstaande methodiek is opgenomen in de notitie “Bepaling hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000 voor het beheersgebied van Waterschap Reest en Wieden, ten behoeve van onttrekking voor beregening: technische uitwerking”, d.d. 20 maart 2012.

De resulterende kaart met de berekende beïnvloedingszones voor drainage (voor de situaties 1 en 2) zijn weergegeven in bijlage 4 (B4.13).

Voor de duidelijkheid: bij beide situaties is uitgegaan van een initiële freatische verlaging op de rand van het gedraineerde gebied van 30 cm, en een afbreekcriterium (gebied waarbuiten geen invloed wordt verondersteld) van 5cm verlaging in het freatisch grondwater.

Wanneer het effect van drainage zich verspreid via het onderliggende watervoerende pakket (situatie 2), zijn een tweetal rekenkaarten benodigd als tussenstap:

- Een kaart met de initiële verlaging op de rand van het gedraineerde gebied, in het watervoerende pakket onder de keileem/ boxtelklei. De verlaging in het diepere pakket dempt uit door de tussenliggende slecht doorlatende lagen. Deze initiële verlaging is weergegeven in bijlage B4.14. Hierin is goed te zien dat in de keileem en boxtelklei gebieden de initiële verlaging op de rand van het gedraineerde gebied in het watervoerende pakket tussen de 15cm en 30cm ligt. (Met Mazure is de verlaging in het watervoerende pakket op de rand nooit minder dan de helft van de freatische verlaging). Waar deze lagen ontbreken is de verlaging bijna gelijk aan de freatische verlaging.
- Een kaart met de toegestane verlaging in het watervoerende pakket, uitgaande van een maximaal toegestane freatische verlaging van 5 cm (afbreekcriterium), zie bijlage B4.15. De verlaging dempt namelijk naar boven toe weer uit door de aanwezige weerstanden.

In onderstaande Tabel 3.2 is de berekende bandbreedte van beïnvloedingszones per N2000 gebied weergegeven.

Tabel 3.2 bandbreedte berekende beïnvloedingszones drainage

	Natura2000-gebied	Initiatief beheerplannen	Minimale beïnvloedingszone (m)	Maximale Beïnvloedingszone* (m)
1	Fochteloërveen en Esmeer	Provincie Drenthe	80	1100
2	Havelte-Oost	Provincie Drenthe	10	1800
3	Mantingerbos	Provincie Drenthe	10	170
4	Mantingerzand	Provincie Drenthe	10	650
5	Dwingelderveld	Provincie Drenthe	10	1900
6	Norgerholt	Provincie Drenthe	250	1100
7	Drouwenezand	Provincie Drenthe	580	2400
8	Bargerveen	DLG	140	1500
9	Drents-Friese wold en Leggelderveld	DLG	10	2200
10	Drentsche Aa	DLG	10	2200
11	Elperstroom	DLG	100	750
12	Witterveld	Defensie	80	730

Bovenstaande bandbreedte is dus afhankelijk van de lokale bodemopbouw ter plaatse en varieert sterk, zelfs binnen één N2000 gebied. Bij bovenstaande tabel (en bijbehorende beïnvloedingszonekaart) dienen wel enkele kanttekeningen te worden geplaatst:

- In sommige gebieden, zoals het Mantingerbos, is de Peeloformatie sterk bepalend voor de grootte van de beïnvloedingszone. Deze zone is nu klein omdat, naast een doorlaatvermogen, aan de Peelozanden ook een verticale weerstand is toegekend. Waar deze weerstand groter is dan 50 dagen, telt alleen het bovenste deel van het watervoerende pakket mee, bij het bepalen van de spreidingslengte. Of dit juist is hangt sterk af van de samenstelling van het Peelo zand. Wanneer deze hier toch uit grover zand bestaat met weinig verticale weerstand, zouden ook de onderliggende grovere zanden meegerekend moeten worden met als resultaat een veel grotere beïnvloedingszone.
- Voor de Elperstroom is in REGIS Peeloklei ingevoerd, terwijl hier sprake is van fijn Peelo zand. Hierdoor is de weerstand overschat. Omdat ook de (dikke laag) Peelozand in dit gebied een hoge weerstand heeft, maakt dat voor de bepaalde beïnvloedingszone niet veel uit.

4 Ruimtelijke uitwerking berekening

4.1 Inleiding

Zoals in hoofdstuk 2 al is beschreven is het, door het kortdurende karakter van berekening en het feit dat de onderlinge afstand tussen putten in Drenthe vrij groot is, het niet mogelijk om de stationaire formule van Mazure toe te passen voor berekening. In plaats daarvan is voor berekening een alternatieve methode uitgewerkt uitgaande van de formules van de Glee (Stationair) en Hantush (niet-stationair).

Daarbij wordt uitgegaan van een individuele onttrekking, waarbij geen onderlinge beïnvloeding tussen putten plaatsvindt. Wanneer bij een vergunning aanvraag bekend is dat er binnen het invloedsgebied toch nog een andere onttrekking aanwezig is, kunnen de verlagingen van beide onttrekkingen bij elkaar worden opgeteld.

Bij bovenstaande methode is het niet mogelijk om de cost-distance tool toe te passen en ruimtelijke beïnvloedingszones voor berekening te bepalen. Per individuele aanvraag dient een beoordeling plaats te vinden of deze een significant negatief effect kan hebben op een nabij gelegen N2000 gebied.

Om toch een inschatting te maken van de invloedsafstanden en een zone te bepalen waarbuiten er zeker geen invloed is, kunnen wel ruimtelijke de invoerparameters voor de formule van de Glee en Hantush worden bepaald. Middels een spreidingslengte berekening kan dan een potentieel invloedsgebied worden bepaald. Ook kan aan de hand van een tabel met verschillende bodemschematisaties en afbreekcriteria een bandbreedte van mogelijke effecten worden bepaald.

Voor het toepassen van bovenstaande methode zijn de volgende invoerbestanden nodig:

- Onttrekkinglaag voor berekening;
- Representatieve kD waarde;
- Representatieve C waarde;
- Gebiedsdekkende drainageweerstand;

4.2 Bepaling “onttrekkinglaag” berekening

In het kader van de ontwikkeling van MIPWA heeft TNO gebiedsdekkend bepaald uit welke (model)laag wordt onttrokken voor berekening. De onttrekking is daarbij geplaatst in de meest ondiepe (model)laag waarin:

- De gesommeerde kD waarde $> 250 \text{ m}^2/\text{dag}$ bedraagt;
- De C-waarde die het watervoerende pakket begrenzen (onder en boven) > 50 dagen bedraagt. C-waarden kleiner dan 50 dagen zijn dus verwaarloosd.

Volgens deze criteria wordt de berekening in een aantal gebieden in het Peelozand geplaatst, dat door de grote dikte in REGIS toch een relatief hoge kD heeft. In werkelijkheid is echter niet zozeer de kD, maar meer de k-waarde bepalend voor de beregeningsdiepte. Als de k-waarde van het zand te laag is, ontstaat een te grote verlagingsegel, waardoor de betreffende agrariër een te grote pomp moet plaatsen om het water nog op te kunnen pompen: de dieselkosten worden dan te hoog en berekening is niet rendabel.

Op basis van telefonisch overleg met een tweetal boorbedrijven (Rain Tech berekeningstechniek en Grondboorbedrijf Klinge) is gekozen voor een meer pragmatische aanpak. Beide bronneerders bevestigen dat het fijne peelo zand (om bovenstaande reden) niet geschikt is om een beregeningsput (capaciteit 50-70 m³/uur) in te plaatsen. Zij gaan uit van minimaal de Formatie van Urk, of dieper. (Voor een aantal locaties hebben zij de beregeningsdiepten opgegeven, wat bovenstaande bevestigt).

Op basis van bovenstaande bevindingen is de volgende methodiek aangehouden:

- Voor de onttrekkinglaag voor beregening wordt uitgegaan van de formatie van Urk (Ur-z-4), waar deze aanwezig is en een minimale kD heeft van 250 m²/dag;
- Waar deze niet voorkomt zijn de daaronder liggende lagen gebruikt, op basis van de cumulatieve kD >250 m²/dag en C<50 d;
- In een aantal gebieden blijkt het niet mogelijk om een goede beregeningsput te plaatsen. Grondboorbedrijf Klinge gaf als voorbeelden Boven Smilde/Assen Noord (diepe peelo geul) en Emmen (gestuwde afzettingen). Dit komt overeen met REGIS II.1. Hier komen geen goed doorlatend watervoerende pakketten voor en wordt op basis van bovenstaande systematiek geen geschikte beregeningslaag gevonden. De betreffende gebieden zijn gearceerd op de kaarten.

In bijlage 6 is aangegeven in welke gebieden welke onttrekkinglaag is aangehouden (B5.1). Ter controle zijn op deze kaart ook de locaties van de drinkwaterwinningen weergegeven. Opvallend is daarbij wel dat in gebieden met diepe Peelogeulen er soms toch drinkwaterwinningen zijn gesitueerd. Kennelijk dat hier toch ook grovere zanden voorkomen (als dan niet van de Peeloformatie), of dat het debiet per onttrekkingssput lager is dan de genoemde 70 m³/uur. Voor deze gebieden is de gehanteerde methode niet geschikt.

In bijlage B5.2 is tevens de diepte van de bovenkant van de onttrekkingsslaag weergegeven, om een indicatie te krijgen van de putdiepte. Beregeningsputten in Zuidwest Drenthe zijn in het algemeen veel minder diep, dan beregeningsputten ter plaatse van de Peelogeulen in Noord Drenthe, en varieert van circa 20 m –mv tot meer dan 100 m –mv!

4.3 Schematisatie representatieve kD en C-waarden

4.3.1 Representatieve kD waarde

De representatieve Kd-waarde is bepaald als de som van Kd-waarden van de REGIS II.1-lagen vanaf de beregeningslaag aan de boven- en onderzijde begrensd door een slecht doorlatende laag met een C-waarde van ten minste 50 dagen.

Het resultaat is weergegeven in bijlage 5 (B5.3). De grootste Kd waarden komen voor in Zuidwest Drenthe. De diepe Peelo geulen met zeer fijne zanden in het noorden van Drenthe zijn duidelijk terug te zien in de lage Kd-waarden ter plaatse.

4.3.2 C bovenzijde

De berekende cumulatieve C waarden van de slecht doorlatende lagen boven de onttrekkingsslaag zijn weergegeven in bijlage 5 (B5.4).

Bij de bepaling van de representatieve C-waarde boven de onttrekkingsslaag is uitgegaan van de bodem schematisatie zoals beschreven in H3.2 voor drainage, gebaseerd op REGIS II.1.

4.3.3 C onderzijde

De representatieve C-waarde van de slecht doorlatende laag onder de onttrekkingsslaag voor beregening, met een C-waarde van tenminste 50 dagen is weergegeven in bijlage 5 (B5.5). Waar meerdere slecht doorlatende lagen op elkaar liggen, zijn de C-waarden bij elkaar opgeteld.

Voor de ondoorlatende geohydrologische basis is een C waarden van 1.000.000 dagen aangehouden. De overige waarden volgen rechtstreeks uit REGIS II.1.

4.3.4 *Lekweerstand/ voedingsweerstand*
Zie H3.3.4. en bijlage 4.3

4.3.5 *Representatieve C-waarde*

Met de bepaalde drainageweerstand en weerstand aan de onderzijde is één representatieve weerstand bepaald middels de formule:

$$\frac{1}{C_{representatief}} = \frac{1}{C_{lek} + C_{bovenzijde}} + \frac{1}{C_{onderzijde}}$$

De ruimtelijke verbreiding van deze weerstand is weergegeven in bijlage 5 (B5.6).

4.3.6 *Spreidingslengte Berekening*

Aan de hand van bovenstaande invoerparameters kan vlakdekkend de spreidingslengte worden bepaald voor beregeningsinvloeden. Deze is ruimtelijk weergegeven in bijlage 5 (B5.7).

Direct valt al op de spreidingslengte voor berekening groter is dan die voor drainage. Dit is ook logisch gezien het feit dat onttrokken wordt uit een veel groter watervoerend pakket, en ook de representatieve C-waarde veelal veel groter is.

5 Beoordeling individuele aanvragen

5.1 Algemeen

De hydrologische beïnvloedingszone geeft de begrenzing aan waar buiten drainage en berekening uit grondwater kan worden toegepast zonder risico op significante effecten ter plaatse van de N2000 habitattypen.

Binnen de beïnvloedingszone is het risico op een significant effect op voorhand niet uit te sluiten, en dient een vergunningprocedure te worden doorlopen. Voornemen is om dit via de keur te regelen. De hydrologische beïnvloedingszone wil dus niet zeggen dat alle drainage en berekening binnen dit gebied een negatief effect heeft en dus niet mag, maar wel dat dit per geval dient te worden beoordeeld. Bij deze beoordeling moet ook rekening worden gehouden met cumulatie van effecten.

Om de waterschappen handvaten te bieden bij deze beoordeling is een tool ontwikkeld (in Excel) waarmee de effecten van drainage en berekening kunnen worden ingeschat. Voor drainage is daarbij uitgegaan van de formule van Mazure. Voor berekening wordt uitgegaan van een individuele onttrekking en de formule van Hantush (niet-stationair).

5.2 Uitwerken tool

Zie spreadsheet "Bepaling invloedsafstanden_def".

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Voor de conclusies kan onderscheid gemaakt worden in drainage en berekening:

6.1.1 *Beïnvloedingszone drainage*

De formule van Mazure is geschikt bevonden om de beïnvloedingszone voor drainage mee te bepalen. In natte gebieden zal over grotere oppervlakten en over langere perioden worden gedraineerd, waardoor de benadering van Mazure uitgaande van “cumulatieve stationaire effecten” acceptabel is.

De beïnvloedingszone zijn vervolgens “voortschrijdend” berekend, zodat rekening wordt gehouden met variaties in bodemopbouw (doorlaatvermogen en weerstanden). Op deze wijze is per N2000 gebied de berekende invloedsafstand worden vertaald naar een ruimtelijke beïnvloedingszone.

Voor drainage maakt het veel uit op welke wijze de bodemopbouw is geschematiseerd. Voor gebieden met een ondiepe slecht doorlatende laag, zoals bijvoorbeeld de keileemgebieden in Drenthe, kan de invloedsafstand op twee manieren freatisch doorwerken:

1. Ervan uitgaande dat het effect zich verplaatst via de dunne zandlaag boven de keileem (of andere ondiepe slecht doorlatende laag). Aanname is daarbij dat het de stijghoogte onder de keileem niet wordt verlaagd.
2. Ervan uitgaande dat de keileem “lek” is, en het effect van drainage zich voornamelijk verplaatst via het onderliggende watervoerende pakket. Deze heeft immers een groter doorlaatvermogen en een grotere spreidingslengte.

Beide beïnvloedingswegen werken in de praktijk. Het maximum van beide benaderingen geeft daarbij een goede indruk van de grootte van het beïnvloedingsgebied. Beide zijn daarom op de kaarten weergegeven. Per N2000 gebied zijn de volgende beïnvloedingszones bepaald, zie Tabel 6.1.

Tabel 6.1 bandbreedte berekende beïnvloedingszones drainage

	Natura2000-gebied	Initiatief Beheerplannen	Minimale beïnvloedingszone (m)	Maximale Beïnvloedingszone* (m)	Aandachtspunt*
1	Fochteloërveen en Esmeer	Provincie Drenthe	80	1100	Hogere grondwaterstanden in omgeving van belang om tegendruk te geven aan het veen (minder wegzijging). Dit is geen onderdeel van de beïnvloedingszone drainage.
2	Havelte-Oost	Provincie Drenthe	10	1800	

3	Mantingerbos	Provincie Drenthe	10	170	Mogelijk is Peelo formatie hier goed doorlatend. Zone wordt dan significant groter. Naast fr. Grondwater ook kweldruk van belang. Nadere uitwerking is nodig.
4	Mantingerzand	Provincie Drenthe	10	650	
5	Dwingelderveld	Provincie Drenthe	10	1900	
6	Norgerholt	Provincie Drenthe	250	1100	
7	Drouwenezand	Provincie Drenthe	580	2400	
8	Bargerveen	DLG	140	1500	Hier is met name de stijghoogte onder de veenbasis van belang om tegendruk te geven aan het veen. Nadere uitwerking hiervan is nog nodig.
9	Drents-Friese wold en Leggelderveld	DLG	10	2200	Waar keileem ontbreekt (o.a. Oude Willem) is de schematisatie van het Peelo zand van belang. Als Peelo zand goed doorlatend dan beïnvloedingszone groter.
10	Drentsche Aa	DLG	10	2200	Naast fr. Grondwater ook kweldruk van belang.
11	Elperstroom	DLG	100	750	Peelo klei in REGIS II.1 waarschijnlijk niet aanwezig. Boxtel klei (beekleem) wordt mogelijk doorsneden door drainage. Zone wordt dan groter. Naast fr. Grondwater ook kweldruk van belang.
12	Witterveld	Defensie	80	730	

*De kolom met aandachtspunten is gebaseerd op gebiedskennis van de opstellers van dit rapport, en is niet uitputtend. Per N2000 gebied dient een beoordeling plaats te vinden in hoeverre de gehanteerde uitgangspunten hier van toepassing zijn en of er nog andere aspecten spelen die meegenomen dienen te worden bij het bepalen van de beïnvloedingszones.

Bovenstaande beïnvloedingszones zijn bepaald uitgaande van:

- Een initiële verlaging van 30 cm van het freatisch grondwater in gedraineerde gebieden;
- Een afbreekcriterium van 5 cm in het freatisch grondwater (toegestane verlaging);
- De rand van N2000 gebieden, dus geen rekening houdend met de precieze locatie van kwetsbare habitattypen.

Naast bovenstaande uitgangspunten zijn de bovenstaande bandbreedtes afhankelijk van de lokale bodemopbouw ter plaatse en varieert sterk, zelfs binnen één N2000 gebied.

De kaart met de berekende beïnvloedingszones voor drainage is weergegeven in bijlage 4.13.

6.1.2 *Beïnvloedingszone berekening*

De formules van de Glee (stationair) en Hantush (niet-stationair) zijn geschikt bevonden om de invoedsafstand voor berekening mee te bepalen. De beregeningsputten liggen zover uit elkaar dat er niet of nauwelijks sprake is van onderlinge beïnvloeding. In dat geval kan een individuele onttrekking afzonderlijk worden beoordeeld op effecten. Wanneer er toch sprake is van twee nabij gelegen putten, kan met de formule van de Glee en Hantush ook rekening worden gehouden met cumulatieve effecten (verlaging van omliggende beregeningsput kan worden opgeteld).

Voor de berekening is nu uitgegaan van een individuele onttrekking van 70 m³/uur (worst case). Bij een eventuele vergunningaanvraag kan vervolgens worden getoetst of er, op basis van het werkelijk aangevraagde debiet, een effect optreedt.

Voor een kortdurende onttrekking (max. 2 dagen) varieert de berekende invloedsafstand van 0 tot 20 m voor het freatisch grondwater, afhankelijk van de bodemopbouw. Voor een zeer extreme situatie met een beregeningsduur van 10 dagen (non-stop) varieert de berekende invloedsafstand van 0 tot 300 m voor het freatisch grondwater. In beide situaties is daarbij uitgegaan van een afbreekcriterium (toegestane verlaging op de rand van het N2000 gebied) van 5 cm in het freatisch grondwater.

De kaart met de voorgestelde beïnvloedingszones voor berekening is weergegeven in bijlage 5.8.

6.2 **Aanbevelingen**

Op basis van bovenstaande onderzoek is een technische onderbouwing gegeven van de berekende beïnvloedingszones voor drainage, en berekende invloedsafstanden voor berekening. De resultaten van dit onderzoek dienen als technische input voor het beheerplan proces. Per N2000 gebied dient eerst nog een afweging te worden gemaakt. Hierbij kunnen de volgende overwegingen te worden meegenomen.

6.2.1 *Drainage*

Voor drainage geven de in bijlage 5 opgenomen kaarten een goede basis voor een nadere uitwerking per N2000 gebied. Bij deze uitwerking dient rekening te worden gehouden met het volgende:

- In sommige gebieden, zoals het Mantingerbos, is de Peelofformatie sterk bepalend voor de grootte van de beïnvloedingszone. Deze zone is nu klein omdat, naast een doorlaatvermogen, aan de Peelozanden ook een verticale weerstand is toegekend. Waar deze weerstand groter is dan 50 dagen, telt alleen het bovenste deel van het watervoerende pakket mee, bij het bepalen van de spreidingslengte. Of dit juist is hangt sterk af van de samenstelling van het Peelo zand. Wanneer deze hier toch uit grover zand bestaat met weinig verticale weerstand, zouden ook de onderliggende grovere zanden meegerekend moeten worden met als resultaat een veel grotere beïnvloedingszone. Waar dit speelt is weergegeven op de kaart in bijlage 4.13. Voor het Mantingerbos kan de zone dan oplopen van maximaal 170 m nu tot circa 900 m bij een kD van 4000 m²/dag (ipv 100 à 200 m²/dag). Voor bijvoorbeeld het Bargerveen is het verschil minder groot. De zone kan dan oplopen van circa 200 m naar maximaal 600 m.
- Voor de Elperstroom is in REGIS Peeloklei ingevoerd, terwijl hier sprake is van fijn Peelo zand. Hierdoor is de weerstand overschat. Omdat ook de (dikke laag) Peelozand in dit gebied een hoge weerstand heeft, maakt dat voor de bepaalde beïnvloedingszone niet veel uit.
- Aangenomen is dat drainage door het Holocene pakket snijdt. Zolang de beïnvloedingszone wordt bepaald vanaf de rand van een N2000 gebied, zal de hiermee geïntroduceerde fout beperkt zijn. Binnen de N2000 gebieden komt echter nog relatief veel veen en ook gliedelaagen voor, die een hoge weerstand hebben. Wanneer gerekend zou worden vanaf de rand

van kwetsbare habitattypen, moet wel degelijk rekening gehouden worden met deze weerstand, om de grootte van de beïnvloedingszone juist in te schatten.

- De huidige kaart met beïnvloedingszones is gebaseerd op een initiële freatische verlaging in het gedraineerde gebied van 30 cm en een toegestane freatische verlaging (afbreekcriterium) van 5 cm. Op basis van een nadere ecologische uitwerking per N2000 gebied dienen nog nadere afspraken te worden gemaakt over de grootte van het te hanteren afbreekcriterium.
- Op de kaart met beïnvloedingszones is uitgegaan van een verlaging in het freatisch grondwater. Per N2000 gebied dient nog beoordeeld te worden of er in bijzondere situaties ook rekening gehouden moet worden met een beïnvloedingszone ten aanzien van kwel (dus beïnvloeding vanuit het watervoerende pakket) of bijvoorbeeld het geven van tegendruk aan hoogveengebieden met een grote stijghoogtegradiënt.

Na deze nadere uitwerking per N2000 gebied kunnen de bepaalde zones worden ingebracht bij de N2000 werkgroepen, waar dan keuzes/afwegingen worden gemaakt en de uiteindelijke beïnvloedingszones worden vastgesteld.

6.2.2 Berekening

Voor berekening lijkt het voor de hand te liggen om aan te sluiten bij de door Rijn Oost vastgestelde zone van 200 m. Alleen in zeer extreme perioden, bij een beregeningsduur van 10 dagen en een ongunstige bodemopbouw wordt deze afstand overschreden.

In de verordening van Rijn Oost is echter wel de volgende passage opgenomen:

“De Natura2000-gebieden vormen een specifieke categorie. Voor verschillende gebieden lopen momenteel beheerplanprocessen. Wanneer in het kader van het beheerplanproces een afwijkende invloedsafstand en/of een afwijkende strategie ten aanzien van bestaand gebruik wordt vastgesteld, overstijgen dergelijke afspraken de bepalingen uit deze beregeningsregeling”.

De huidige 200 m zone is gebaseerd op een maximale beregeningsduur van 5 dagen en een toegestane freatische verlaging (afbreekcriterium) van 5 cm. Nadere afspraken dienen nog te worden gemaakt over de grootte van het te hanteren afbreekcriterium en of er in bijzondere situaties ook rekening gehouden moet worden met een beïnvloedingszone ten aanzien van kwel.

7 Literatuurlijst

Kaart: Buffer Natuur, onderdeel Waterkansenkaarten. Waterschap Hunze en Aas, januari 2003.

Spreidingslengte voor het beheersgebied Waterschap Veluwe; Een maat voor het bufferzone-beleid. Alterra rapport 653. 2003.

Evaluatie beregening in Zuid- West Drenthe; Meetraai Lheebroek. TNO, mei 2006.

Nationaal Hydrologisch Instrumentarium Modelrapportage. Deelrapport Freatische Lekweerstand. Deltares, december 2008.

Grondwaterzakboekje. Bram Bot, 2011.

Beregening uit grondwater in de Veenkoloniën. Haskoning, 2011.

Bepaling hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000 voor het beheersgebied van Waterschap Reest en Wieden, ten behoeve van onttrekking voor beregening: technische uitwerking. Grontmij, maart 2012.

Beregeningsregeling Rijn Oost; technisch achtergronddocument. Rijn Oost, december 2012.

Bijlage 1

Onttrekkingregister 2005

In het openbaar register van de provincie Drenthe staan 1011 putten voor berekening geregistreerd. Op basis van de opgave van het gebruik van grondwater worden hiervan jaarlijks ongeveer 250 gebruikt.

In onderstaande tabel staat aangeven hoeveel er jaarlijks door de landbouw volgens de opgave wordt onttrokken.

	Totale onttrekking	Hoogsalderend	%	Landbouw totaal	%
2000	72.635.045	494.321	0.7	745.985	1.0
2001	72.742.566	579.215	0.8	910.693	1.3
2002	72.324.105	564.665	0.8	929.694	1.3
2003	75.419.822	2.040.220	2.7	3.003.909	4.0

Het is de vraag of de registratie wel volledig is. Gaan we uit van 250 beregeningsputten en stel dat per put 10 ha wordt beregend en dat jaarlijks 150 mm water wordt gegeven in een gemiddeld jaar. Dit is 3.750.000 m³ per jaar voor de gehele landbouwsector. Toch komt de totale onttrekking voor de landbouw niet hoger uit als ca. 5% van de totale grondwateronttrekking in de provincie. Ter vergelijking: in de provincie Noord-Brabant zijn 10.000 beregeningsputten geregistreerd. Jaarlijks wordt ongeveer 320 miljoen m³ onttrokken.

Bijlage 2

Beoordeling MIPWA 2.0 voor bepaling beïnvloedingszones

C waarden ondergrond

Als basis zijn de C- waarden overgenomen uit de MIPWA database v2.0.

Vervolgens is de concept keileemupdate van TNO (d.d. december 2011) doorgevoerd (zie bijlage 3).

Bij het doorvoeren van de keileemupdate in MIPWA was het noodzakelijk niet alleen de keileem te vervangen, maar de volledige modellagen SDL1, SDL2 en SDL3 te vervangen door de originele ongekalibreerde REGIS II.0 bestanden, waaraan vervolgens de keileemweerstand is toegevoegd.

Met de doorvoer van de keileemupdate zijn tevens de parelmodellen uit MIPWA verdwenen. Voor gebieden waar in de parelmodellen gliedelagen, meerbodems of andere waterhard laagjes waren gemodelleerd resulteert dit nu in (veel) te lage weerstanden in de deklaag (SDL1 in MIPWA). Daarnaast zijn ook voor sommige diepere lagen verbeteringen doorgevoerd. Met de keileemupdate zijn al deze verbeteringen verloren gegaan. In onderstaande tabel B2.1 zijn de verbeteringen weergegeven, en is een voorstel gedaan hoe hiermee om te gaan voor dit project.

Tabel B2.1 Inpassing C-waarden Parelmodellen provinciale N2000 gebieden tbv bepaling beïnvloedingszones

	Natura2000-gebied	Parelmodel	Aangepaste modellagen	Benodigde aanpassingen tbv Beïnvloedingszones
1	Fochtelooërveen	Smilde/Fochtelooërveen	Veen/Gliede (SDL1) Keileem (SDL2) Peeloklei (SDL3)	Veen/Gliede in model overschreven met keileemupdate. Peeloklei uit parelmodel overschreven met keileemupdate.
2	Havelte-Oost	Nee	-	Weerstand veen/gliedelagen niet gebiedsdekkend beschikbaar. Nu veenweerstand= ca 5 dagen. Beïnvloedingszone wordt binnen N2000 gebied niet goed bepaald.
3	Dwingelderveld	Dwingelderveld	Veen/Gliede (SDL1) Keileem (SDL2)	Weerstand veen/gliedelagen in parelmodel geïntegreerd met keileem en boxtelklei. Deze is overschreven met keileemupdate. Nu veenweerstand in model ca. 5 tot 150 dagen. Beïnvloedingszone wordt binnen N2000 gebied dus niet goed bepaald.
4	Mantingerzand	Nee	-	Na keileemupdate model goed genoeg?
5	Drouwenerzand	Gasselte	Alles: SDL1 t/m 7 WVL1 t/m 7.	SDL1 t/m 3 zjn overschreven door REGIS II.0 tbv keileemupdate. SDL4 lijkt correct (Peeloklei II) Echter SDL5 uit Parelmodel is zeer twijfelachtig (geologische oorsprong onbekend.) Hier lijkt de anisotropie in te zijn verwerkt?
6	Norgerholt	Smilde/Fochtelooërveen Ten noorden: Nietap Tussenin een "gat"	Veen (SDL1) Keileem (SDL2) Peeloklei (SDL3)	SDL1 t/m 3 zjn overschreven door REGIS II.0 tbv keileemupdate Daarmee is de Peelo uit het parelmodel overschreven. Deze was gedetailleerder dan in REGIS II.0.

Tabel B2.2 Inpassing C-waarden Parelmodellen overige N2000 gebieden in Drenthe tbv bepaling beïnvloedingszones

	Natura2000-gebied	Parelmodel	Aangepaste modellagen	Benodigde aanpassingen tbv Beïnvloedingszones
1	Elperstroom	Nee	-	Peeloklei-slurf zit niet goed in het model (SDL3). Weerstanden veel te hoog.
2	Drentsche Aa	Drenthse Aa Annen/Breevenen Gasselte Garyp	Alles?	SDL1 t/m 3 z jn overschreven door REGIS II.0 tbv keileemupdate. Hiermee is gedetailleerde informatie mbt veen/beekleem verloren gegaan. Ook de Peeloklei is aangepast.
3	Drents-Friese Wold & Leggelderveld	Terwisscha	Veen/Gliede (SDL1) Keileem (SDL2) Peeloklei (SDL3)	SDL1 t/m 3 z jn overschreven door REGIS II.0 tbv keileemupdate Hiermee is gedetailleerde informatie mbt veen/beekleem verloren gegaan. Ook de Peeloklei is aangepast.
4	Bargerveen	Bargerveen	Veendikte en C-waarden	SDL1 t/m 3 z jn overschreven door REGIS II.0 tbv keileemupdate. Hiermee is wel de veenweerstand "verdwenen" uit het parelmodel, maar ook de "fout" in de cromerlei (urkklei III) rechtgezet.
5	Witterveld	Nee	-	Na keileemupdate model goed genoeg?

De C- waarden voor en na keileemupdate zijn beide opgenomen in bijlage 3. (nog niet de aanpassingen tbv parelmodellen verwerkt!)

kD waarden ondergrond

Als basis zijn de kD- waarden overgenomen uit de MIPWA database v2.0.

Gecontroleerd is of er ter plaatse van de N2000 gebieden opvallende of onwaarschijnlijke kD waarden zijn opgenomen. In de onderstaande tabellen zijn de bevindingen gerapporteerd:

Tabel B2.3 Bevindingen kD-waarden provinciale N2000 gebieden

	Natura2000-gebied	Parelmodel	Aangepaste modellagen	Benodigde aanpassingen tbv Beïnvloedingszones
1	Fochteloërveen	Smilde/Fochteloërveen	-	-
2	Havelte-Oost	Nee	-	-
3	Dwingelderveld	Dwingelderveld	-	-
4	Mantingerzand	Nee	-	-
5	Drouwenezand	Gasselte	Alles: WVL1 t/m 7.	kD's sterk naar beneden bijgesteld. Nu totale kD alle WVP-en <250 m2/dag....wel erg laag...
6	Norgerholt	Smilde/Fochteloërveen Ten noorden: Nietap Tussenin een "gat"	-	-

Tabel B2.4 Bevindingen kD-waarden overige N2000 gebieden in Drenthe

	Natura2000-gebied	Parelmiddel	Aangepaste modellagen	Benodigde aanpassingen tbv Beïnvloedingszones
1	Elperstroom	Nee	-	kD waarden in gebied veel te hoog in REGIS II.0. REGIS II.1 al veel beter, maar zit nog niet in MIP-WA.
2	Drentsche Aa	Drenthse Aa Annen/Breevenen Gasselte Garyp	Alles?	
3	Drents-Friese Wold & Leggel-derveld	Terwisscha		kD waarden in gebied veel te hoog in REGIS II.0? (conclusies modellering Oude Willem?)
4	Bargerveen	Bargerveen	Veendikte en C-waarden	kD- waarden onwaarschijnlijk hoog in WVL2 en WVL3 in keileemgebied. Zolang onttrekking wordt geplaatst in WVL4 (met hierboven Cromer-klei), maakt dit voor bepaling beïnvloedingszones niet veel uit.
5	Witterveld	Nee	-	-

Algemeen wordt het volgende geconcludeerd:

- de kD in WVL1 in de keileemgebieden wordt overschat, aan een zandlaagje van hooguit enkele meters dikte is soms een kD van >50 m²/dag toegekend. Voor het bepalen van de beïnvloedingszones voor drainage (onttrekking boven de keileem) zal deze waarde de totale beïnvloedingszone sterk bepalen.
- De kD's van de diepere watervoerende pakketten zijn eveneens erg hoog. Hiermee worden de beïnvloedingszones mogelijk overschat.

Onttrekkingslaag voor berekening

In de MIPWA 1.1 database is een bestand opgenomen "onttrekkingslaag.idf" waarin gebiedsdekkend is aangegeven uit welke modellaag wordt onttrokken voor berekening. De onttrekking is daarbij geplaatst in de meest ondiepe modellaag waarin:

- De gesommeerde kD waarde > 250 m²/dag bedraagt;
- De C-waarde die het watervoerende pakket begrenzen (onder en boven) > 50 dagen draagt. C-waarden kleiner dan 50 dagen zijn dus verwaarloosd.

Deze exercitie is echter uitgevoerd in een vrij vroeg stadium van de modelbouw. Hierna zijn nog wijzigingen doorgevoerd in de laagindeling (bv de keileem op de hondsrug is verplaatst van SDL3 naar SDL1), is het model gekalibreerd en zijn de parelmodellen nog toegevoegd. De onttrekkingslagen zijn hier later niet meer op aangepast. Voor het bepalen van de beïnvloedingszones is verder nog de keileemupdate verwerkt in MIPWA.

De resulterende onttrekkinglaag ten aanzien van berekening in de omgeving van de N2000 gebieden zijn samengevat in tabel B2.5

Tabel B2.5 Onttrekkinglaag berekening N2000 gebieden na correctie voor keileemupdate (voor aanpassingen ten behoeve van parelmodellen)

	Natura2000-gebied	Onttrekkinglaag berekening	Toelichting
	Provincie:		
1	Fochteloërveen	WVL4	Onder de peelo klei I (SDL3). Peelo klei II komt niet voor ter plaatse. = OK
2	Havelte-Oost	WVL1 en WVL2	Weerstand veen/gliede niet in model (5 dagen). Daardoor ont-trekking in WVL1 (groot 1e water-voerend pakket). Waar keileem in WVL2. = OK
3	Dwingelderveld	WVL1 en WVL2	Waar keileem in WVL2, elders in WVL1 (groot 1 ^e WVP) = OK.
4	Mantingerzand/-weide en -bos	WVL1 en WVL2	Waar keileem in WVL2, elders in WVL1 (groot 1 ^e WVP) = OK.
5	Drouwenezand	WVL1, WVL2 en WVL4	KD overal <250 m2/dag...methode werkt hier niet.
6	Norgerholt	WVL2	Onder keileem/ veen/ beekleem= OK
	DLG/Defensie:		
7	Elperstroom	WVL1, WVL2, WVL3 en WVL4	
8	Drentsche Aa	WVL1 t/m WVL7	
9	Drents-Friese Wold & Leggelderveld	WVL1, WVL2 en WVL4	
10	Bargerveen	WVL 1 en WVL2	Wordt niet goed bepaald door onzinnig hoge kD's.
11	Witterveld	WVL1, WVL2 en WVL4	OK

Bijlage 3

Keileemupdate TNO december 2011

Algemeen

Bekend is dat de weerstanden van de keileemlaag (in SDL1, SDL2 en SDL3) in MIPWA worden onderschat. Op dit moment is Deltares bezig met het aanpassen van de keileemverbreiding en weerstand in MIPWA, de verwachte oplevering is medio 2012. Vooruitlopend op dit, is de concept keileemdikte kaart van TNO (december 2011) door Grontmij alvast omgezet naar weerstanden en verwerkt voor opname in de MIPWA database. Hiervoor zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Bepalen van de keileemweerstand op basis van het door TNO aangeleverde keileemdikte bestand (concept keileemkaart dec. 2011);
2. "Vervangen" oude keileemweerstand in SDL1, SDL2 en SDL3 van de MIPWA database.

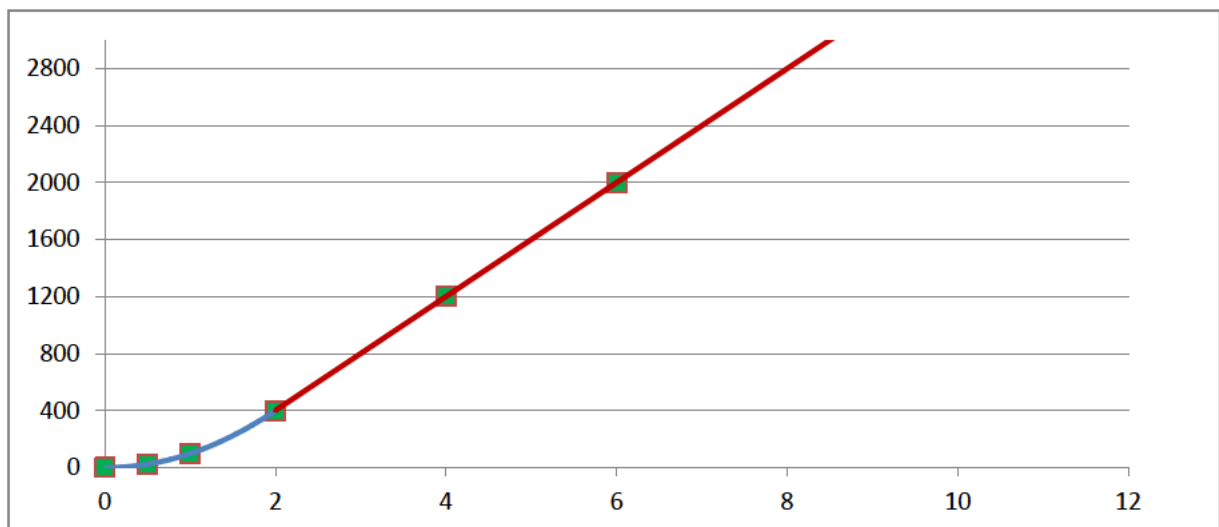
Bepaling keileemweerstand

Eerst is op basis van de keileemdikte een weerstand bepaald. Voor het omzetten van de dikte naar een weerstand is gebruik gemaakt van de formule van Bakker. Deze formule is afgeleid op basis van gemeten weerstanden op een proeflocatie in Wijster.

Tabel B3.1 Gemeten keileemweerstanden Bakker

Dikte keileem (m)	Weerstand (dagen)
0,5	20
1,0	100
2,0	400
4,0	1200
6,0	2000

Het beste resultaat is verkregen door voor een dikte tussen 0-2 m een 2^e orde polynoom te veronderstellen en voor diktes groter dan 2m een lineair verband.



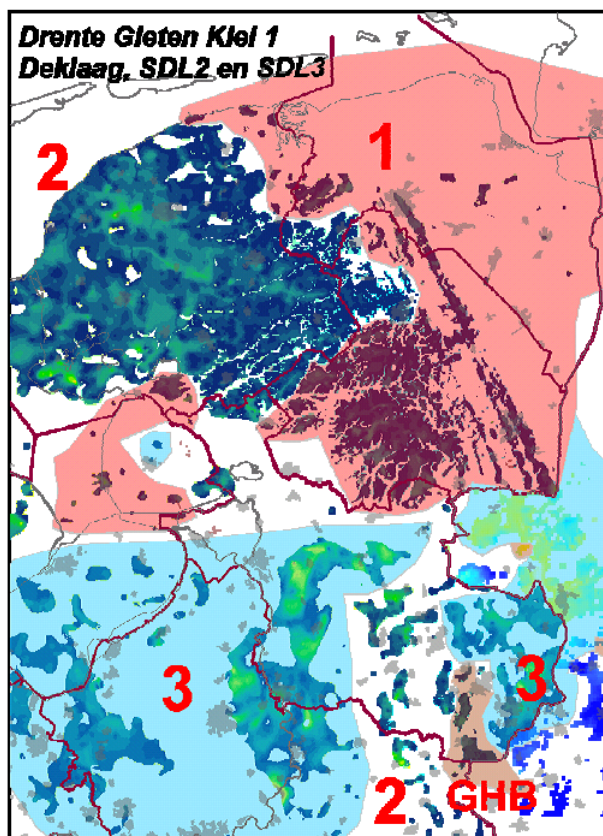
Figuur B3.1 Fit keileemweerstand als functie van dikte

Het gevonden verband is hieronder weergegeven;

$$C_{keileem} = 102.57 \cdot D_{keileem}^2 - 4.95 \cdot D_{keileem}; \quad (0m \leq D_{keileem} \leq 2m)$$

$$C_{keileem} = 400 \cdot D_{keileem} - 400; \quad (D_{keileem} > 2m)$$

Met $D_{keileem}$ de dikte van de keileem in meters en $C_{keileem}$ de weerstand in dagen. De resulterende keileemweerstand is vervolgens verdeeld over de drie modellagen conform figuur B3.2



Figuur B3.2 Geactualiseerde keileemweerstand op basis van formule van bakker, met aangegeven in welke MIPWA modellaag deze moet worden geïmplementeerd.

Vervangen oude keileemweerstand in MIPWA database

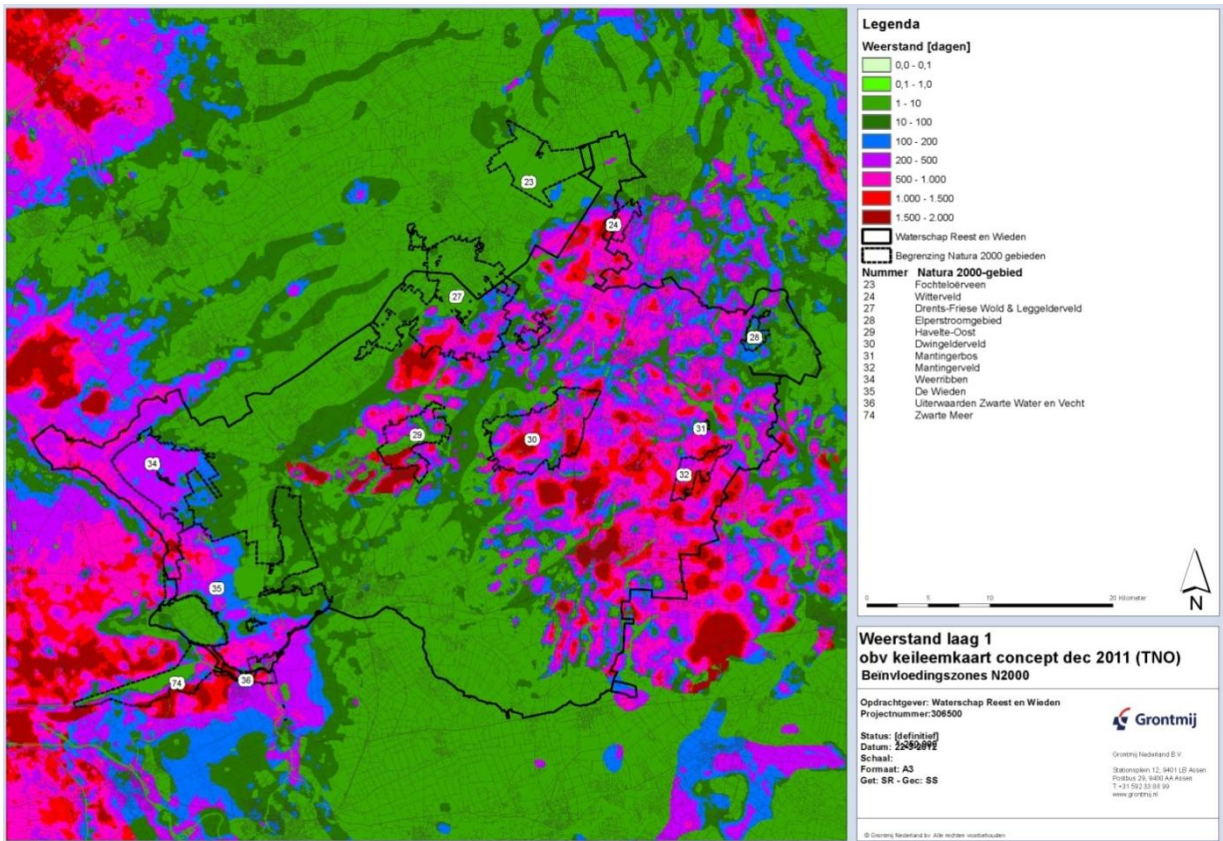
De keileemweerstand in MIPWA is in de Provincie Drenthe grotendeels ingevoerd in SDL1 en SDL2. Elders is deze ook nog geschematiseerd in SDL3. Echter, in deze modellagen zijn ook nog andere weerstanden ingevoerd, zoals bijvoorbeeld de Boxtel kleien, Kreftenheye kleien, Urk-kleien (inclusief voormalige Cromer klei) en Peelo-kleien.

Na sommatie van deze weerstanden zijn vervolgens de parelmodellen in MIPWA geïmplementeerd, waardoor deze waarden weer deels zijn overschreven.

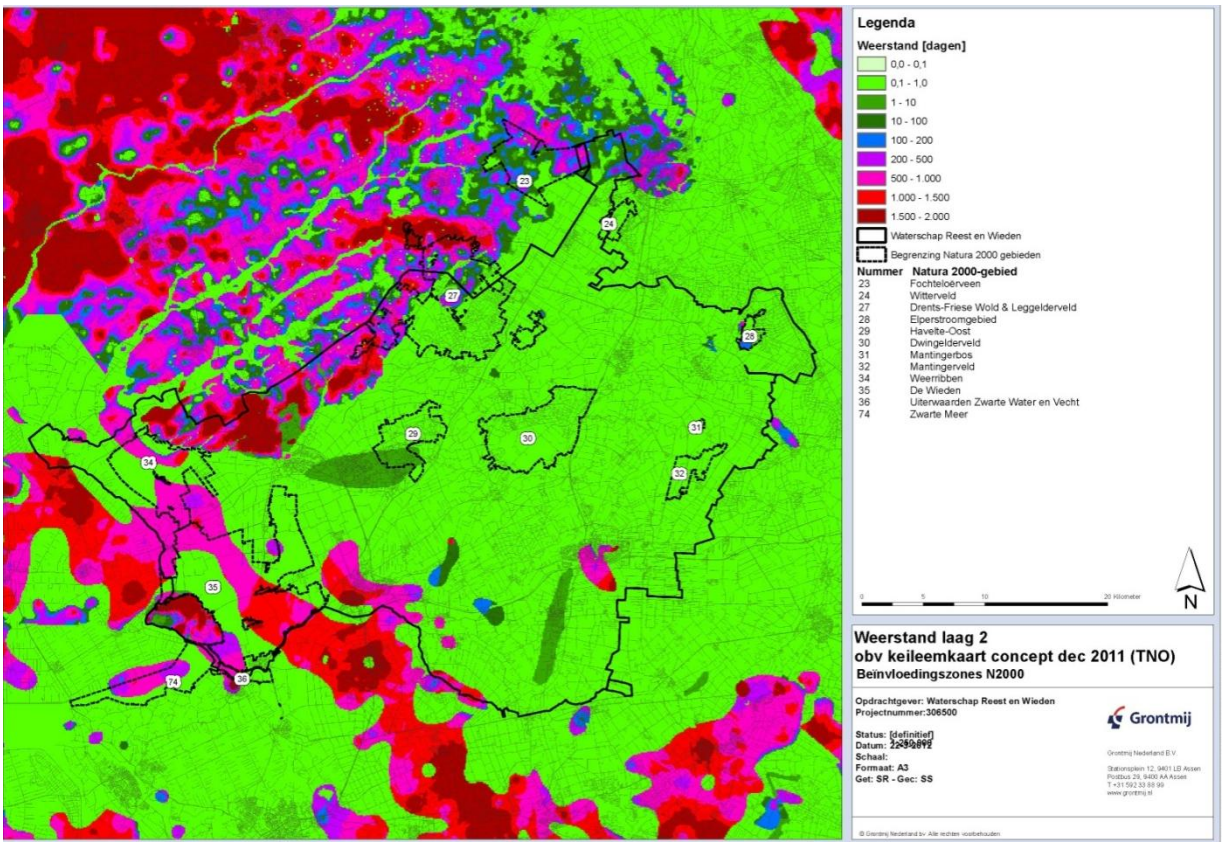
Als laatste is het model nog gekalibreerd.

In overleg met Deltares is geconcludeerd dat het niet meer mogelijk is alleen de keileemweerstand in MIPWA te vervangen. Besloten is daarom om de weerstanden van SDL1, SDL2 en SDL3 zelf opnieuw samen te stellen op basis van de origineel in MIPWA ingevoerde (dus ongekalibreerde) REGIS 2.0 weerstanden, waarbij dan wel de nieuwe keileemweerstand wordt gebruikt. Voor de overige modellagen zijn wel de gekalibreerde MIPWA waarden overgenomen. De parelmodellen zijn bij deze werkwijze niet overgenomen, maar zitten deels verdisconteerd in de nieuwe keileemweerstand.

Daarbij is tevens een fout gecorrigeerd: de weerstand van de URK klei III (Cromer klei) en de Peelo klei op de hondsrug was per ongeluk uit modellaag 3 gehaald en aan modellaag 1 toegevoegd. Dit is hersteld met de vervanging van de originele REGIS II.0 invoer.



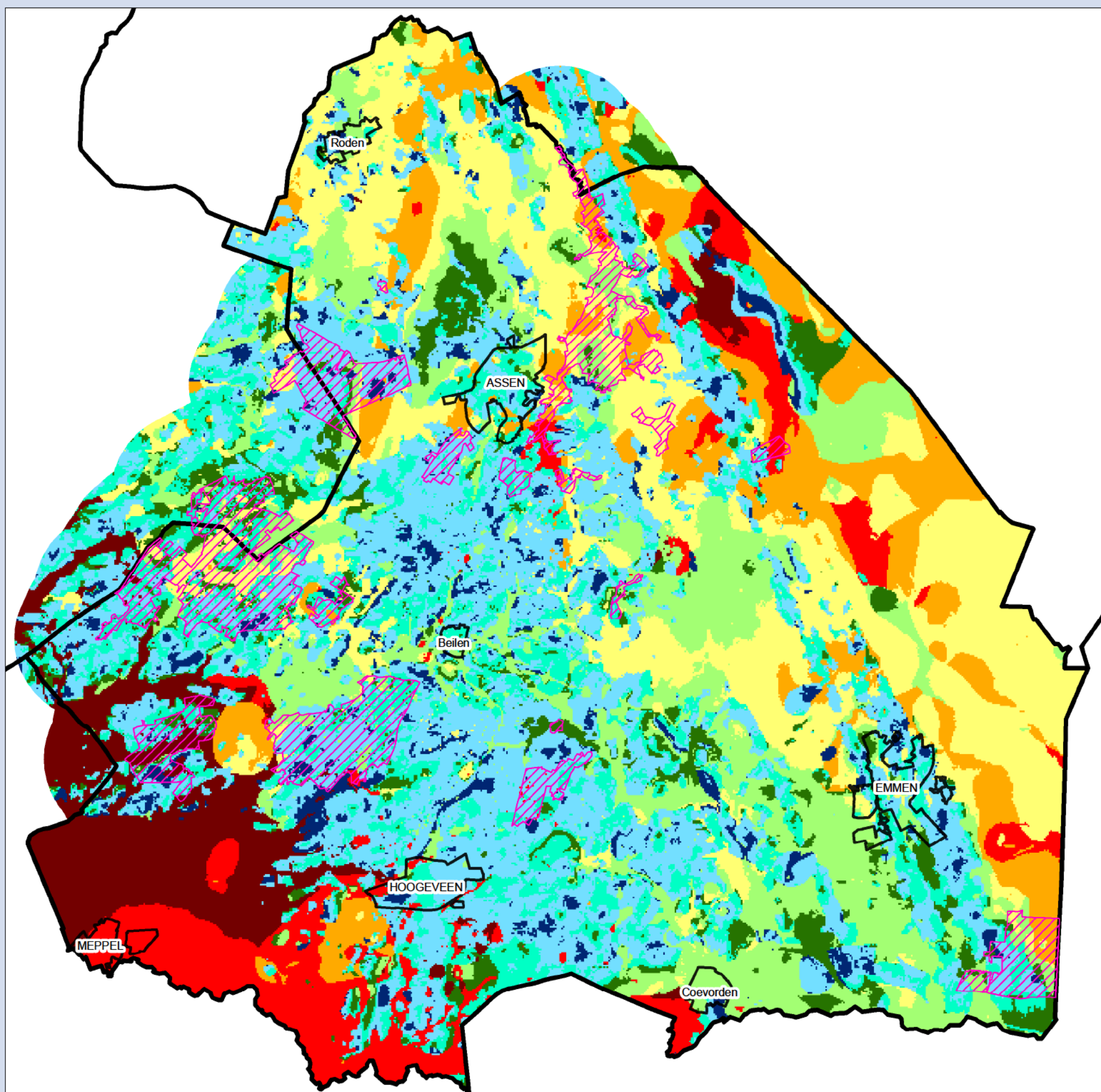
Figuur B3.3. Geactualiseerde weerstand SDL1 beheersgebied Reest en Wieden



Figuur B3.4. Geactualiseerde weerstand SDL2 beheersgebied Reest en Wieden.

Bijlage 4

Kaarten uitwerking beïnvloedingszones drainage



Legenda

Representatieve Kd-waarde watervoerend pakket met drainage [m2/dag]*

- 1
- 1 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 400
- 400 - 800
- 800 - 1600
- 1600 - 3200
- 3200 - 6400

* De representatieve Kd is de som van Kd-waarden van de REGIS II.1 lagen die onderdeel uitmaken van het watervoerend pakket van waaruit gedraineerd wordt en aan de onderzijde begrensd door een C-waarde van minimaal 50 dagen. De som is genomen vanaf de ondiepste zandlaag, veelal Bostel zand en soms het oudere Urk zand.

Waar geen ondiep zand aanwezig is, bijvoorbeeld doordat keileem tot aan maaiveld komt, is een Kd van 1 m2/dag aangehouden. De holocene deklaag is hierbij verwaarloosd.

** Hierbij is uitgegaan dat het effect van drainage zich verspreidt via het freatisch grondwater.



Representatieve Kd-waarde watervoerend pakket met drainage (situatie 1)

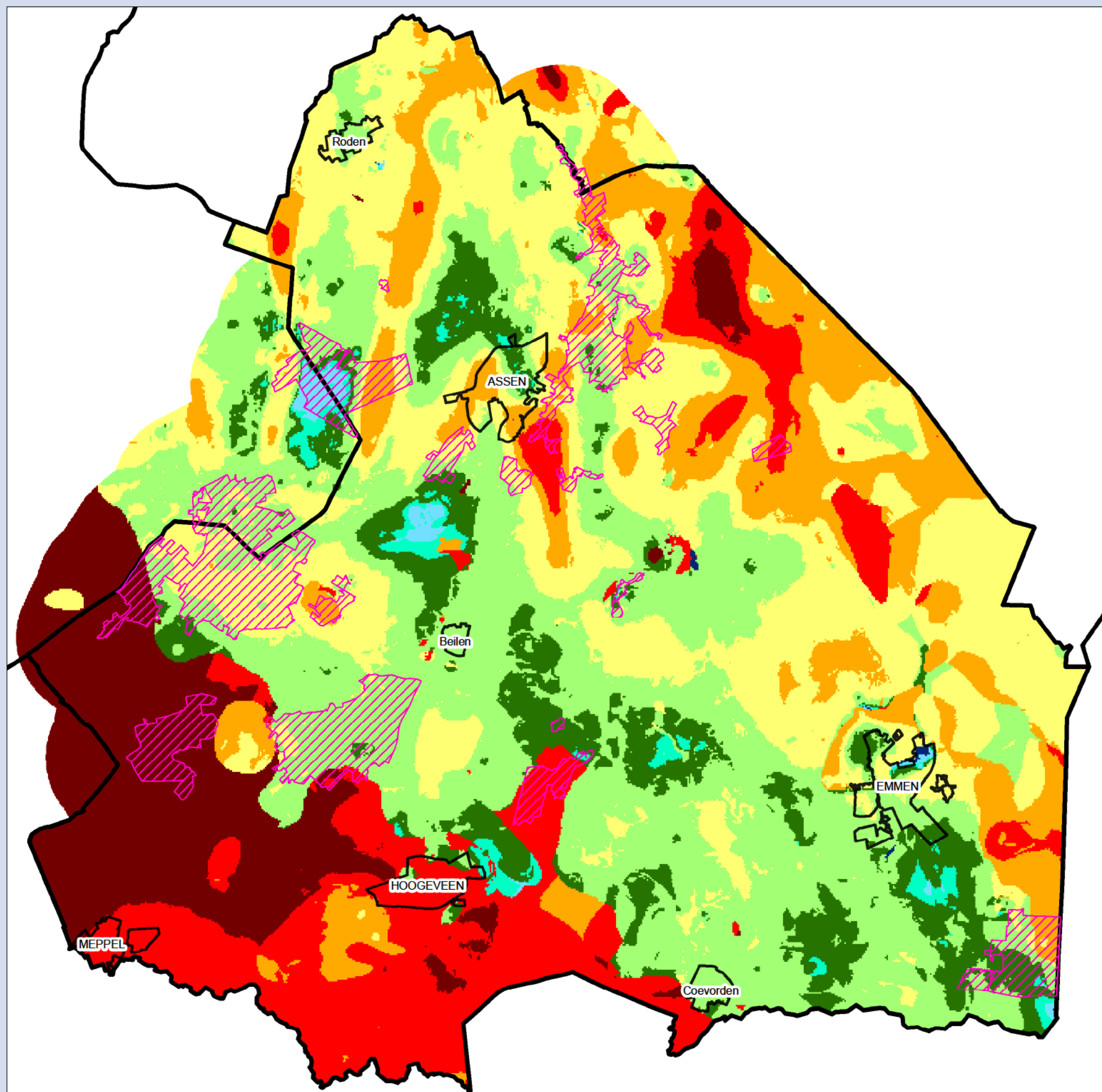
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



Status: definitief
Datum: 26-3-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

Representatieve Kd-waarde watervoerend pakket onder drainage laag [m2/dag]*

- 1
- 1 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 400
- 400 - 800
- 800 - 1600
- 1600 - 3200
- 3200 - 6400

*
De representatieve Kd is de som van Kd-waarden van de REGIS II.1 lagen die onderdeel uitmaken van het watervoerend pakket waarlangs effecten van drainage zich verspreiden.

Wanneer de grondwaterstand verlaging als gevolg van drainage doorwerkt naar de omgeving via het onderliggende watervoerende pakket betreft dit de laag onder eventuele keileem of boxtel klei is (WVP03).

Slecht doorlatende lagen met een c-waarde kleiner dan 50 dagen zijn daarbij verwaarloosd.

Bij het ontbreken van een scheidende laag aan de bovenzijde zijn dus alle lagen tot aan maaiveld meegenomen in de sommatie.

Wanneer WVP03 ontbreekt is een Kd van 1 m2/dag aangehouden.

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



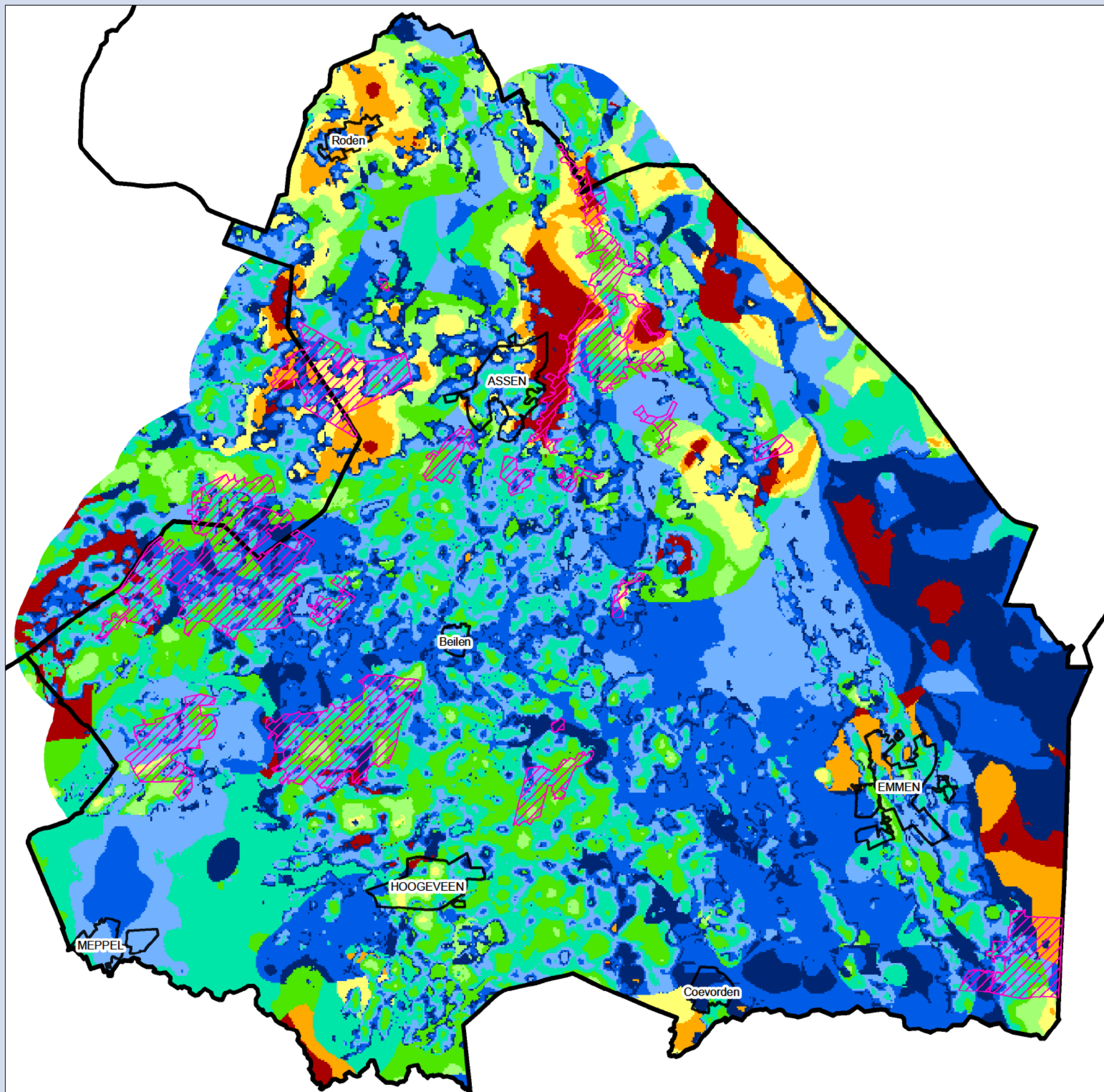
Representatieve Kd-waarde watervoerend pakket onder drainage laag (situatie 2)
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



Status: definitief
Datum: 25-3-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

Representatieve C-waarde drainage [dagen]*

- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 400
- 400 - 800
- 800 - 1.600
- 1.600 - 3.200
- 3.200 - 6.400
- 6.400 - 12.800
- > 12.800
- Natura 2000-gebieden

* De weergegeven C-waarde is de weerstand van de eerste weerstandbiedende formatie onder de laag die mee doet met drainage. Als er meerdere weerstandbiedende lagen op elkaar liggen zijn de C-waarde opgeteld.

** Hierbij is uitgegaan dat het effect van drainage zich verspreidt via het freatisch grondwater.

0 2,5 5 10 15 20 Kilometers



C-waarde onder watervoerende laag van waaruit gedraineerd wordt (situatie 1)

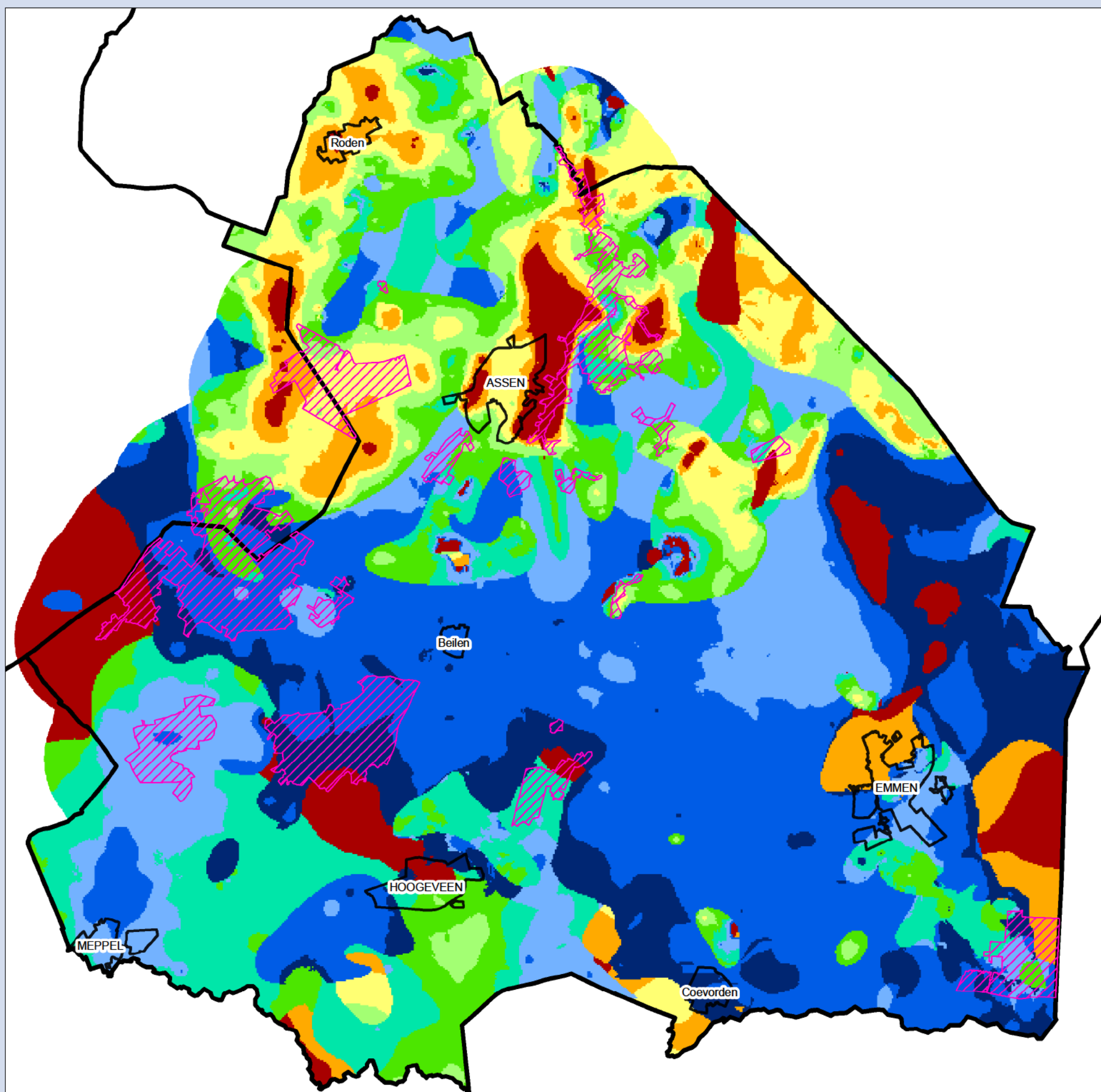
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



Status: definitief
Datum: 26-3-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

C-waarde onder watervoerend pakket waarin effecten van drainage verspreiden [dagen]*

- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 400
- 400 - 800
- 800 - 1.600
- 1.600 - 3.200
- 3.200 - 6.400
- 6.400 - 12.800
- > 12.800

Natura 2000-gebieden

* De weergegeven C-waarde is de weerstand van de eerste weerstandbiedende formatie onder de watervoerende laag waarin effecten van drainage zich kunnen verspreiden. Als er meerdere weerstandbiedende lagen op elkaar liggen zijn de C-waarde opgeteld.

**Hierbij is uitgegaan dat het effect van drainage zich verspreidt via het watervoerend pakket onder de laag met drainage.

0 2,5 5 10 15 20 Kilometers



C-waarde onderzijde watervoerende laag waarin effecten van drainage zich verspreiden. (situatie 2)

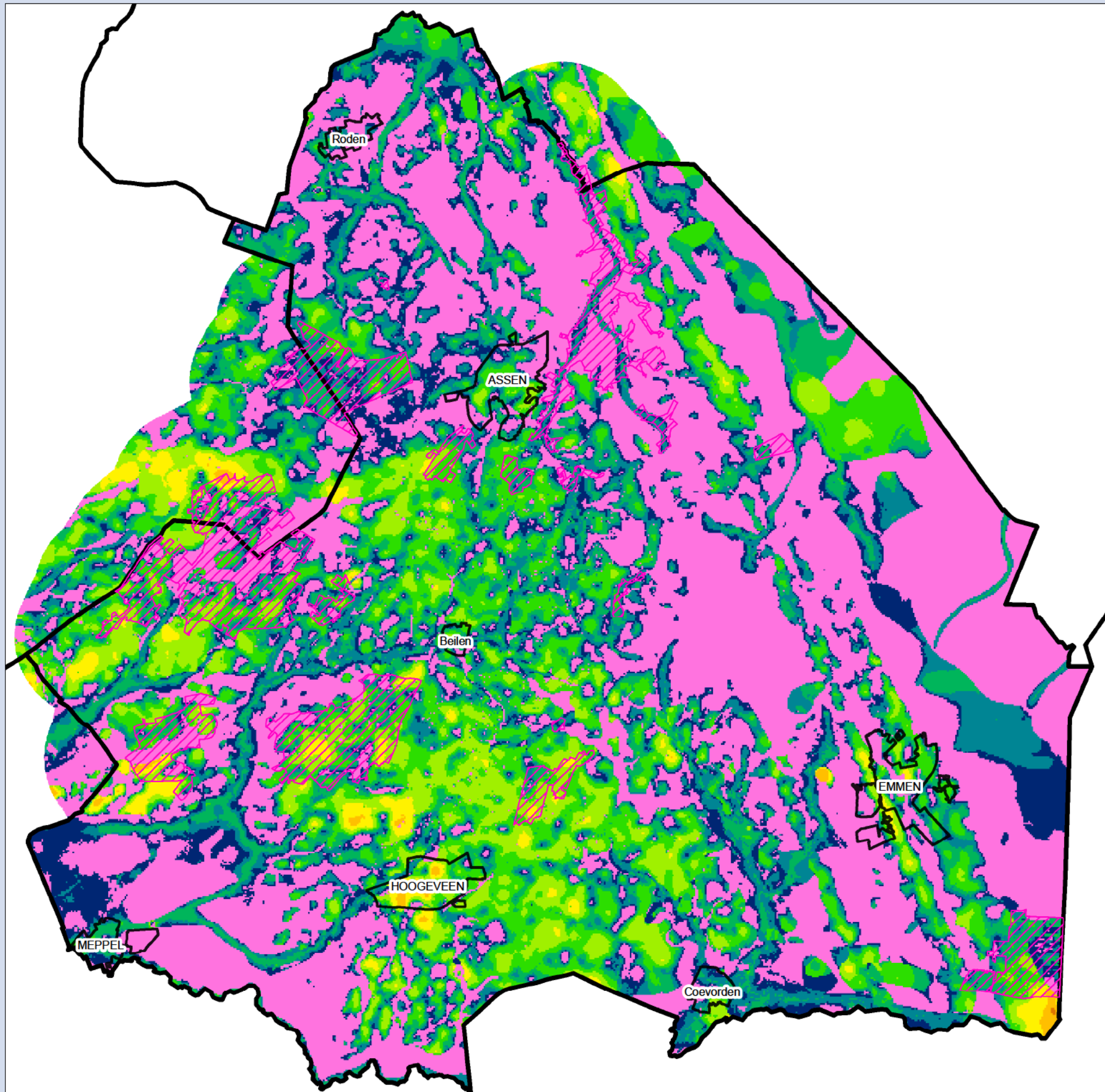
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



Status: definitief
Datum: 25-3-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

C-waarde boven watervoerend pakket waarin effecten van drainage verspreiden [dagen]*

- 0 - 0.1
- 0.1 - 100
- 100 - 200
- 200 - 400
- 400 - 800
- 800 - 1.600
- 1.600 - 3.200
- 3.200 - 6.400
- 6.400 - 12.800
- > 12.800
- Natura 2000-gebieden

* De weergegeven C-waarde is de weerstand van de eerste weerstandbiedende formatie, met een weerstand van meer dan 50 dagen, boven de watervoerende laag waarin effecten van drainage zich kunnen verspreiden.

Als er meerdere scheidende lagen op elkaar liggen zij de c-waarde opgeteld.

Als er geen weerstandbiedende laag van aanwezig is aan de bovenzijde is een waarde van 0.1 dagen aangenomen.

**Hierbij is uitgegaan dat het effect van drainage zich verspreidt via het watervoerend pakket onder de laag met drainage.

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



C-waarde bovenzijde watervoerende laag waarin effecten van drainage zich verspreiden. (situatie 2)

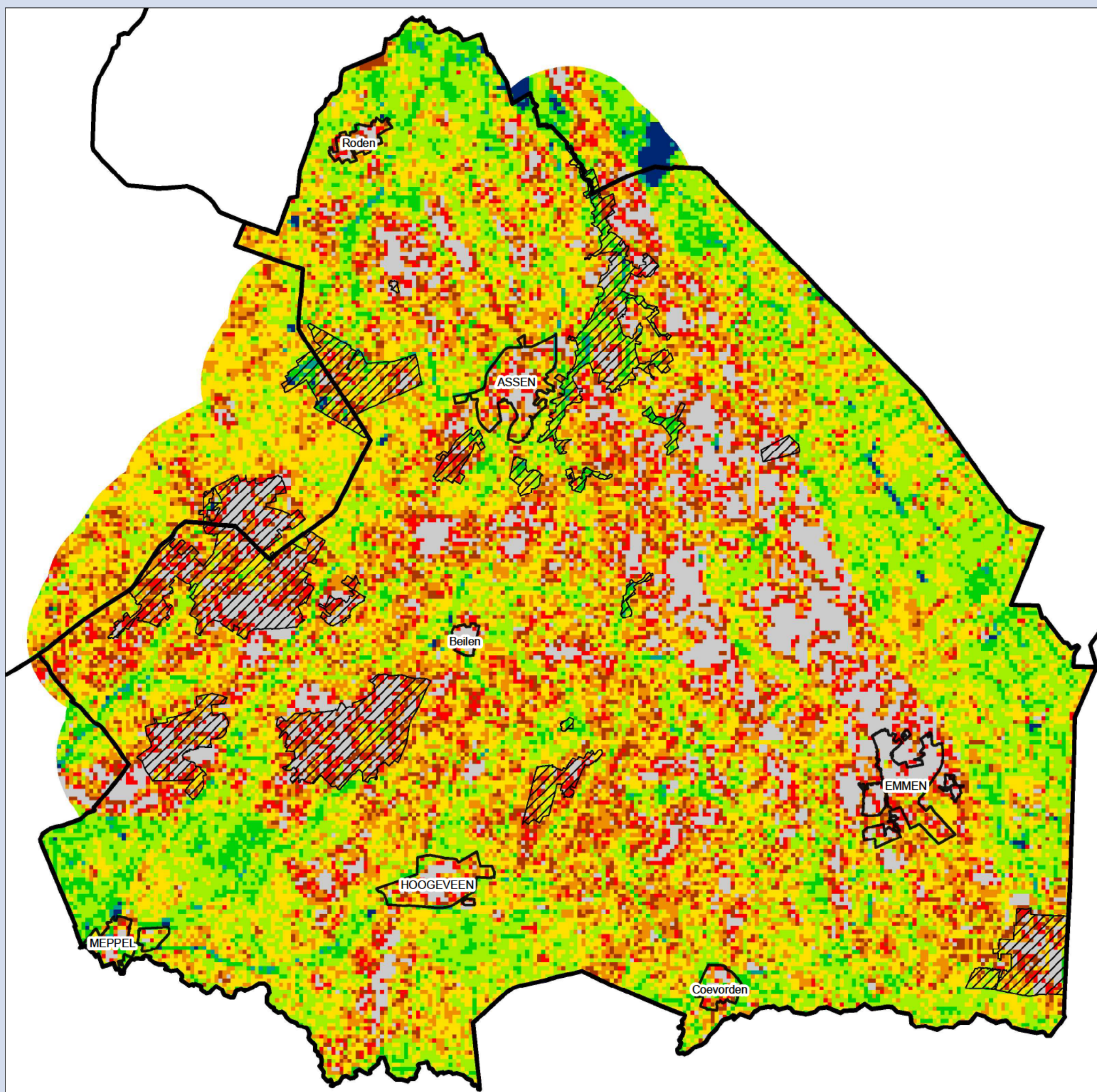
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



Status: definitief
Datum: 25-3-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

Lekweerstand NHI v2.0 [dagen]*

- 0 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 400
- 400 - 800
- 800 - 1500
- Geen drainageweerstand in NHI (gelijkgesteld aan 1500 dagen)**
- Drainageweerstand in NHI groter dan 1500 (gelijkgesteld aan 1500 dagen)**
- Natura 2000-gebieden

* De lekweerstand is bepaald op basis van het harmonische gemiddelde van de lekweerstanden van de hoofd, primaire, secundaire en tertiaire waterlopen;

$$\frac{1}{C_{lek}} = \frac{1}{C_{Hoofd}} + \frac{1}{C_{Primair}} + \frac{1}{C_{Secundair}} + \frac{1}{C_{Tertiair}}$$

De lekweerstanden zijn overgenomen uit de hydrologische bibliotheek v2.0 van het NHI. (Nationaal Hydrologisch Instrumentarium - NHI Modelrapportage; Deelrapport freatische lekweerstanden) (<http://www.nhi.nu/bibliotheek.html>)

** Voor het NHI zijn de lekweerstanden gebaseerd op individuele watergangen. Hierdoor zijn op plaatsen zonder waterlopen geen lekweerstanden in het NHI bepaald. Deze plaatsen betreffen stedelijk gebied, natuurgebieden en landbouwgebieden met $GT > V$. Omdat er in deze gebieden wel een geringe interactie met het topsysteem is via neerslag, is hier een lekweerstand van 1500 dagen ingevoerd. Deze waarde is gebaseerd op de tabel met kengetallen voor gebieden op basis van GT en betreft de waarde voor een gebied met GT VII zonder zichtbare afvoer (blz. 68, grondwaterzakboekje).

*** Op een aantal plaatsen is op basis van het NHI een zeer hoge lekweerstand berekend (soms $> 1.000.000$ dagen). Bij deze waarde is er nauwelijks interactie tussen het topsysteem en het freatisch grondwater. In werkelijkheid zal er op deze plaatsen interactie zijn via neerslag. Omdat in het NHI deze interactie apart wordt gemodelleerd is hier in de lekweerstanden geen rekening mee gehouden. Om hier rekening mee te houden is er voor gekozen om alle waarden groter dan 1500 dagen gelijk te stellen aan deze waarden. Deze waarde is weer gebaseerd op de tabel met kengetallen voor gebieden op basis van GT waarde (blz. 68, grondwaterzakboekje).

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



Lekweerstand op basis van NHI v2.0

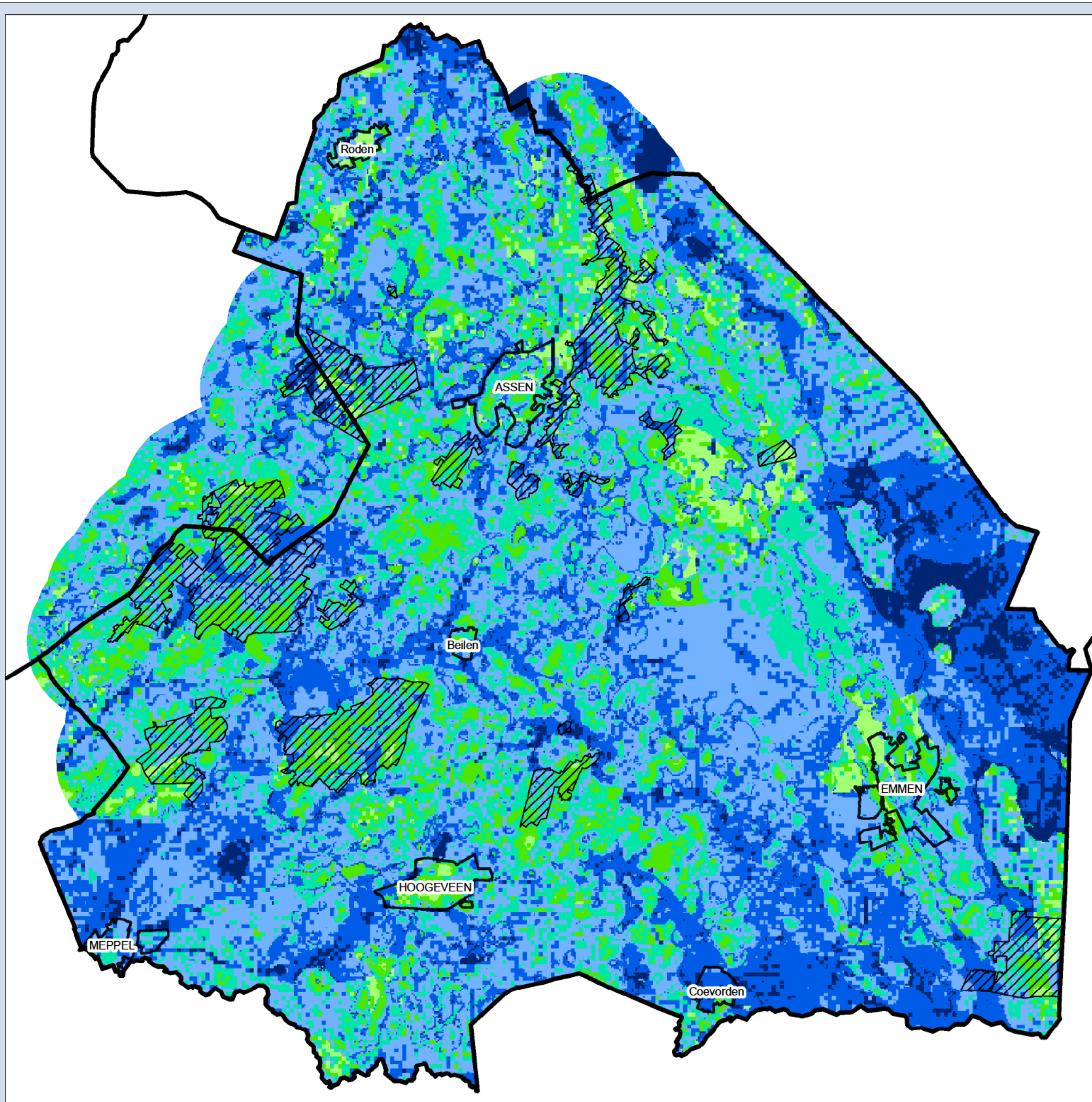
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



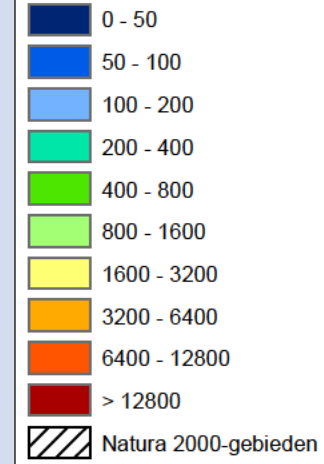
Status: definitief
Datum: 17-1-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

Representative C-waarde drainage (Mazure) [dagen] *



* De weerstand voor het bepalen van de beïnvloedingszone (Mazure) voor drainage is het harmonische gemiddelde van de lekweerstand (boven) en de weerstand aan de onderzijde van het watervoerend pakket van waaruit gedraineerd wordt;

$$\frac{1}{C_{\text{representatief drainage}}} = \frac{1}{C_{\text{lek}}} + \frac{1}{C_{\text{onderzijde}}}$$

** Hierbij is uitgegaan dat het effect van drainage zich verspreidt via het freatisch grondwater.



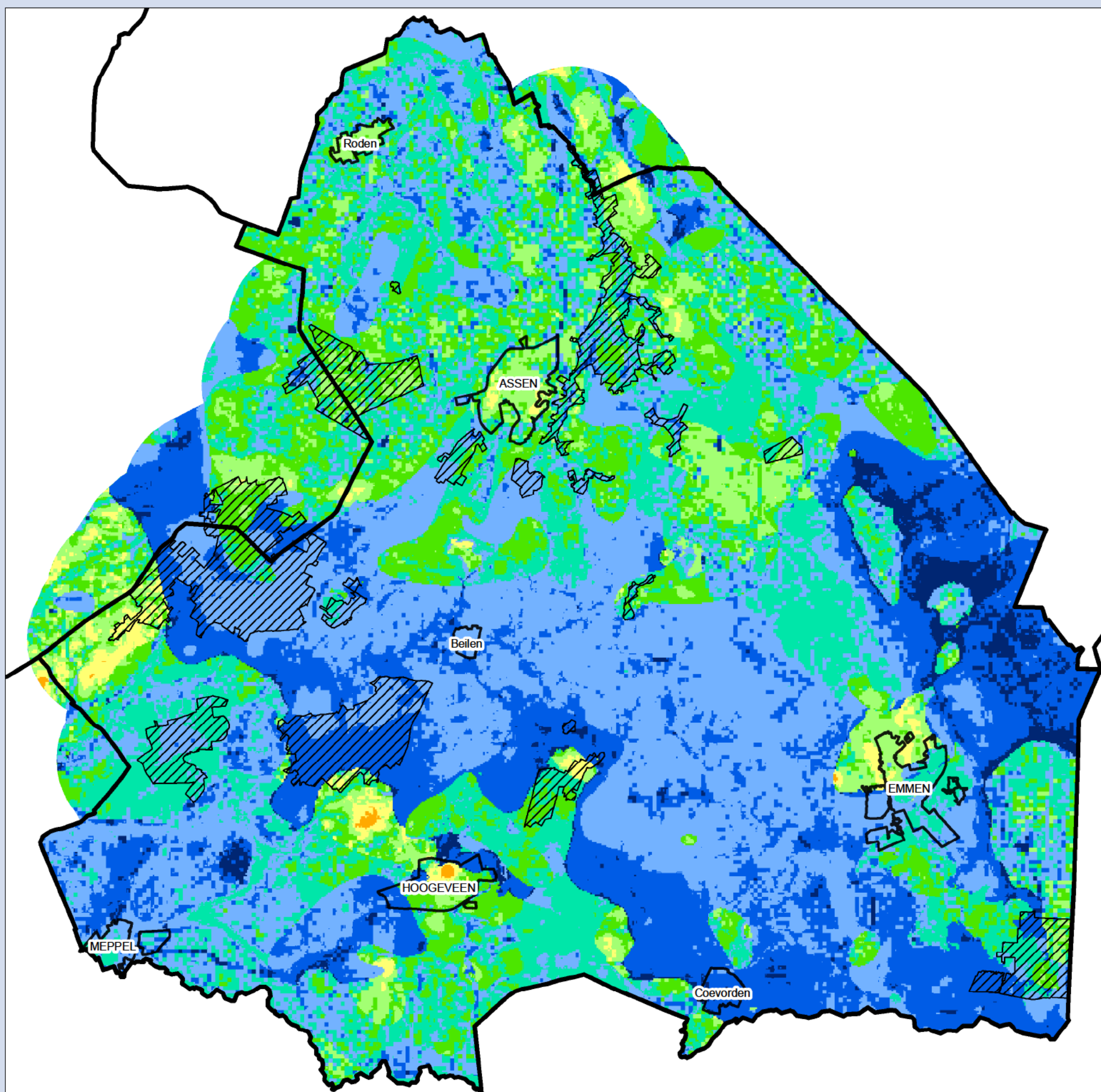
Representatieve C-waarde beïnvloedingszone drainage (Mazure) (situatie 1) Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl

Status: definitief
Datum: 26-3-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS



Legenda

Representative C-waarde drainage (Mazure) [dagen] *

- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 400
- 400 - 800
- 800 - 1600
- 1600 - 3200
- 3200 - 6400
- 6400 - 12800
- > 12800
- Natura 2000-gebieden

* De weerstand voor het bepalen van de beïnvloedingszone (Mazure) voor drainage, voor verspreiding via het watervoerend pakket, is het harmonische gemiddelde van de lekweerstand (boven) plus de weerstand aan de bovenzijde en de weerstand aan de onderzijde van het watervoerend pakket waar effecten zich in verspreiden;

$$\frac{1}{C_{representatief}^{berekening}} = \frac{1}{C_{onder}} + \frac{1}{C_{boven} + C_{tek}}$$

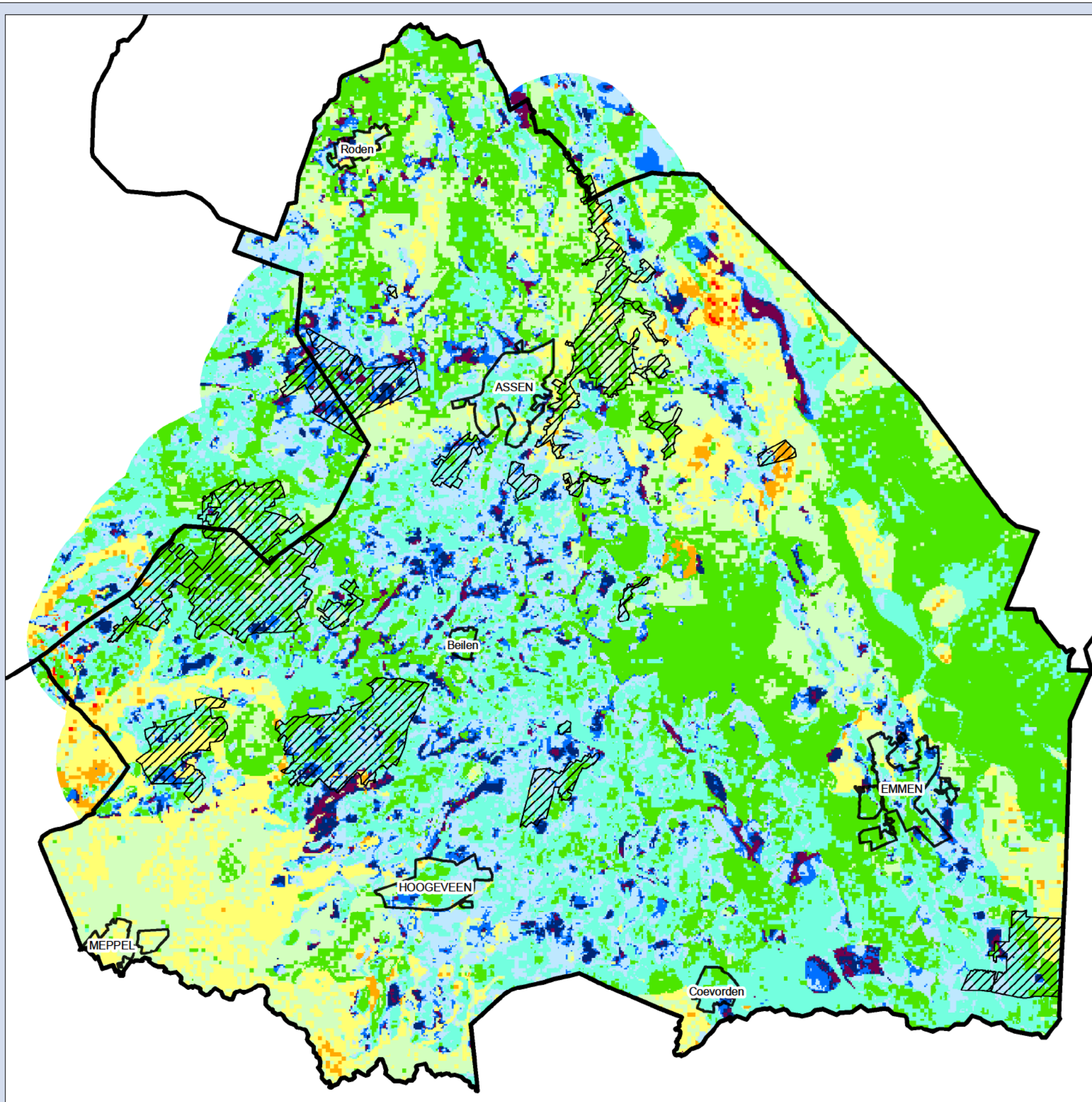
** Hierbij is uitgegaan dat het effect van drainage zich verspreidt via het watervoerend pakket onder de laag met drainage.



Representatieve C-waarde beïnvloedingszone drainage verspreiding via watervoerend pakket (situatie 2)
 Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Oprichtgever: Provincie Drenthe
 Projectnummer: 324110
 Status: definitief
 Datum: 25-3-2013
 Schaal: 1:250,000
 Formaat: A3
 Get: SR - Gec: SS

Grontmij
 Grontmij Nederland B.V.
 Stationsplein 12, 9401 LB Assen
 Postbus 29, 9400 AA Assen
 T +31 592 33 88 99
 www.grontmij.nl



Legenda

Spreidingslengte drainage [m]*

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 40
- 40 - 80
- 80 - 160
- 160 - 320
- 320 - 640
- 640 - 1280
- 1280 - 2560
- 2560 - 5120
- > 5120

Natura 2000-gebieden

* De spreidingslengte is bepaald om basis van de representatieve C- en Kd-waarde voor drainage met onderstaande vergelijking;

$$\lambda_{drainage} = \sqrt{C_{representatief}^{drainage} Kd_{representatief}^{drainage}}$$

** Hierbij is uitgegaan dat het effect van drainage zich verspreidt via het freatisch grondwater.



Spreidingslengte drainage (situatie 1)

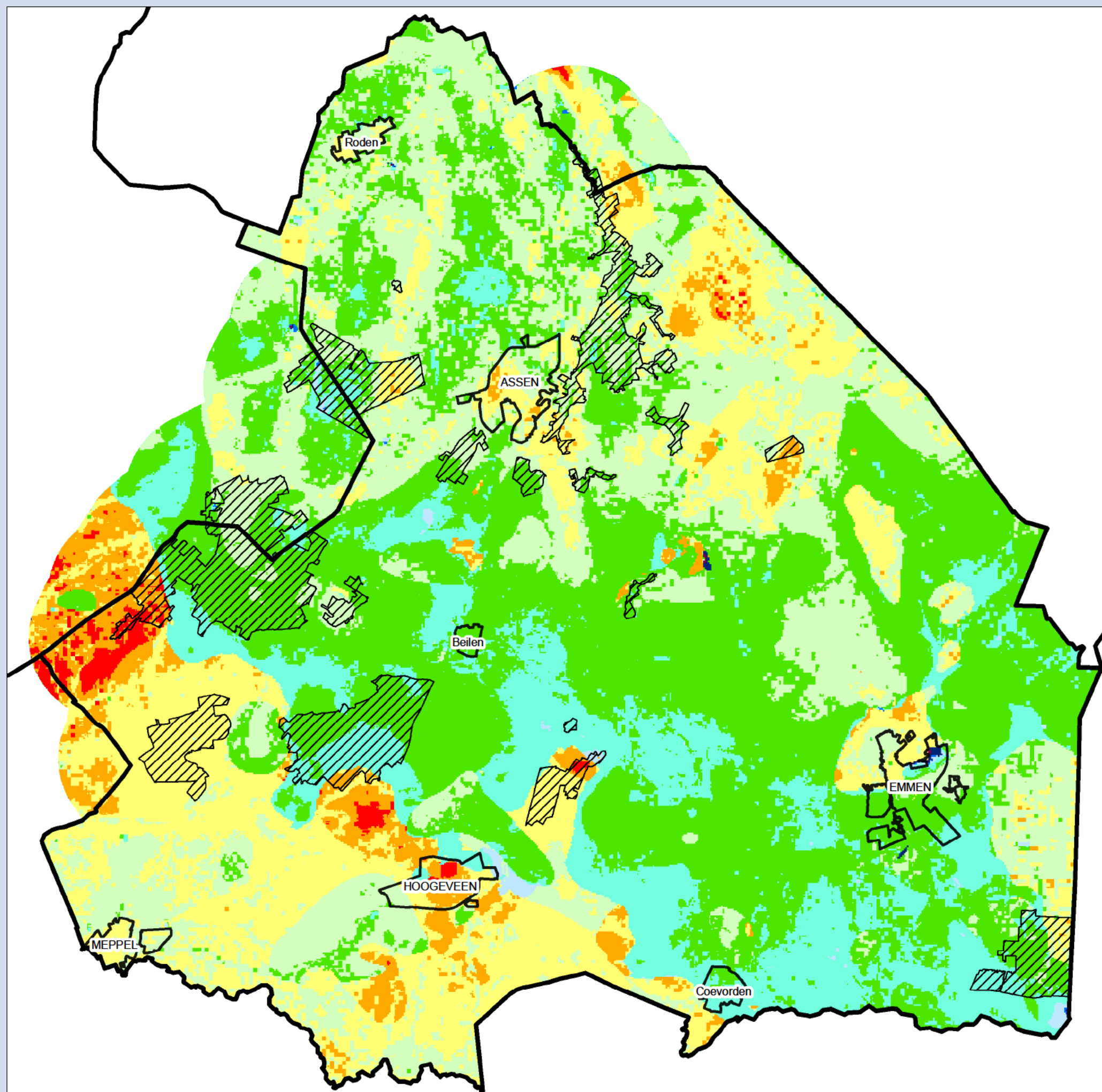
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



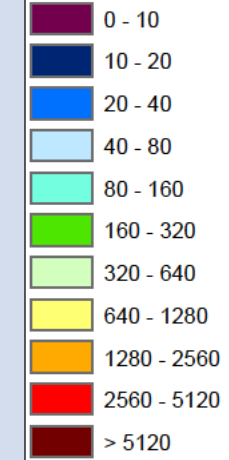
Status: definitief
Datum: 26-3-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

Spreidingslengte drainage [m]*



Natura 2000-gebieden

* De spreidingslengte is bepaald om basis van de representatieve C- en Kd-waarde voor drainage met onderstaande vergelijking;

$$\lambda_{drainage} = \sqrt{C_{representatief}^{drainage} Kd_{representatief}^{drainage}}$$

** Hierbij is uitgegaan dat het effect van drainage zich verspreidt via het watervoerend pakket onder de laag met drainage.



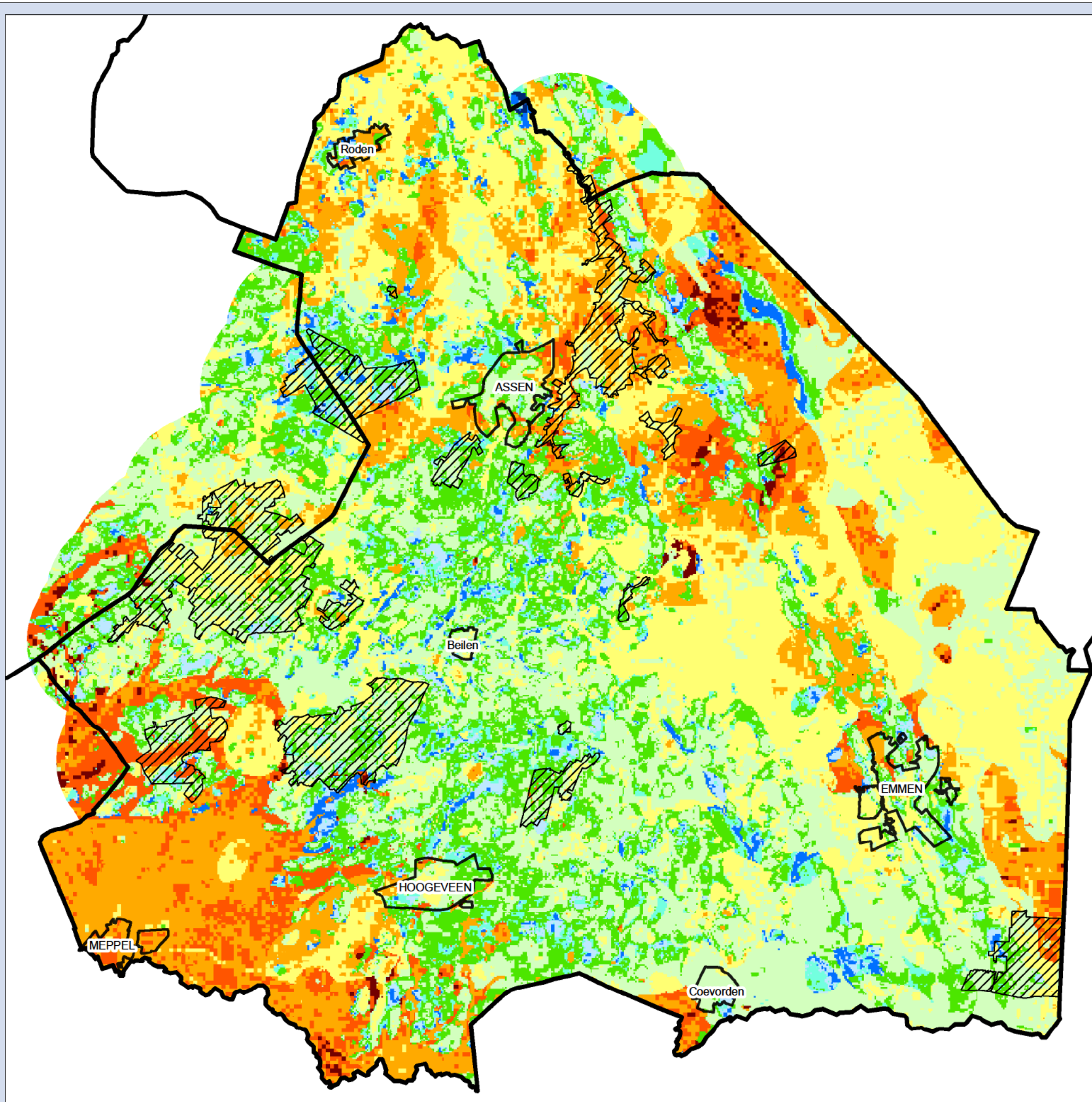
Spreidingslengte drainage, verspreiding via watervoerend pakket. (situatie 2)

Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
 Projectnummer: 324110
 Status: definitief
 Datum: 25-3-2013
 Schaal: 1:250,000
 Formaat: A3
 Get: SR - Gec: SS

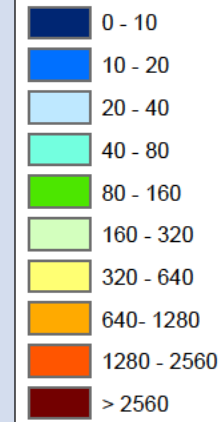


Grontmij Nederland B.V.
 Stationsplein 12, 9401 LB Assen
 Postbus 29, 9400 AA Assen
 T +31 592 33 88 99
 www.grontmij.nl



Legenda

Invloedsafstand drainage (Mazure) [m]



Natura 2000-gebieden

* De invloedsafstand is bepaald aan de hand van de vergelijking van Mazure;

$$x_{invloed} = \lambda \cdot \ln \left(\frac{h_{rand}}{h_{afbreek}} \right)$$

Hierbij is uitgegaan van een verlaging van 30cm op de rand en een afbreekcriterium van 5cm.

** Hierbij is uitgegaan dat het effect van drainage zich verspreidt via het freatisch grondwater.



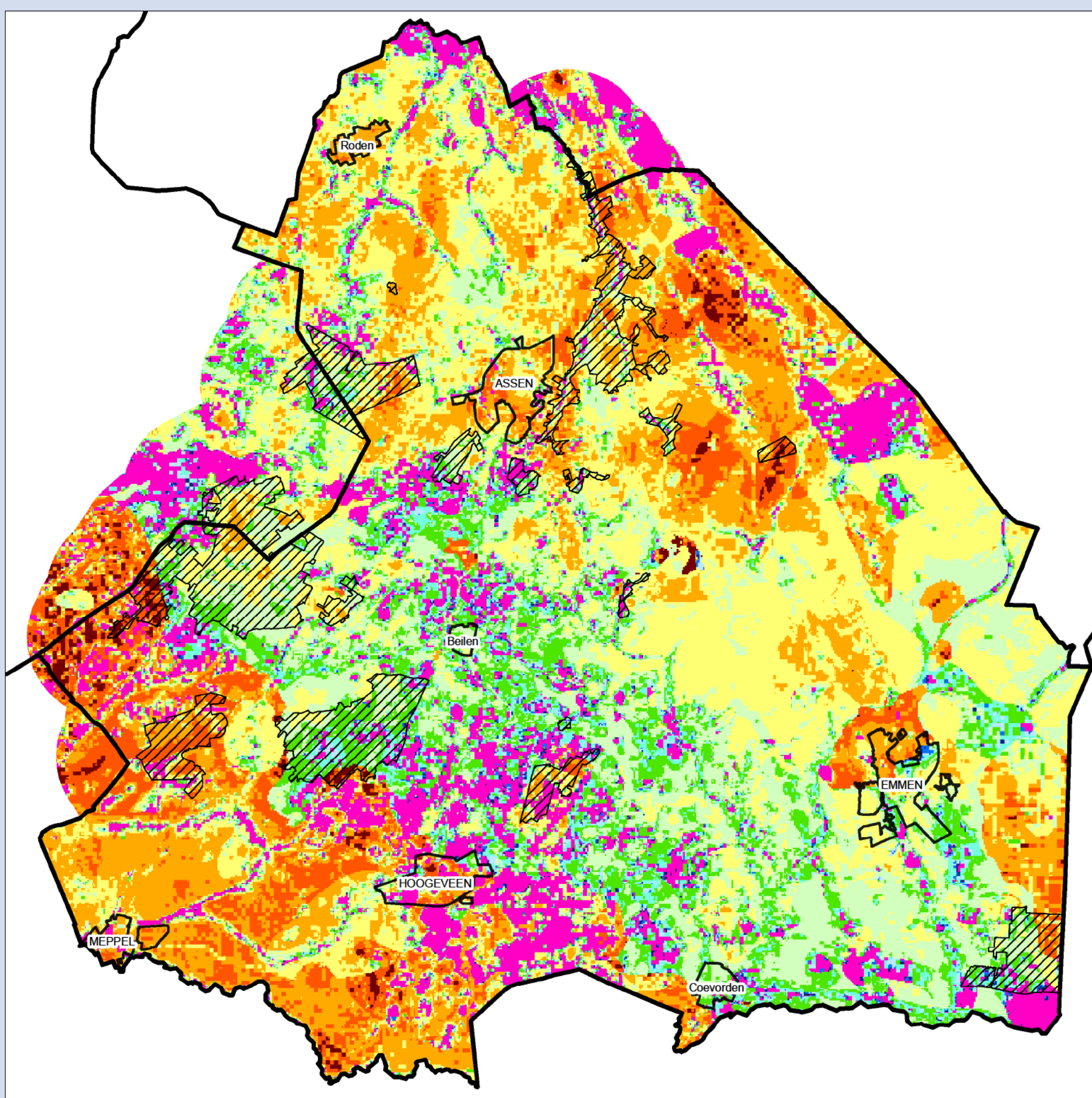
Invloedsafstand drainage (Mazure) (situatie 1) Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Oprichtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



Status: definitief
Datum: 26-3-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

Invoedsafstand drainage verspreiding via het watervoerend pakket (Mazure) [m]

- 1
- 1 - 10
- 10 - 20
- 20 - 40
- 40 - 80
- 80 - 160
- 160 - 320
- 320 - 640
- 640 - 1280
- 1280 - 2560
- > 2560
- Natura 2000-gebieden

* De invoedsafstand is bepaald aan de hand van de vergelijking van Mazure;

$$x_{invoed} = \lambda \cdot \ln \left(\frac{h_{rand}}{h_{afbreek}} \right)$$

Op sommige locaties is de initiële verlaging in het watervoerende pakket al kleiner dan het afbreek criterium. Op deze plekken is de invoedsafstand gelijk gesteld aan 1m.

** Hierbij is uitgegaan dat het effect van drainage zich verspreidt via het watervoerend pakket onder de laag met drainage.

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



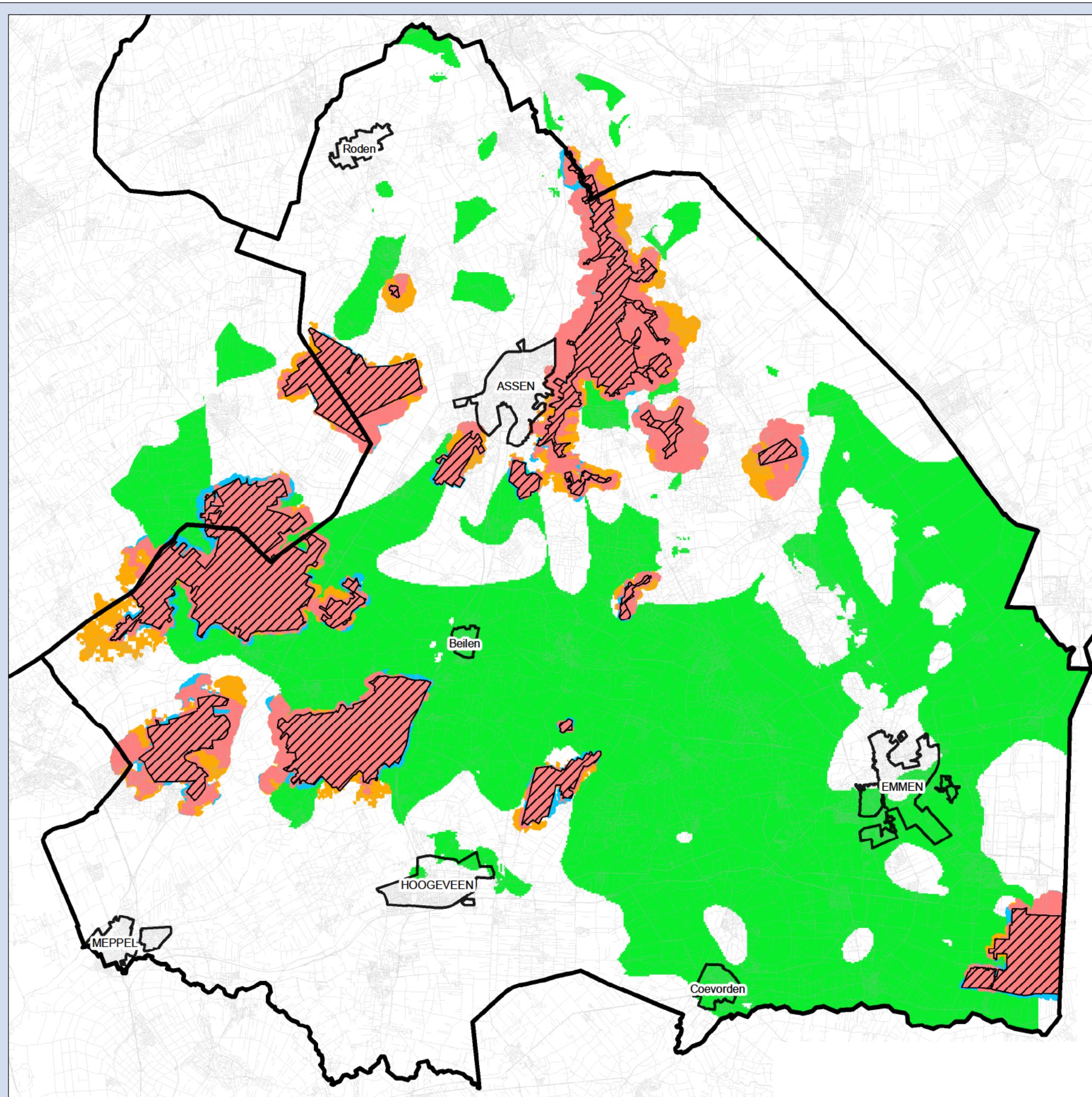
Invoedsafstand drainage verspreiding via het watervoerend pakket (Mazure) (situatie 2)
 Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Oprachtgever: Provincie Drenthe
 Projectnummer: 324110



Status: definitief
 Datum: 25-3-2013
 Schaal: 1:250,000
 Formaat: A3
 Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
 Stationsplein 12, 9401 LB Assen
 Postbus 29, 9400 AA Assen
 T +31 592 33 88 99
 www.grontmij.nl



Legenda

- Binnen beïnvloedingszone drainage verspreiding via watervoerend pakket en freatisch grondwater
- Binnen beïnvloedingszone drainage verspreiding via freatisch grondwater
- Binnen beïnvloedingszone drainage verspreiding via watervoerend pakket
- Natura 2000-gebieden
- Gebieden waar alleen Peelo zand 1, 2 en/of 3 voorkomt (geen klei) en deze een cumulatieve dikte heeft tussen 10m en 50m. Berekende beïnvloedingszone is onzeker.

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



Beïnvloedingszone drainage (Mazure)

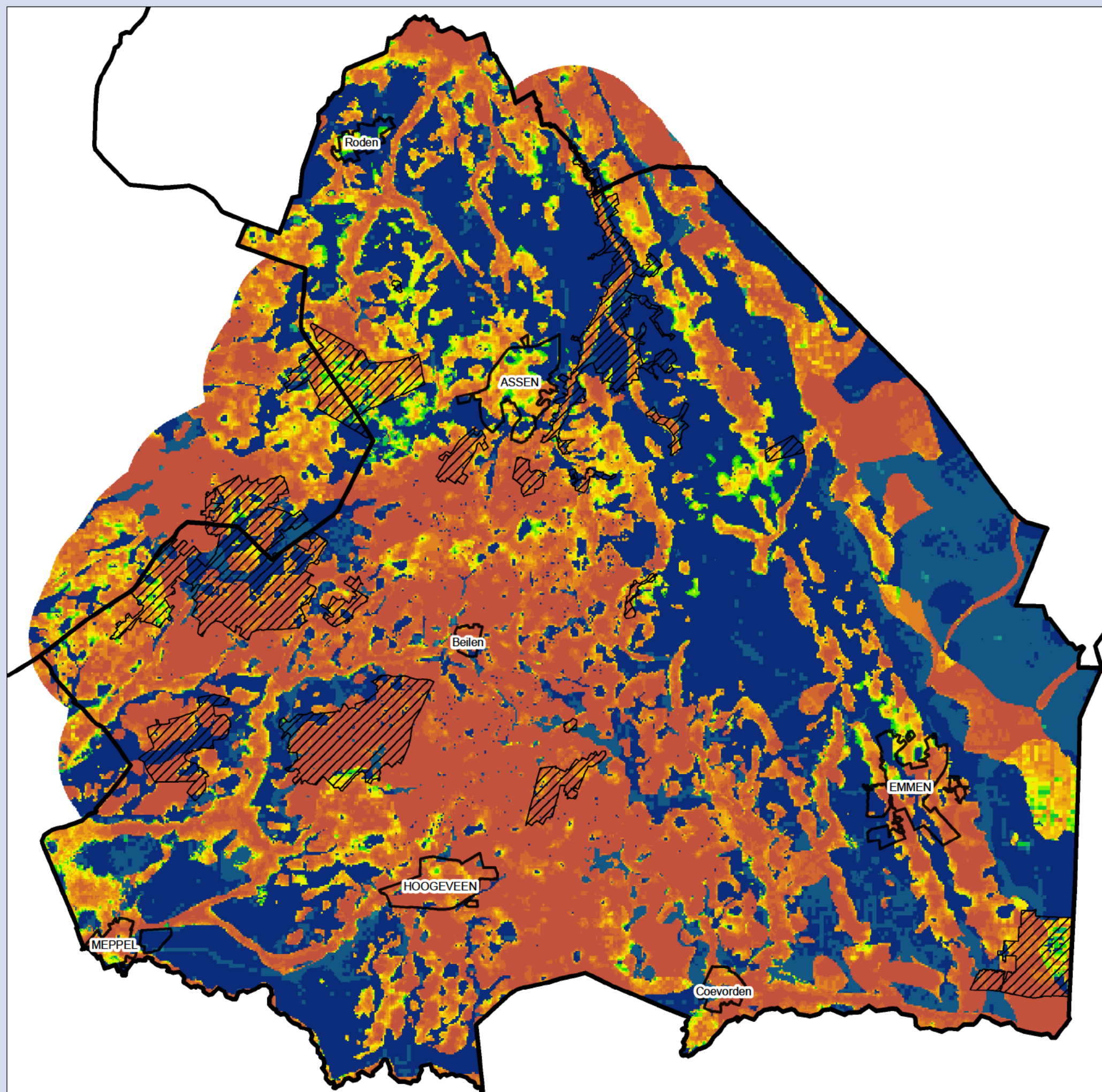
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
 Projectnummer: 324110



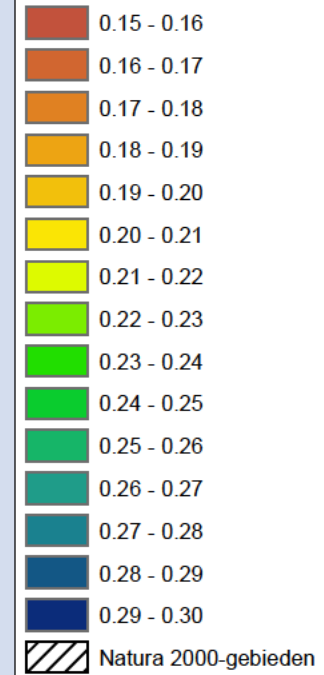
Status: definitief
 Datum: 24-5-2013
 Schaal: 1:250,000
 Formaat: A3
 Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
 Stationsplein 12, 9401 LB Assen
 Postbus 29, 9400 AA Assen
 T +31 592 33 88 99
 www.grontmij.nl



Legenda

Initiële verlagings watervoerend pakket [m]*



*

Wanneer de grondwaterstand verlagings als gevolg van drainage doorwerkt naar de omgeving via het onderliggende watervoerend pakket, dempt de initiële freatische verlagings op de rand van het gebied naar de diepte toe uit.

De weergegeven initiële verlagings, is de verlagings in het watervoerend pakket onder de laag met drainage. Uitgaande van een freatisch verlagings van 30 cm.



Initiële verlagings watervoerend pakket als gevolg van drainage (situatie 2)

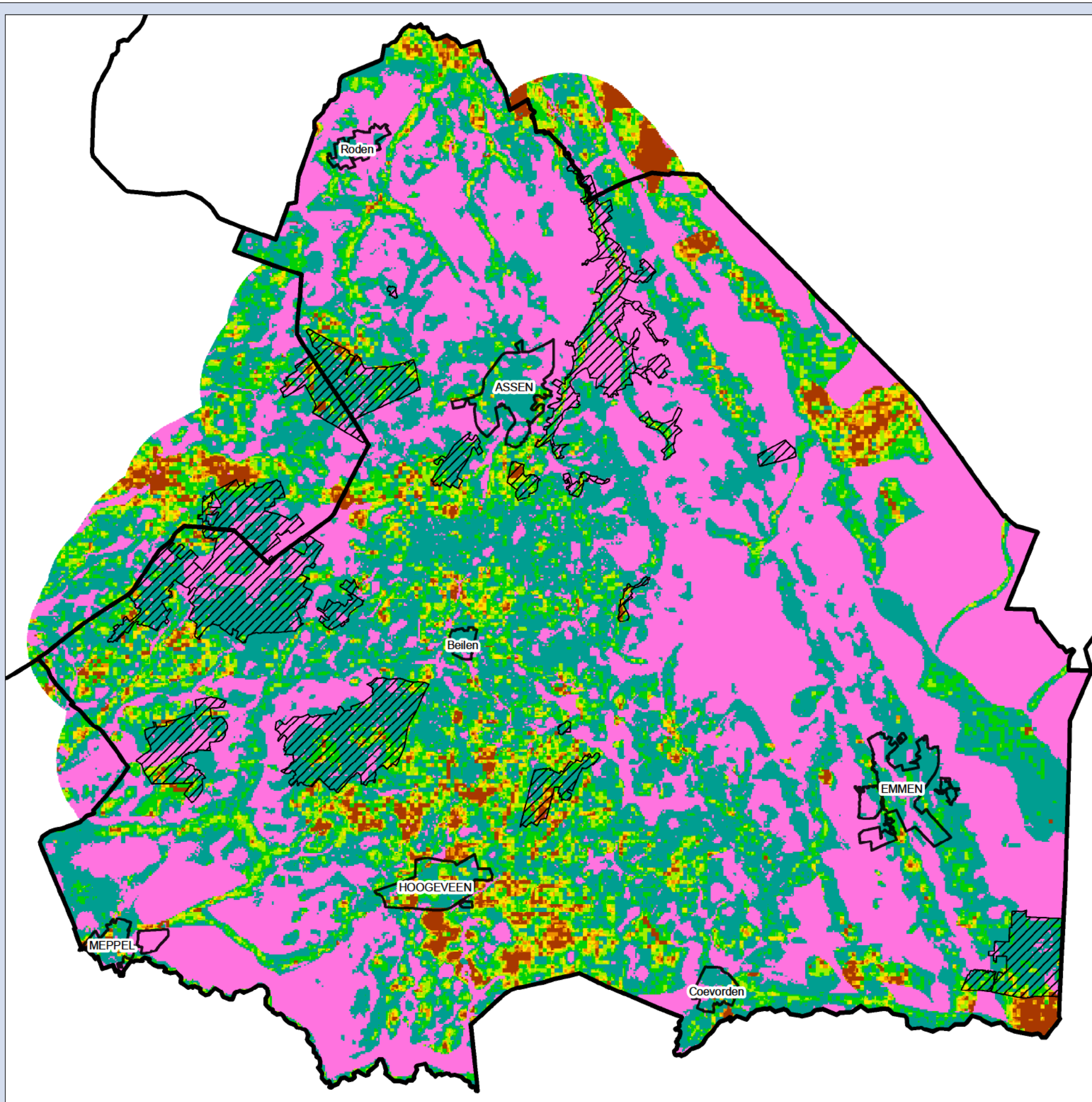
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



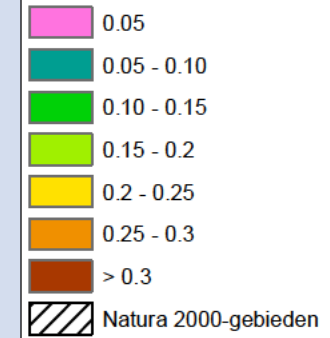
Status: definitief
Datum: 25-3-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

Afbreek criterium watervoerend pakket [m]*



*
 Wanneer de grondwaterstand verlaging als gevolg van drainage doorwerkt naar de omgeving via het onderliggende watervoerende pakket, dempt deze verlaging op afstand naar boven toe weer uit, afhankelijk van de voeding van boven. Uitgaande van een freatische toegestane verlaging van kleiner dan 5 cm mag de optedende verlaging in het watervoerende pakket iets groter zijn.

Het weergegeven afbreek criterium voor het watervoerend pakket is bepaald uitgaande van een freatische afbreek criterium van minder dan 5 cm.



Afbreek criterium verlaging watervoerend pakket onder laag met drainage (situatie 2) Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
 Projectnummer: 324110
 Status: definitief
 Datum: 25-3-2013
 Schaal: 1:250,000
 Formaat: A3
 Get: SR - Gec: SS

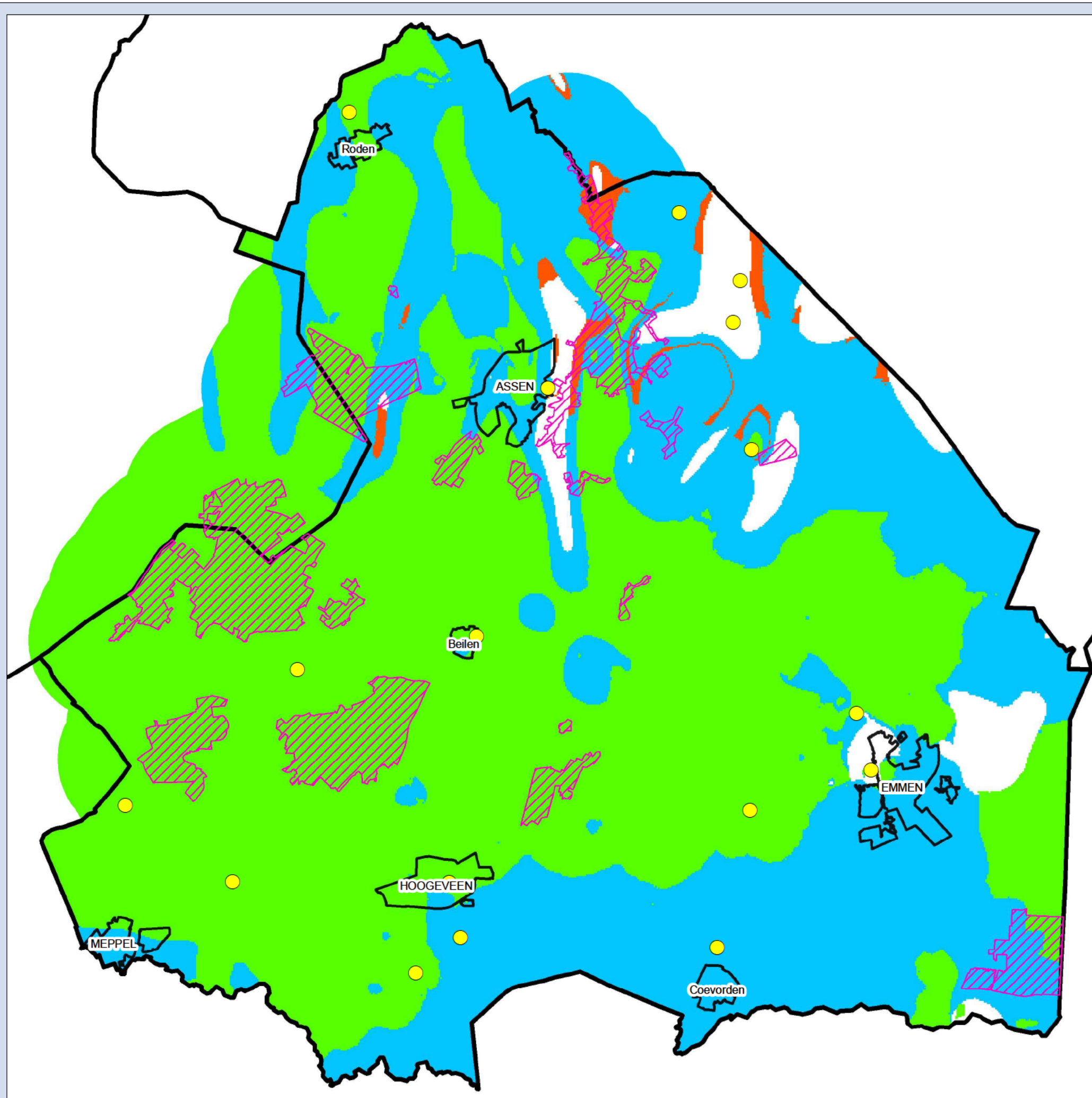


Grontmij Nederland B.V.

Stationsplein 12, 9401 LB Assen
 Postbus 29, 9400 AA Assen
 T +31 592 33 88 99
 www.grontmij.nl

Bijlage 5

Kaarten uitwerking beïnvloedingszones berekening



Legenda

● Drinkwateronttrekkingen (omgevingsvisie 2010)

Formaties onttrekkingslaag*

□ Geen geschikte laag voor onttrekking**

■ Urk zand 4

■ Urk zand 5 en/of Appelscha zand 1 en/of Peize/Waalre zand 3, 4

■ Peize/Waalre zand 5, 6, 7

▨ Natura 2000-gebieden

* Bij het bepalen van de onttrekkingslaag is er vanuit gegaan dat dit gebeurt uit de meest ondiep voorkomende formatie uit volgende selectie;

- Urk zand 4 en 5
- Appelscha zand 1
- Peize/Waalre zand 3, 4, 5, 6 en 7

Deze formaties zijn gekozen op basis van Kd-waarden, korrelgrootte en ijzerarm. Bronneerders bevestigen deze voorwaarde voor een goede beregeningsbron.

** Geen geschikte onttrekkingslaag doordat de geschikte formaties niet aanwezig zijn, dan wel te dun zijn.

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



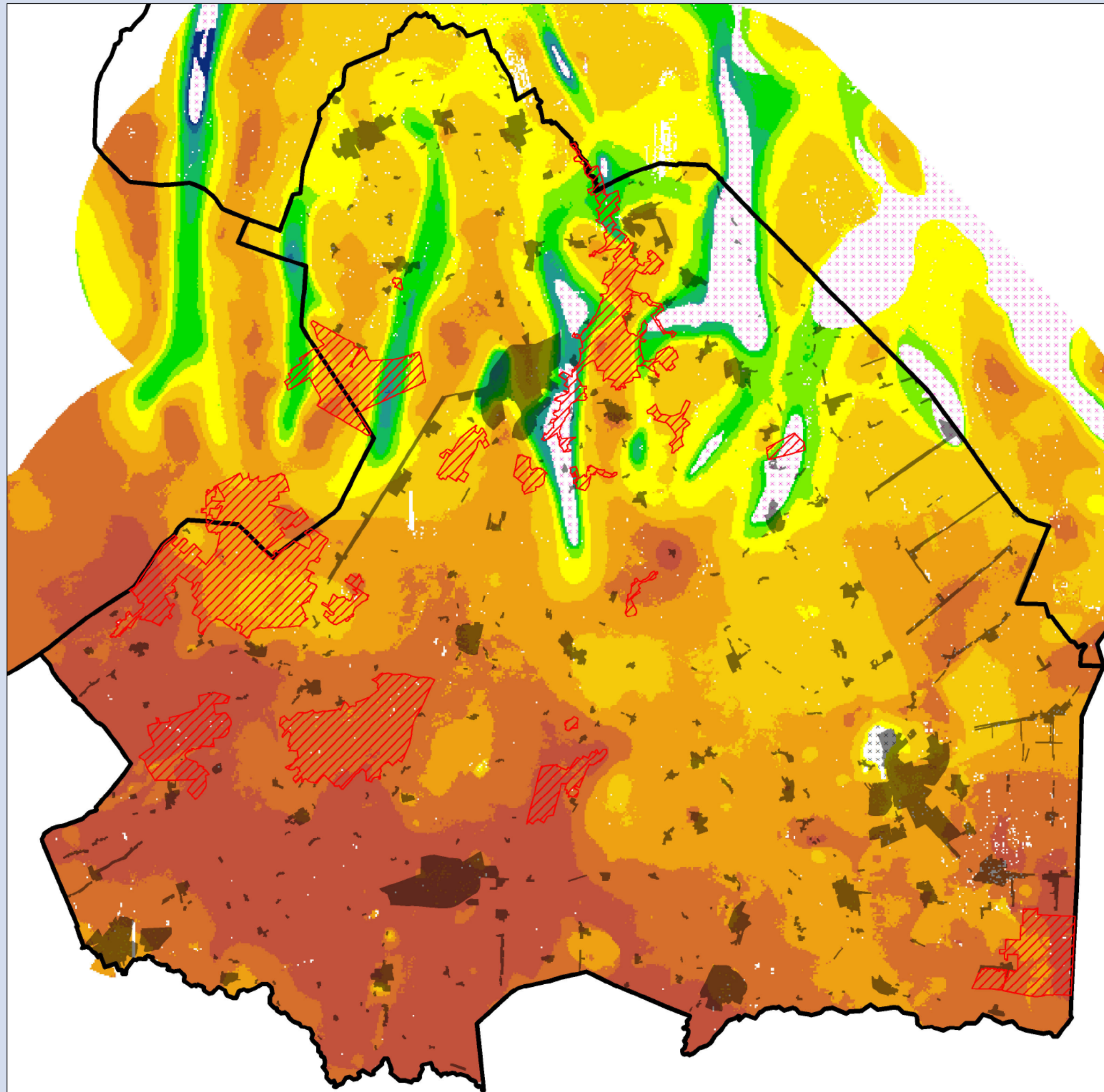
Formaties onttrekkingslaag ten behoeve van beregening
 Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
 Projectnummer: 324110



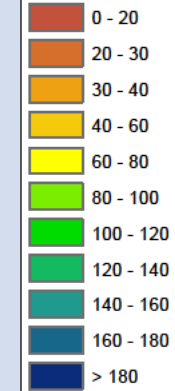
Status: definitief
 Datum: 22-1-2013
 Schaal: 1:250,000
 Formaat: A3
 Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
 Stationsplein 12, 9401 LB Assen
 Postbus 29, 9400 AA Assen
 T +31 592 33 88 99
 www.grontmij.nl



Legenda

Diepte bovenkant ontrekkingslaag [m-mv]*



Natura 2000-gebieden

Gebieden zonder geschikte ontrekkingslaag door het voorkomen van;

Peelo geul

Gestuude afzetting

* Bij het bepalen van de ontrekkingslaag is er vanuit gegaan dat dit gebeurt uit de meest ondiep voorkomende formatie uit volgende selectie;

- Urk zand 4 en 5
- Appelscha zand 1
- Peize/Waalre zand 3, 4, 5, 6 en 7

Deze formaties zijn gekozen op basis van Kd-waarden en korrelgrootte. Bronneerders bevestigen deze voorwaarde voor een goede beregeningsbron.

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



Diepte bovenkant ontrekkingslaag

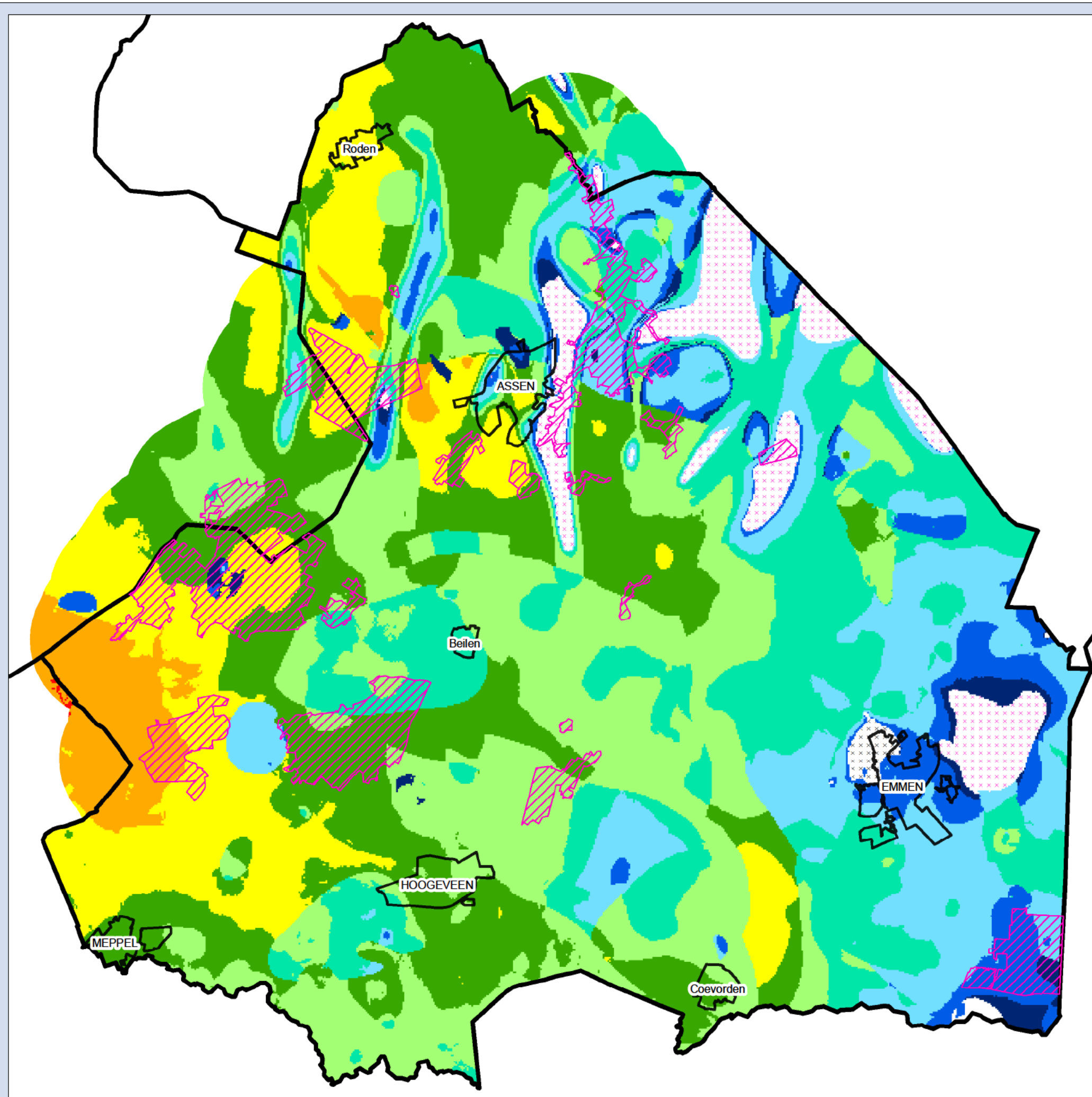
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



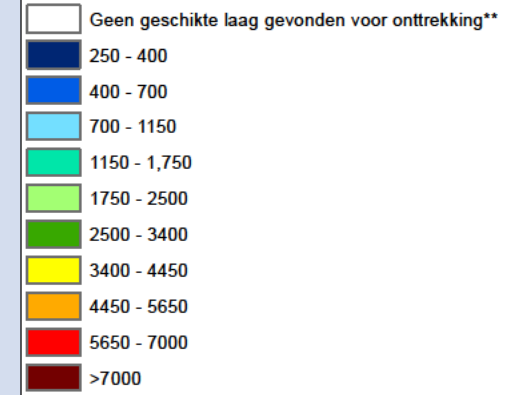
Status: definitief
Datum: 30-10-2012
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



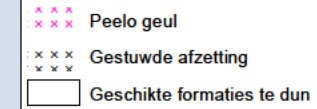
Legenda

Representatieve Kd-waarde berekening [m²/dag]*



[Pink hatched box] Natura 2000-gebieden

Gebieden zonder geschikte onttrekkingslaag door;**



* Bij het bepalen van de onttrekkingslaag is er vanuit gegaan dat dit gebeurt uit de meest ondiep voorkomende formatie uit volgende selectie;

- Urk zand 4 en 5
 - Appelscha zand 1
 - Peize/Waalre zand 3, 4, 5, 6 en 7
- Deze formaties zijn gekozen op basis van Kd-waarden, korrelgrootte en ijzerarm. Bronneerders bevestigen deze voorwaarde voor een goede beregeningsbron.

De representatieve Kd is de som van Kd-waarde van REGIS II.1 lagen die onderdeel zijn van het watervoerend pakket van waaruit berekend wordt en aan boven- en onderzijde begrensd zijn door een scheidende lagen van minimaal 50 dagen.

** Geen geschikte onttrekkingslaag doordat de geschikte formaties niet aanwezig zijn, dan wel te dun zijn.

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



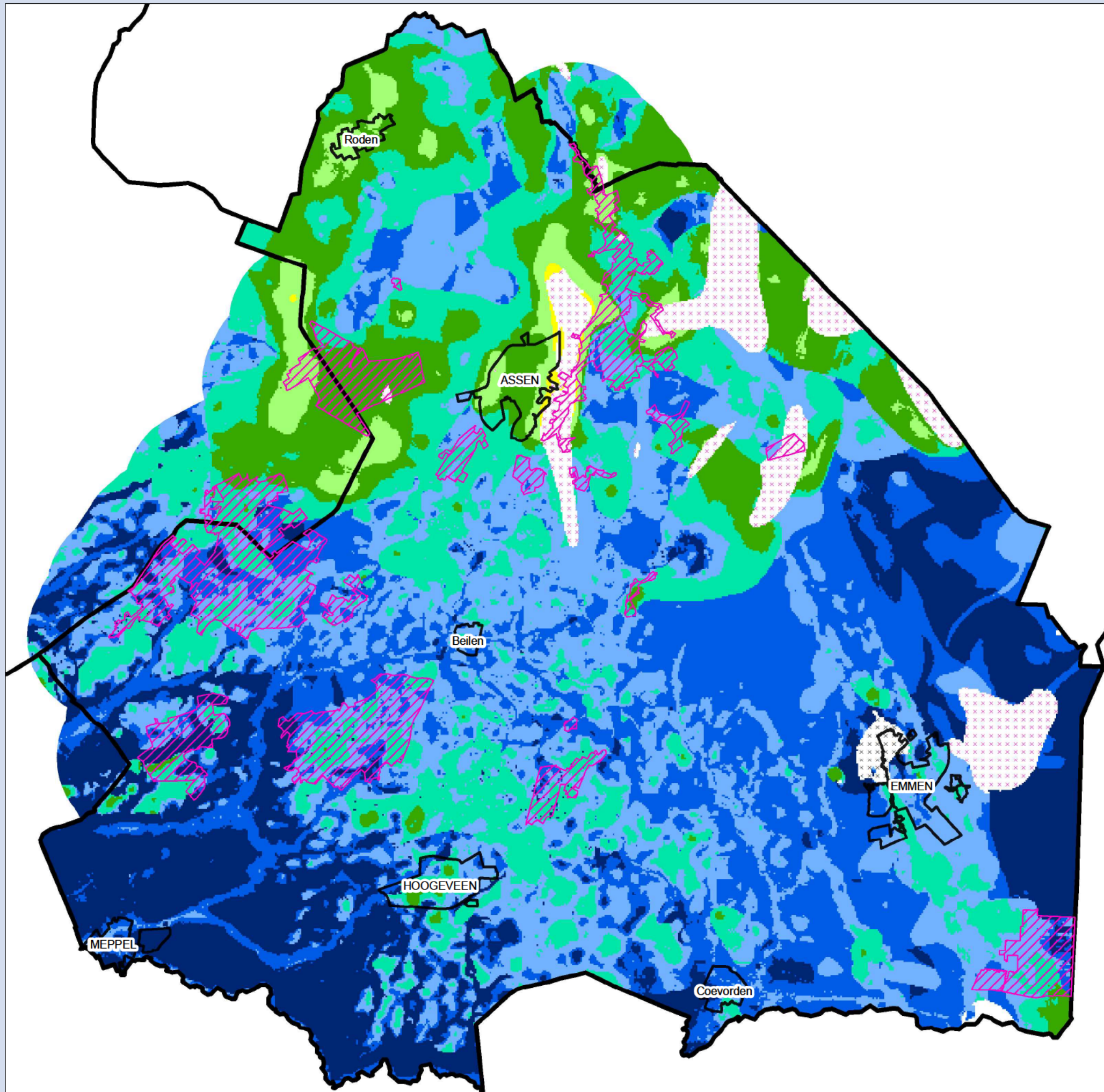
Representatieve Kd-waarde van watervoerend pakket ten behoeve van berekening Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



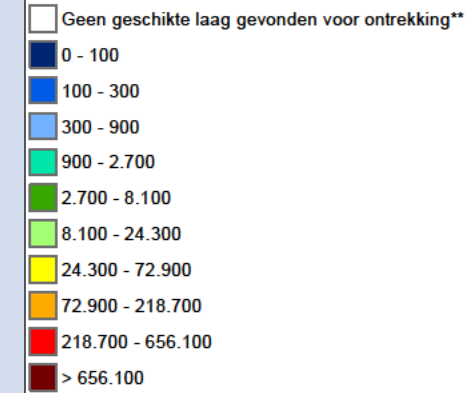
Status: definitief
Datum: 13-3-2013
Schaa: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

C-waarde [dagen] boven watervoerend pakket waaruit onttrokken wordt*



Gebieden zonder geschikte ontrekkingslaag door;**

- ⊠ Peelo geul
- ⊠ Gestuwde afzetting

Geschikte formaties te dun

* De weergegeven C-waarde is de optelsom van de weerstanden van alle weerstandbiedende formaties boven de laag waaruit onttrokken wordt.

** Geen geschikte ontrekkingslaag doordat de geschikte formaties niet aanwezig zijn, dan wel te dun zijn.

0 2,5 5 10 15 20 Kilometers



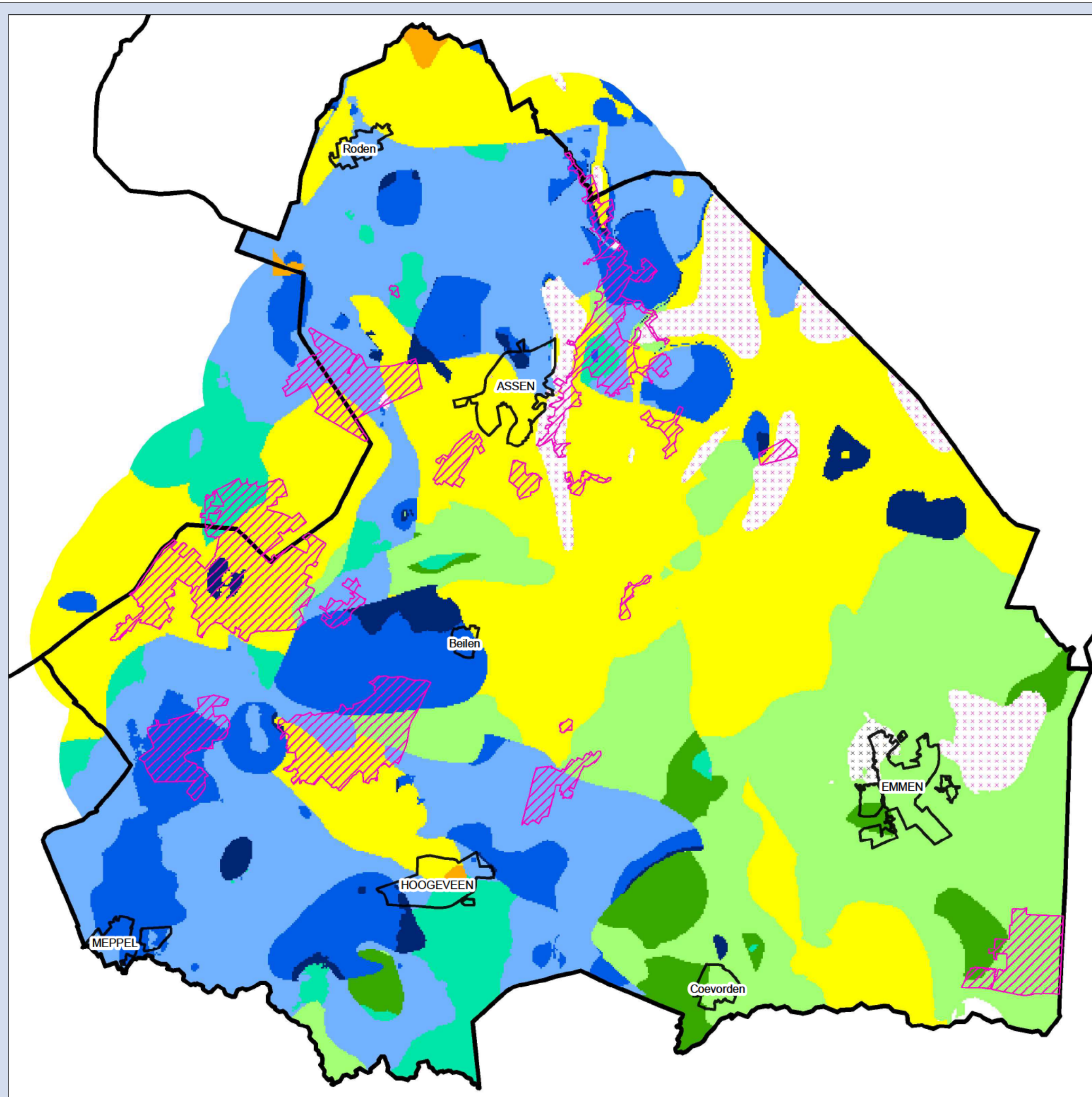
Representatieve C-waarde boven watervoerend pakket ten behoeve van beregning Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



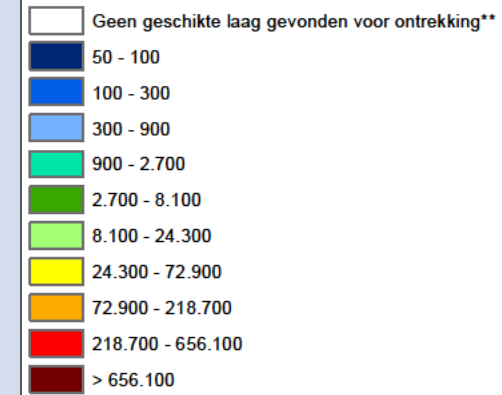
Status: definitief
Datum: 17-1-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl

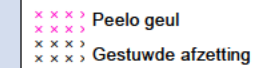


Legenda

C-waarde [dagen] onder watervoerendpakket waaruit onttrokken wordt*



Gebieden zonder geschikte onttrekingslaag door;**



Geschikte formaties te dun

* De weergegeven C-waarde is de weerstand van de eerste weerstandbiedende formatie onder de laag waaruit onttrokken wordt. Als er meerdere weerstandbiedende lagen op elkaar liggen zijn de C-waarde opgeteld.

** Geen geschikte onttrekingslaag doordat de geschikte formaties niet aanwezig zijn, dan wel te dun zijn.

0 2,5 5 10 15 20 Kilometers



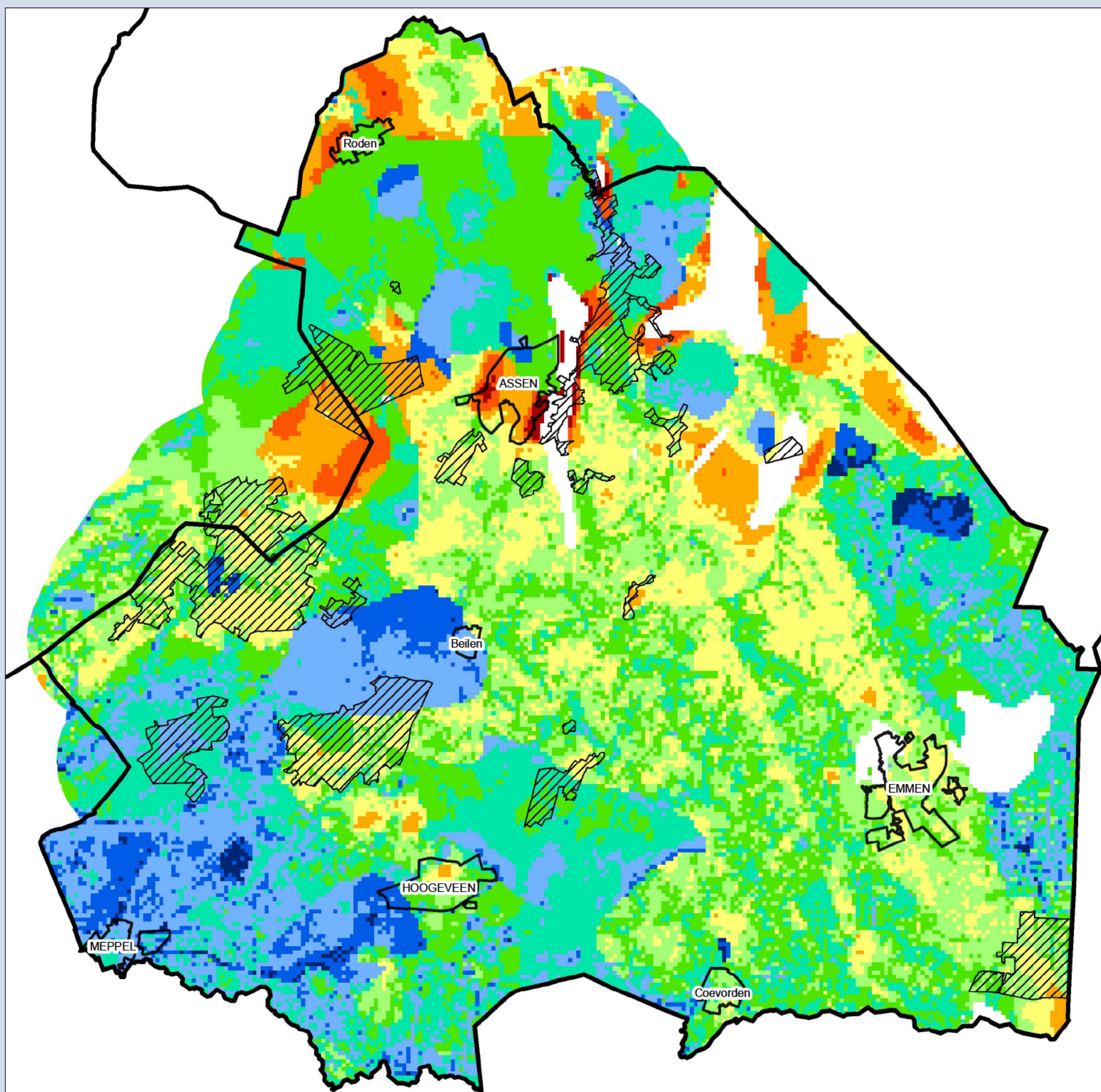
Representatieve C-waarde onder watervoerend pakket ten behoeve van beregning Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



Status: definitief
Datum: 17-1-2013
Schaa: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

Representatieve C-waarde berekening [dagen]*

- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 400
- 400 - 800
- 800 - 1600
- 1600 - 3200
- 3200 - 6400
- 6400 - 12800
- > 12800

Natura 2000-gebieden

* De weerstand voor het bepalen van de beïnvloedingszone voor berekening is het harmonische gemiddelde van de drainageweerstand en de representatieve weerstand boven en onder;

$$\frac{1}{C_{representatief}^{berekening}} = \frac{1}{C_{onder}} + \frac{1}{C_{boven} + C_{lek}}$$



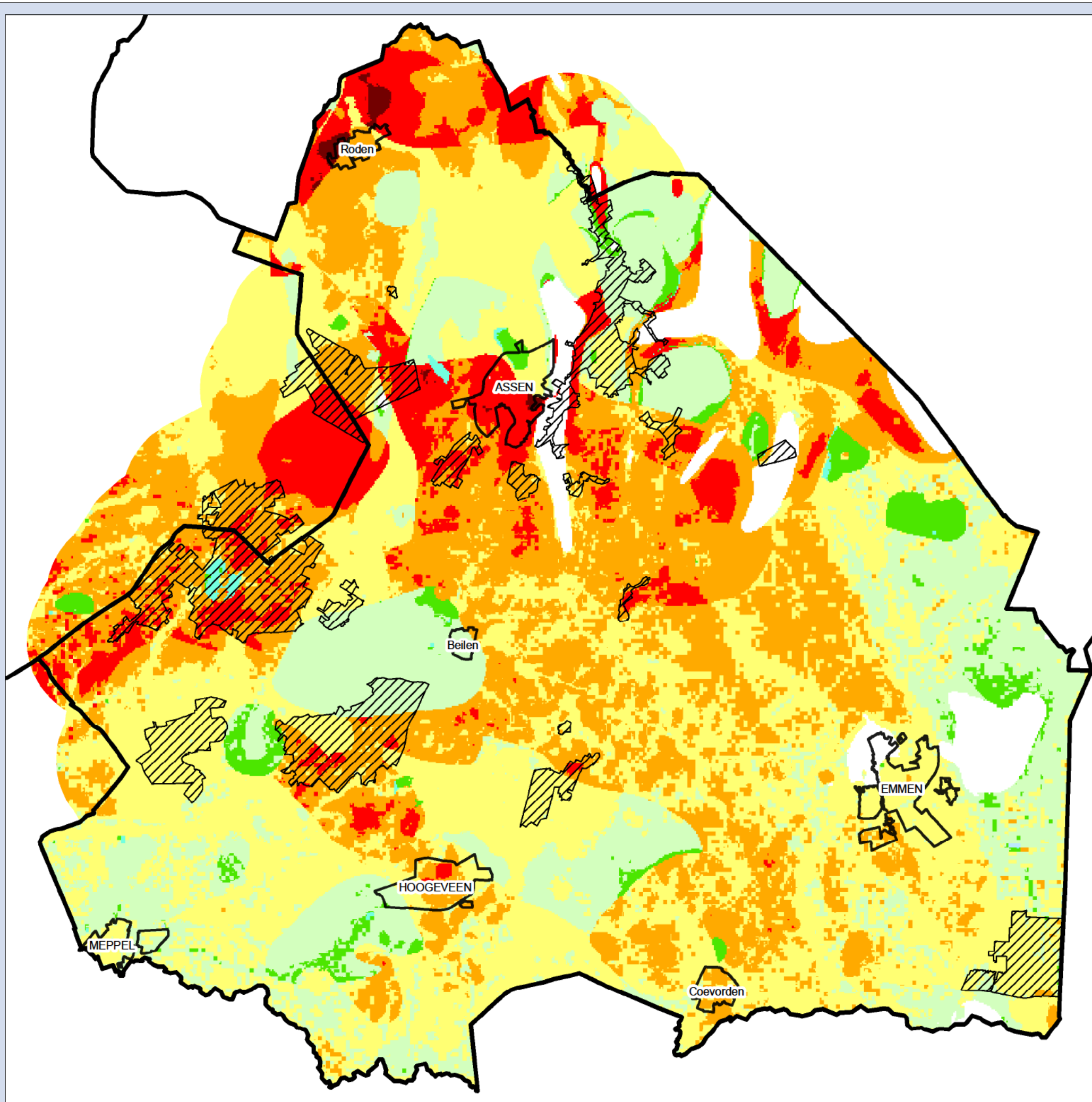
Representatieve C-waarde berekening
 Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
 Projectnummer: 324110



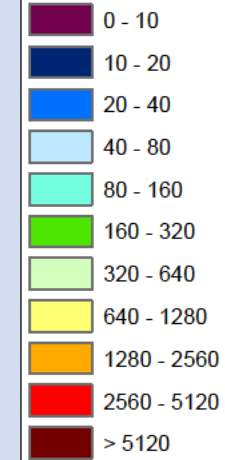
Status: definitief
 Datum: 17-1-2013
 Schaal: 1:250,000
 Formaat: A3
 Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
 Stationsplein 12, 9401 LB Assen
 Postbus 29, 9400 AA Assen
 T +31 592 33 88 99
 www.grontmij.nl



Legenda

Spreidingslengte berekening [m]*



Natura 2000-gebieden

* De spreidingslengte is op basis van de representatieve C- en Kd-waarde bepaald met onderstaande vergelijking;

$$\lambda_{\text{berekening}} = \sqrt{C_{\text{representatief}}^{\text{berekening}} Kd_{\text{representatief}}^{\text{berekening}}}$$



Spreidingslengte berekening

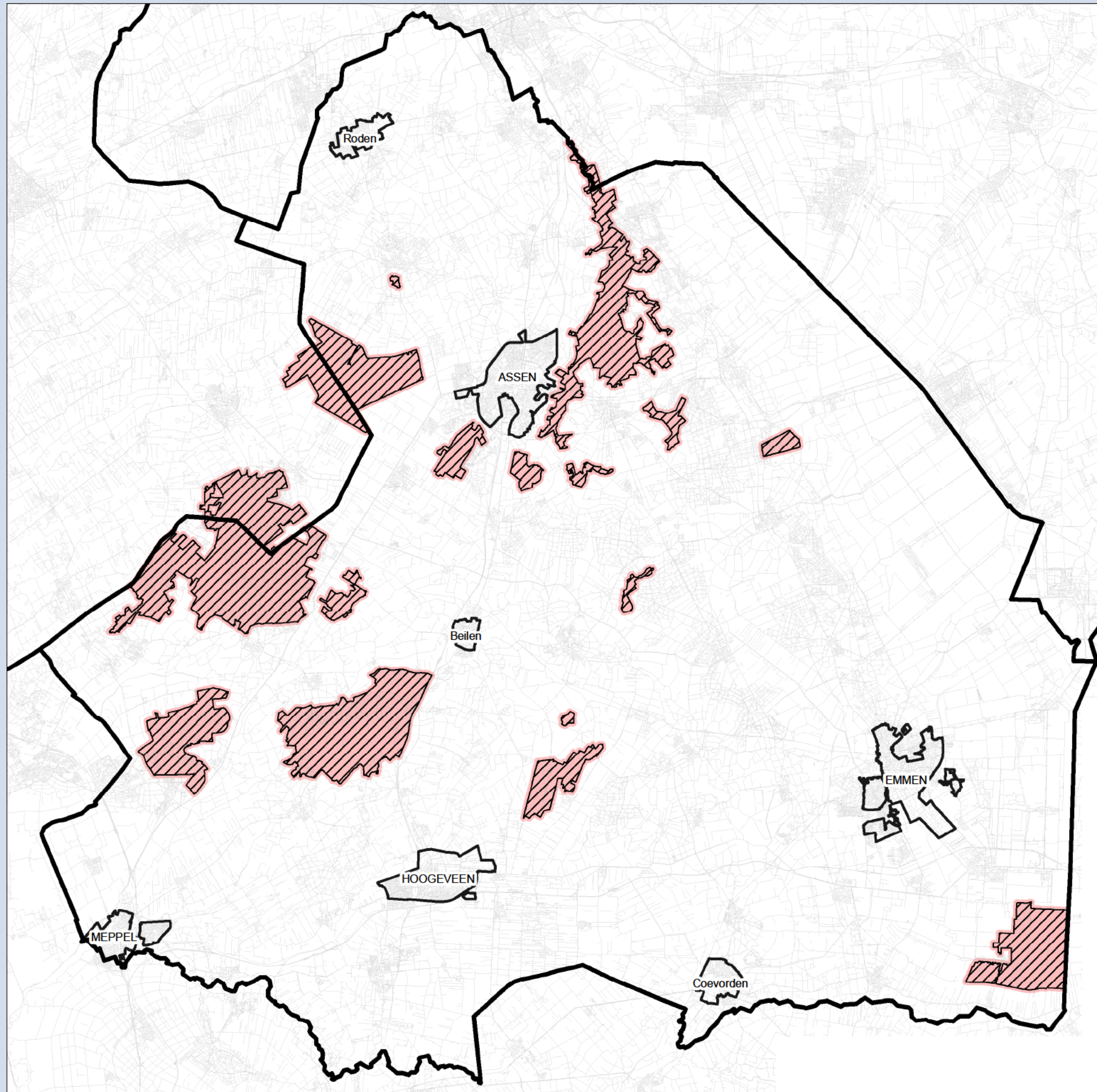
Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110



Status: definitief
Datum: 13-3-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl



Legenda

- Voorstel beïnvloedingszone berekening*
- Natura 2000-gebieden

*
 Het voorstel voor de beïnvloedingszone voor berekening is een zone van 200m gerekend vanaf de rand van het Natura 2000-gebied.



Voorstel beïnvloedingszone berekening
 Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
 Projectnummer: 324110



Status: definitief
 Datum: 26-3-2013
 Schaal: 1:250,000
 Formaat: A3
 Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.
 Stationsplein 12, 9401 LB Assen
 Postbus 29, 9400 AA Assen
 T +31 592 33 88 99
 www.grontmij.nl

Bijlage 6

Toepassing Mazure voor berekening

Mazure berekening: stationair

In onderstaande tabel zijn voor enkele representatieve gebieden de stationaire eindverlagingen weergegeven, uitgaande van de formule van Mazure, bij een beregeningsdebiet van 5 mm/dag. De eerste invloedsafstand (f_r) geeft de invloedsafstand weer bij een maximaal toegestane freatische verlaging van 0,05 m op de rand van het N2000 gebied. De tweede (WVP) geeft de invloedsafstand in het watervoerende pakket uitgaande van eenzelfde maximale verlaging.

Tabel B6-1 Stationaire invloedsafstand uitgaande van 5 mm/dag berekening en een maximale verlaging van 5 cm in het N2000 gebied

		Cdrain	Cdeklaag	kD	Cesl	invloedsafstand (f_r)	invloedsafstand (WVP)
		dagen	dagen	m2/dag	dagen	m	m
1	deklaag/keileem op groot WVP	200	100	4000	nvt	2500	3000
		200	1000	4000	nvt	5000	9000
		200	100	2000	nvt	1800	2100
		50	1000	4000	nvt	1900	8100
		50	100	4000	nvt	700	1600
2	deklaag/keileem op beperkt WVP, met Urk klei eronder	200	100	600	300	500	600
		200	1000	600	300	300	900
		200	1000	600	150	30	500
3	deklaag/keileem, met Peelo klei eronder, op groot WVP	200	5000	2000	nvt	7000	18000
		50	5000	2000	nvt	2900	18000
4	deklaag/keileem, met Peelo zand eronder	200	1000	300	nvt	1400	2500
		200	2000	300	nvt	1900	3800
		50	1000	300	nvt	500	2200

Te zien is dat in vrijwel alle gebieden de cumulatieve stationaire effecten van berekening zeer groot zijn (worst case, ervan uitgaande dat op elk landbouwperceel gelijktijdig 5 mm/dag berekening plaatsvindt over een lange periode). Alleen in gebieden waar de bovenzijde wordt begrensd door keileem (of een andere slecht doorlatende laag), maar wel voeding plaatsvindt vanuit een dieper gelegen watervoeren pakket neemt de invloedsafstand sterk af. Opgemerkt wordt dat bij deze berekeningsmethode ervan uitgegaan wordt dat in het watervoerend pakket onder de eerste scheidende laag geen verlaging van de stijghoogte optreedt doordat het watervoerend pakket steeds aangevuld wordt. Wanneer het doorlaatvermogen van het onderliggende watervoerende pakket veel groter is dan de laag waaruit wordt onttrokken, is deze aanname correct. Wanneer het doorlaatvermogen in de onderliggende laag echter kleiner is zal wel een verlaging optreden en neemt de voeding naar boven af. De beïnvloedingszone wordt in dat geval onderschat.

Initiële verlaging op de rand:

De beïnvloedingszone voor berekening wordt bepaald uitgaande van het cumulatieve effect van een groot aantal (gelijke) putten over een groot oppervlak. In dat geval is er geen sprake meer van een horizontale toestroming in het watervoerend pakket (de verlaging is overal even groot). De verlaging in het watervoerende pakket op oneindige afstand wordt dan volledig bepaald door voeding vanuit de deklaag en uiteindelijk uit het oppervlaktewater, of voeding vanuit een dieper gelegen watervoerend pakket. De beïnvloeding van de stijghoogte in het watervoerend pakket is dan als volgt te beschrijven:

$$c_{tot} = \frac{1}{\frac{1}{(c_{dr} + c_v)} + \frac{1}{c_{sl}}}$$

$$h_{wvp}(\infty) = q_{ber} \cdot c_{tot}$$

$$h_{fr}(\infty) = h_{wvp}(\infty) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v} = q_{ber} \cdot c_{tot} \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v}$$

Bij bovenstaande formules is rekening gehouden met mogelijke voeding van boven (oppervlaktewater/deklaag en onder (onderliggende slecht doorlatende laag). Wanneer er geen sprake is van een onderliggende slecht doorlatende laag, en het watervoerend pakket doorloopt tot aan de ondoorlatende basis, wordt de formule vereenvoudigd:

$$c_{tot} = c_{dr} + c_v$$

$$h_{wvp}(\infty) = q_{ber} \cdot c_{tot}$$

$$h_{fr}(\infty) = h_{wvp}(\infty) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v} = q_{ber} \cdot c_{dr}$$

met

$h_{wvp}(\infty)$: verlaging in watervoerend pakket op oneindige afstand (m)

$h_{fr}(\infty)$: freatische verlaging op oneindige afstand (m)

q_{ber} : beregeningsintensiteit (m/d)

c_{dr} : drainageweerstand (d)

c_v : weerstand slecht doorlatende lagen boven onttrekkingslaag (d)

c_{tot} : totale representatieve weerstand (d)

Op de scheiding van het beregende en niet beregende gebied is de verlaging i.v.m. de symmetrie van de laagopbouw de helft hiervan, dus

$$h_{wvp}(0) = \frac{q_{ber} \cdot c_{tot}}{2}$$

Voor het freatische grondwater geldt in de stationaire situatie het volgende:

$$h_{fr}(0) = h_{wvp}(0) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v}$$

Opgemerkt wordt dat uit het bovenstaande blijkt dat de freatische verlaging op de rand sterk afhankelijk is van de beregeningshoeveelheid en de diverse weerstanden. Het is dan niet logisch om bij de methode uit te gaan van een vaste verlaging op de rand. Deze is zeer variabel bij wisselende weerstanden en beregeningsdebieten. Het is veel transparanter om uit te gaan van een vaste beregeningsgift zoals hierboven is gedaan.

Om bovenstaande effecten ten aanzien van beregening inzichtelijk te maken is een aantal voorbeeldberekeningen uitgevoerd, zie tabel B6.2

Tabel B6.2 Invloedsafstanden bij beregening bij verschillende geohydrologische situaties uitgaande van de formule van Mazure (stationair) en een maximale verlaging van 5 cm op de rand van het N2000 gebied

	C-drainage (d)	C-deklaag (d)	kD (m2/dag)	Invloedsafstand (m) freatisch	Invloedsafstand (m) WVP
1. keileem op groot WVP	200	1000	4000		
Vaste verlaging 30 cm*				0	3900
Vaste verlaging 60 cm*				1500	5400
Beregeningsgift 5 mm/dag				5000	9000
Beregeningsgift 10 mm/dag				6600	10500
2. dunne deklaag op groot WVP	200	100	4000		
Vaste verlaging 30 cm*				1500	2000
Vaste verlaging 60 cm*				2300	2800
Beregeningsgift 5 mm/dag				2500	3000
Beregeningsgift 10 mm/dag				3300	3700
3. dunne deklaag op groot WVP	50	100	4000		
Vaste verlaging 30 cm*				500	1400
Vaste verlaging 60 cm*				1100	1900

Beregeningsgift 5 mm/dag				700	1600
Beregeningsgift 10 mm/dag				1200	2100
4. keileem op Peelo zand	200	1000	300		
Vaste verlaging 30 cm*				0	1100
Vaste verlaging 60 cm*				400	1500
Beregeningsgift 5 mm/dag				1400	2500
Beregeningsgift 10 mm/dag				1800	2900

* verlaging in het watervoerend pakket op de grens van beregend en niet-beregend gebied

In gebieden waar veel voeding plaatsvindt vanuit het oppervlaktewater (lage drainageweerstand en lage weerstand deklaag) is de berekende beïnvloedingszone uitgaande van 5 mm/dag berekening vergelijkbaar met een vaste verlaging op de rand van 30 cm. Een beregeningsdebiet van 10 mm/dag komt grofweg overeen met een vaste verlaging op de rand van 60 cm. Echter, in gebieden met een hogere drainageweerstand en/of hogere weerstand van de deklaag, vindt veel minder voeding van boven plaats, en worden de berekende verlagingen in geval van berekening fors groter. We moeten ons daarbij wel afvragen hoe realistisch het is om voor berekening uit te gaan van een stationaire situatie (berekening staat altijd aan) en dat alle boeren gelijktijdig beregenen. Er treden dan verlagingen in het watervoerend pakket op tot wel 12 m! Een nuancering van bovenstaande resultaten is daarom op zijn plaats (zie paragraaf 2.6 niet stationaire effecten).

Niet-stationaire effecten Mazure:

Berekening vindt over het algemeen kortdurend plaats, gedurende enkele dagen, en vaak zelfs alleen overdag of 's nachts. De berekende stationaire eindverlagingen geven dan een forse overschatting van het effect. Voor berekening zijn daarom ook de niet-stationaire effecten nader uitgewerkt.

Voor de niet-stationaire effecten kan de volgende redenatie worden gehouden: de verlagingen in het watervoerend pakket worden heel snel bereikt. Daarom wordt er van uitgegaan dat de verlaging van de stijghoogte op de grens van landbouwgebied en natuurgebied direct na het begin van de onttrekking zullen worden bereikt. Van daaruit zet de verlaging zich voort naar de omgeving (in de richting van de natuur). De effecten zijn dan te beschrijven met de niet-stationaire variant van de formule van Mazure.

Ook hier geldt weer dat de freatische grondwaterstanden vertraagd reageren op de verlagingen in het watervoerend pakket. Door combinatie van deze beide is een benadering van het niet-stationaire uitzakken van de freatische grondwaterstand te verkrijgen:

$$h_{fr}(x, t) = h_0 \cdot P\left(\frac{x}{2\lambda}, \sqrt{\eta t}\right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{p} \left(\frac{1}{c_{dr}} + \frac{1}{c_v}\right)}\right) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v}$$

met

$\lambda = \sqrt{kDc}$: spreidingslengte (m)
$\eta = \frac{1}{cs}$: reactiefactor (1/d)
x	: afstand tot kanaal waar h = h(0) (m)
t	: tijd (d)
$h_{fr}(x, t)$: freatische grondwaterstand op afstand x (m) op tijdstip t (d)
h_0	: verlaging stijghoogte op x=0 (m) op t=0
c	: vervangende weerstand (d)
c_{dr}	: drainageweerstand (d)
c_v	: weerstand deklaag (d)
kD	: doorlaatvermogen (m ² /d)
S	: bergingscoëfficiënt van het watervoerend pakket (-)
p	: effectieve porositeit (-)
P()	: polderfunctie van Bruggeman

Naast het tijdelijke effect van de onttrekking zelf spelen er ook nog seizoenseffecten: afhankelijk van de grondwaterstand zullen verschillende ontwateringsmiddelen deelnemen aan het drainageproces. Dit heeft tot gevolg dat de drainageweerstand onder natte omstandigheden (GVG-situatie) lager is dan onder droge omstandigheden (GLG situatie).

Enkele karakteristieke beregeningsvarianten zijn gedefinieerd, die worden gebruikt voor het illustreren van de (niet-stationaire) effecten van de beregening:

- Kort en intensief: uitgaande van een maximale gift 20 mm in 2 dagen (2x 24 uur beregenen);
- Extreem: waarbij de hele jaarlijkse gift van 100 mm in 1 droge periode van 10 dagen wordt toegediend (24 uur per dag beregenen);
- Gematigd: ervan uitgaande dat niet iedereen tegelijk beregend, resulterend in een gemiddelde gift van 90 mm/jaar verdeeld over een droge maand, oftewel 3 mm/dag.

Het effect van alleen overdag (of 's nachts) beregenen, bijvoorbeeld een gift van 20 mm 4 dagen (4x12 uur beregenen), wordt niet apart berekend. Wel wordt hiervoor een gevoeligheid bepaald om de snelheid van reageren van het freatisch water te bepalen.

Tabel B6.3 Beschouwde beregeningsvarianten

Variant	Gift (mm/d)	Duur (d)	Periode
Alleen overdag	10	0,5	Zomer
Kort en intensief	10	2	Zomer
Extreem	10	10	Zomer
Stationair	10	oneindig	Zomer
Gematigd	3	30	Zomer

Tabel B6.4 Invloedsafstanden bij verschillende geohydrologische situaties uitgaande van de formule van Mazure (niet-stationair) en een maximale verlaging van 5 cm op de rand van het N2000 gebied

	C-drainage (d)	C-deklaag (d)	kD (m ² /dag)	Invloedsafstand (m) freatisch	Invloedsafstand (m) WVP
1. keileem op groot WVP	200	1000	4000		
Alleen overdag (12 uur)				0	5000
Kort en intensief				1400	8700
Extreem				4500	10500
Stationair				6600	10500
Gematigd				3400	7900
2. dunne deklaag op groot WVP	200	100	4000		
Alleen overdag (12 uur)				200	3300
Kort en intensief				1600	3700
Extreem				2900	3700
Stationair				3300	3700
Gematigd				1900	2400
2. dunne deklaag op groot WVP	50	100	4000		
Alleen overdag (12 uur)				0	2100
Kort en intensief				500	2100
Extreem				1200	2100
Stationair				1200	2100
Gematigd				300	1200
3. keileem op WVP, op URK klei	200	1000/ 300*	600		
Alleen overdag (12 uur)				0	2000
Kort en intensief				500	3400
Extreem				1700	4100
Stationair				2500	4100
Gematigd				1300	3000
4. keileem op peelo zand	200	1000	300		
Alleen overdag (12 uur)				0	1400
Kort en intensief				400	2400
Extreem				1200	2900
Stationair				1800	2900
Gematigd				900	2100

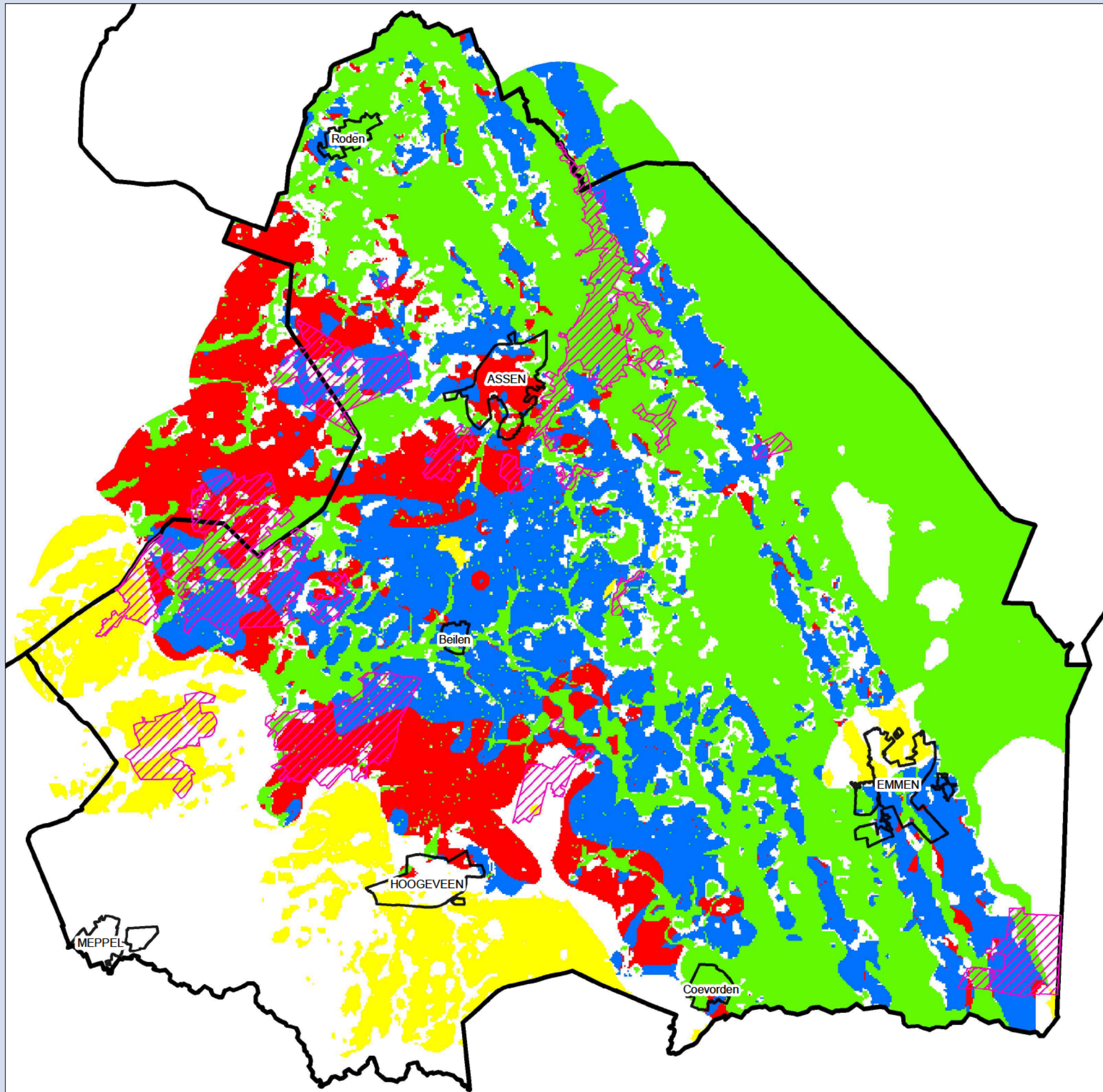
*. 1000/300 is weerstand keileem/weerstand onderliggende Urk klei.

Op basis van bovenstaande tabel worden de volgende conclusies getrokken:

- Wanneer alleen overdag (of alleen 's nachts), gedurende 12 uur, wordt berekend treedt de kritieke verlaging alleen op in het watervoerende pakket. Deze werkt nog nauwelijks door naar het freatisch grondwater. Ook in het watervoerend pakket worden de stationaire eindverlagingen nog niet bereikt. Desondanks zijn de effecten in het watervoerend pakket wel groot.
- Bij een beregeningsduur van 2 dagen (non-stop) treden er al grote verlagingen op. De stationaire eindverlagingen in het watervoerend pakket worden voor een groot deel bereikt. Ook freatisch is er al sprake van een aanzienlijk effect.
- Bij een beregeningsduur van 10 dagen (non-stop) worden de stationaire eindverlagingen in het watervoerend pakket bereikt. De freatische stationaire eindverlaging wordt dan nog niet bereikt.
- Overall worden zeer grote effecten berekend. Zelfs in gebieden met een dikke keileemlaag werken de effecten toch door naar het freatisch grondwater. Dit komt omdat bovenstaande methode ervan uitgaat dat iedereen tegelijk (vlakdekkend) onttrekt. Voeding vanuit de omgeving (horizontale toestroom) vindt in het beregeningsgebied (op oneindige afstand) dan niet meer plaats. Voeding kan dan alleen nog plaatsvinden van boven (oppervlaktewater) of beneden (toestroom vanuit diep watervoerend pakket). Dit resulteert soms in zeer grote verlagingen in het watervoerend pakket (van meer dan 10 m). In gebieden waar het watervoerend pakket aan de bovenkant wordt afgesloten door keileem en aan de onderkant wordt begrenst door de hydrologische ondoorlatende basis, treden dan de grootste effecten op.

Bijlage 7

Voorkomen keileem en Peelo formatie



Legenda

- Alleen formatie van Peelo
- Alleen keileem
- Keileem op formatie van Peelo
- Keileem niet direct op formatie van Peelo (tussenlaag)
- Geen keileem en formatie van Peelo

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



Voorkomen keileem en formatie van Peelo

Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden Drenthe

Oprachtgever: Provincie Drenthe
 Projectnummer: 324110

Status: definitief
 Datum: 21-1-2013
 Schaal: 1:250,000
 Formaat: A3
 Get: SR - Gec: SS

Grontmij
 Grontmij Nederland B.V.
 Stationsplein 12, 9401 LB Assen
 Postbus 29, 9400 AA Assen
 T +31 592 33 88 99
 www.grontmij.nl

www.grontmij.nl

Opmerkingen vanuit de natuurorganisaties bij de bepaling van beïnvloedingszones drainage en beregening rond Natura 2000 gebieden, vergadering 30 juni 2014, provincie Drenthe

9 juli 2014

██████████, Staatsbosbeheer
██████████ en ██████████ Natuurmonumenten
██████████, Het Drentse Landschap
██████████, NMF Drenthe

Opmerkingen bij het rapport van Grontmij 'Hydrologische beïnvloedingszones N2000'

Bepalen beïnvloedingszones drainage

Uitgangspunten rapport:

- Formule Mazure, stationair
- 30 cm verlaging
- Afbreekcriterium 5 cm grondwaterstandsverlaging

Opmerkingen:

- **Ten onrechte geen toepassing voorzorgbeginsel**
In het rapport wordt regelmatig geconcludeerd dat er sprake is van onzekerheden. Toepassing van de Natuurbeschermingswet betekent dat onzekerheden – zo veel mogelijk – moeten worden uitgesloten. Immers alleen dan is de kans op significante effecten op beschermde habitats zo klein mogelijk, dan wel is deze uitgesloten. Dat leidt er ons inziens bijvoorbeeld toe dat niet van gemiddelde effecten mag worden uitgegaan. In het rapport wordt dat ten onrecht wel gedaan. Zo wordt uitgegaan van een gemiddelde initiële verlaging (zie hieronder) door drainage. Wij zijn van mening dat bij onzekerheden uitgegaan behoort te worden van worst case situaties. Alleen dan wordt voldaan aan het voorzorgbeginsel.
- **Ten onrechte uitgegaan van lineair systeem.**
Mazure gaat uit van een stationair en lineair systeem (Wieringermeer). In werkelijkheid is het systeem in Drenthe vaak instationair en niet lineair, mede door droogvallende sloten. In het rapport zijn voor de zomerperiode de beïnvloedingszones daarom te smal berekend. In de zomer is er een veel grotere spreidingslengte dan in de winter doordat veel sloten droogvallen. In de zomer zijn er dus veel grotere beïnvloedingszones nodig. Ook bij grotere droogte in de toekomst zijn bredere zones nodig.
- **Spreidingslengte is in diepere watervoerende pakketten veel groter**
Er is in het rapport ten onrechte vereenvoudigd naar een schematisatie met één watervoerend pakket. Wanneer de drainage de grondwaterstand en stroming in diepere pakketten beïnvloedt, reikt het effect in het diepere watervoerende pakket echter veel verder en kan dat de kwel midden in een natuurgebied beïnvloeden (met name toestroming diepe kwel). De spreidingslengte van een dieper watervoerend pakket is daarom veel groter dan van een freatisch pakket.
- **Er wordt alleen getoetst aan de freatische grondwaterstand, maar het gaat ook om grondwaterstroming en kwel**
Er is in het rapport aangenomen dat er geen grondwaterstroming plaatsvindt. Wij vinden juist invloed van drainage op de werking van het systeem, diepe stijghoogten, grondwaterstroming en kwel belangrijk. Het afbreekcriterium van 5 cm freatische stijghoogte is te simpel. Er kunnen dan wel degelijk effecten in stroming optreden via de diepere watervoerende pakketten. Wanneer er meer

watervoerende pakketten voorkomen dan het ene pakket in de gekozen schematisatie wordt de afstand van het effect nog groter (want spreidingslengte groter). Een lagere diepe grondwaterstand betekent een vermindering van kwel in het natuurgebied of basisafvoer naar de beek. Effect op hydrologische systeem is belangrijk, dus ook diepere stijghoogte en kwel, niet alleen de freatische stijghoogte.

- **Ontbreken van nadere uitwerking kwel en afbreekcriterium**

Het rapport adviseert nadere afspraken te maken met ecologen over een afbreekcriterium voor kwel. Dat is niet gebeurd. Ten onrechte is kwel tot nu toe niet meegenomen. Het ook betrekken van kwel leidt tot bredere beïnvloedingszones. Toepassing van het voorzorgprincipe leidt er toe dat moet worden uitgegaan van de buitenrand/veilige kant.

- **Geen toepassing van voorzorgprincipe door uit te gaan van gemiddelde initiële verlaging door drainage.**

Je weet alleen vrij zeker dat er in de toekomst verwaarloosbare effecten zullen zijn als uitgegaan wordt van worst case. Initiële verlaging door drainage is echter aangenomen op 30 cm, dit is een gemiddelde, want er wordt aangegeven dat deze lokaal varieert van 10 tot 50 cm. Door uit te gaan van een gemiddelde verlaging zijn significante effecten van drainage niet uitgesloten, immers er is een kans dat de verlaging groter is dan 30 cm. Hiermee wordt ten onrechte geen invulling gegeven aan het voorzorgprincipe. De bedoeling van de zone is dat zeker is dat er bij drainage buiten deze zone geen effect is op het N2000 gebied, dan hoeft er immers geen NB wet vergunning aangevraagd te worden. Dan moet je dus uitgaan van een worst case rekening houdend met mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Dus 50 cm of wellicht meer (bv bij aanleg drainage in een gebied waar nu nog geen drainage ligt). Van drainage buiten de hier berekende zone wordt immers nooit meer getoetst of het effect heeft!

- **Maaiveld daling in veengebieden niet meegenomen**

In Drenthe zijn nog altijd veengronden in landbouwgebruik. Daar daalt het maaiveld totdat alle veen weg is, en is de peilverlaging dus veel groter dan 30 centimeter. Als je niet uitgaat van cumulatie, zowel ruimtelijk als in de tijd, zoals in dit model het geval is, dan kun je met deze beoordelingsmethode door blijven gaan met peilverlaging in landbouw-veengebieden, en neemt de verdroging van natuurgebieden in de omgeving ervan verder toe. In H20 online is onlangs nog een artikel verschenen over wat het grondwatereffect is van voortdurende veenafbraak/peildaling in Friesland. Dit schetst een zorgwekkend beeld, waarmee rekening moet worden gehouden bij berekening van zones in veengebieden.

Bepalen beïnvloedingszones berekening

Uitgangspunten rapport:

- Formule De Glee, stationair en Hantush, instationair
- Gift $70\text{m}^3/\text{uur}$
- Duur 0.5, 2, 10 dagen en stationair
- Afbreekcriterium 5 cm grondwaterstandsverlaging

Opmerkingen:

- **Duur berekening tekort**

In het rapport wordt uitgegaan van een kortdurend karakter van berekening. Een beregeningsduur van 2 dagen en 10 dagen wordt extreem genoemd. Dit vinden wij een onderschatting. In het inleidende hoofdstuk staat genoemd dat in de lelieteelt de berekening plaatsvindt vanaf april. Dan is 2 dagen en zelfs 10 dagen een forse onderschatting, zeker wanneer de droogte in de toekomst toeneemt.

- **Er mist een prognose van de hoeveelheid beregening in de toekomstige jaren.**
Beregening zal toenemen door bijvoorbeeld droogte door klimaatverandering en ontwikkelingen in teelten in de landbouw. Bijvoorbeeld lelieteelt vraagt een heel ander type beregening, meer m³ en niet alleen bij extreme droogte maar in alle iets drogere perioden.
- **Cumulatieve effecten meerdere beregeningsputten niet meegenomen**
Er wordt uitgegaan van individuele putten die onderling geen effect hebben. In de huidige situatie is dat misschien een goede aanname. In de toekomst zullen er wellicht meer beregeningsputten komen en klopt die aanname niet meer. Er wordt geen rekening gehouden met deze cumulatieve effecten. Natura 2000 gebieden worden hier dus niet tegen beschermd.
- **Het effect van beregening op kwel en basisafvoer van beken wordt buiten beschouwing gelaten.**
Het probleem bij beregening is juist het effect op kwel en afvoer van beken. Kwel en afvoer van beken zijn essentieel voor de natuur. In het onderzoek ‘Sturen op basisafvoer’ van Deltares (Kuijper et al, 2012) is berekend dat in het gebied van waterschap Regge en Dinkel beregening uit grondwater zorgt voor een afname van de zomerafvoer van 13 tot 28%. Door dat te verwaarlozen wordt een heel belangrijk criterium buiten beschouwing gelaten en worden de effecten op natuur onderschat. Er wordt in het rapport geadviseerd met ecologen afspraken te maken over het afbreekcriterium ten aanzien van kwel. Dit wordt echter niet overgenomen in het beleidsadvies. Dat baseert de zones alleen op de freatische grondwaterstand. Daarmee wordt het effect onderschat en zijn de zones te smal.
- **Effecten in het watervoerende pakket reiken verder en beïnvloeden de kwel**
Bij een beregeningsduur van 2 dagen zijn de effecten freatisch maar heel klein, de effecten in het watervoerende pakket reiken echter al tot 1400m ver. Bij diepere of meerdere watervoerende pakketten zal het effect nog verder reiken. Deze daling van de stijghoogte beïnvloedt de stroming naar de beek en de kwel in laagten in natuurgebieden.
- **Is rekening gehouden met niet lineair systeem door droogvallende sloten?**
In de zomer is er een grotere spreidingslengte dan in de winter doordat veel sloten droogvallen. Er moet dan een grotere drainageweerstand in de formule worden ingevoerd. Wij vragen ons af of dit is gedaan. In een zomer-systeem met drooggevallen sloten zijn grotere beïnvloedingszones nodig. Rekening houdend met grotere droogte in de toekomst zijn nog bredere zones nodig.

Drainage en beregening samen

- **Cumulatieve effecten**
Er wordt geen rekening gehouden met cumulatieve effecten wanneer er zowel gedraineerd als beregend wordt en wellicht kleine onttrekkingen of andere wijzigingen in de waterhuishouding in de omgeving van het natuurgebied plaatsvinden.

Opmerkingen bij het beleidsadvies van de provincie ‘beïnvloedingszones drainage en beregening rond N2000 gebieden’

Beleidsadvies:

- Beleidsadvies drainage: zone 0, 200m of 500m vergunning aanvragen, daarbuiten vrij
- Beleidsadvies beregening: zone 200m geen beregening, daarbuiten beregening vrij

Opmerkingen:

- **Discrepantie rapport en advies**

In het rapport van Grontmij worden verschillende mogelijke breedtes van de beïnvloedingszones berekend, bijvoorbeeld afhankelijk van verschillende schematisaties van de ondergrond. De breedte varieert globaal van 0 tot 2500 meter. In de beleidsnotitie is echter gekozen voor 200 meter voor berekening en voor 0, 200 en 500 meter voor drainage. Door beleidsmatig uit te gaan van smallere zones dan aanbevolen in het rapport, wordt naar onze mening het voorzorgprincipe extra geweld aangedaan. Immers er hoeft buiten de op grond van het beleidsadvies vastgestelde zones niet meer te worden getoetst op gevolgen voor beschermde habitats, terwijl op grond van het rapport dit nog wel noodzakelijk is.

- **Ten onrechte aansluiten bij Rijn-Oost**

Het beleidsadvies sluit aan bij de 200 meter van Rijn-Oost. Dit is niet terecht. Bij de ontwikkeling van het beregeningsbeleid door de waterschappen in Rijn-Oost is nog niet gekeken naar de effecten op Natura 2000 gebieden. De provincie Overijssel was niet bij de beleidsvorming betrokken. Men ging ervanuit dat op grond van het waterbeleid een waterwetvergunning werd verkregen bij het waterschap (behalve in de 200 meter zone), maar daarnaast bij de provincie apart een NB-wet vergunning moest worden aangevraagd, waarbij de toets op effecten op N2000 nog moest plaatsvinden.

- **Algemene regels drainage**

In de discussiepunten die op de agenda stonden, wordt de suggestie gedaan algemene regels op te stellen voor drainage zodat vergunningaanvragen binnen de beïnvloedingszone niet individueel beoordeeld hoeven te worden. Hierbij wordt ook de suggestie gedaan dat peilgestuurde drainage daar een rol in zou kunnen spelen. Dat vinden wij geen goed idee. Peilgestuurde drainage kan voordeel opleveren wanneer bestaande drainage peil gestuurd gemaakt wordt. Aanleg van drainage in een nog niet gedraineerd perceel werkt echter altijd verdrogend, ook als de drainage peil gestuurd wordt aangelegd. Wanneer bestaande drainage wordt vervangen door peilgestuurde drainage waarbij de drains dieper en dichter bij elkaar worden aangelegd zal het netto ook een verdrogend effect hebben. Regelbare drainage is geen wondermiddel tegen verdroging. Hier over zijn een aantal artikelen bijgesloten:

- Peilgestuurde drainage must of mythe? (H2O, 6 juni 2013)
- Regelbare drainage de feiten op een rij (H2O, 23 april 2014)
- Waar of niet waar: over veronderstellingen rond regelbare drainage (H2O, 23 april 2014)

Beleidsmatige betekenis beïnvloedingszone

- De beleidsbetekenis van een beïnvloedingszone is dat binnen de zone aangepast beleid wordt gemaakt en getoetst wordt op effecten op N2000. Buiten de beïnvloedingszone wordt niet getoetst op effecten op N2000 gebieden. Dat betekent dat de zone niet berekend moet worden voor een reële gemiddelde situatie, maar voor wat er eventueel kan gebeuren in de toekomst. Dat gaat gepaard met onzekerheid. Bovendien is het rekenkundig moeilijk om een lijn te berekenen waarop het effect 0 is. Waar het om gaat is dat we ervoor moeten zorgen dat het buiten de zone zeker niet nodig is om te toetsen of een ingreep effect heeft. Dat kan alleen als aan de veilige kant gebleven wordt (voorzorgprincipe). Er moet derhalve een veiligheidsmarge worden ingebouwd die rekening houdt met mogelijke toekomstige ontwikkelingen, cumulatief effect van ingrepen, en onzekerheden in de modelresultaten.