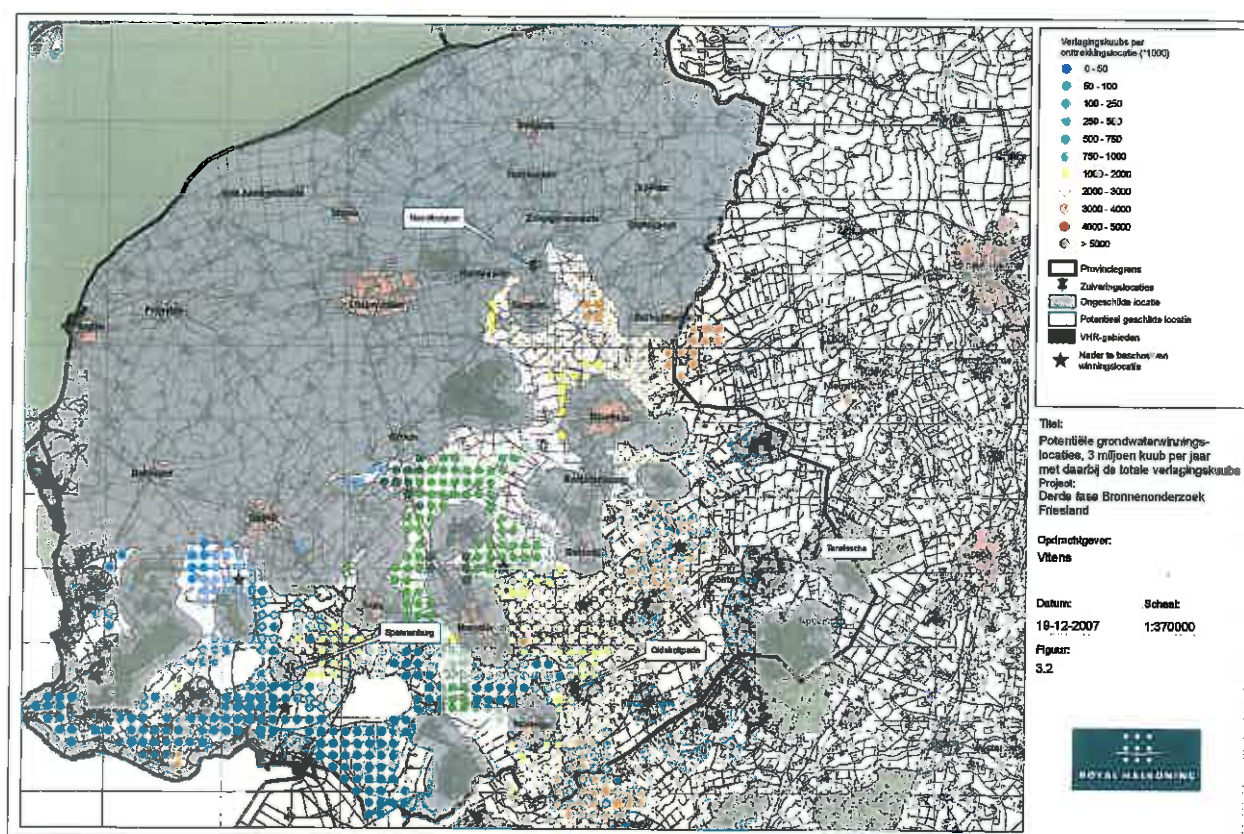




3e fase Bronnenonderzoek Friesland

Vitens

30 september 2008
 Eindrapport Fase 3A/B
 9S4540



ROYAL HASKONING

thinking in
all dimensions

Chopinlaan 12
Postbus 8064
9702 KB Groningen
+31 (0)50 521 42 14 Telefoon
+31 (0)50 526 14 53 Fax
info@groningen.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Amhem 09122561 KvK

Documenttitel 3e fase Bronnenonderzoek Friesland

Status Eindrapport Fase 3A/B

Datum 30 september 2008

Projectnummer 9S4540

Opdrachtgever Vitens

Referentie 9S4540/R00002/CDG/Gron

Auteur(s) ir. C. de Graaf, H. Bakker, BSc

Collegiale toets ir. J.S. Rus

Vrijgegeven door ir. C. de Graaf

Datum/paraaf

31/10/08 Cf

SAMENVATTING

Door verzilting en een stijgende drinkwatervraag is de vergunningscapaciteit voor het winnen van grondwater in Friesland op de middenlange termijn (2020) ontoereikend. Om in dit tekort te voorzien is gezocht naar aanvullende vergunningscapaciteit. Het vergunningstekort bedraagt 8,0 Mm³/jaar. Vitens werkt min of meer gelijktijdig vijf sporen uit om het tekort van 8 Mm³/jaar op te lossen. Eén van die sporen is het 'Bronnenonderzoek Friesland'. Hierin wordt gezocht naar één of meerdere nieuwe locaties binnen Friesland voor de winning van grondwater.

Fasering

In het bronnenonderzoek worden de volgende vier fasen onderscheiden:

- | | |
|----------|-----------------------------|
| Fase 1: | Voorbereiding. |
| Fase 2: | Negatieve selectie. |
| Fase 3 : | Positieve selectie. |
| Fase 4: | Eindrapportage en afweging. |

Deze samenvatting heeft betrekking op de werkzaamheden die bij fase 3 behoren.

Fase 3

Fase 3 is onderverdeeld in de fasen 3A en 3B. Fase 3A heeft het karakter van een quick scan en resulteert in een globale aanduiding van potentieel gunstige locaties. In Fase 3A zijn geen berekeningen uitgevoerd. Fase 3B betreft een nadere uitwerking van vijftien van de meest veelbelovende locaties. In deze fase vinden berekeningen plaats met behulp van een grondwatermodel.

Het doel van fase 3A is het selecteren van de meest geschikte locaties voor een grondwaterwinning met een omvang van respectievelijk 2, 3 en 6 miljoen m³/jaar op de vaste wal van Friesland.

Het doel van fase 3B betreft de uitwerking van de effecten van de in fase 3A geselecteerde winningen.

Eisen aan potentiële winlocaties

In de fasering bij de zoektocht naar geschikte locaties is in eerste instantie uitgegaan van een negatieve selectie (Fase 2). Vanuit deze selectie zijn gebieden en watervoerende pakketten aangewezen waar géén winning kan plaatsvinden. Bij de negatieve selectie worden locaties uitgesloten indien:

- De locatie minder dan 1 km verwijderd is van grondwater met een chloridegehalte > 150 mg/l.
- De locatie minder dan 1 km verwijderd is van industrieterreinen of stedelijk gebied.
- De locatie minder dan 1 km verwijderd is van VHR-gebieden.
- De locatie zich meer dan 10 km over de provinciegrens bevindt.
- De locatie minder dan 1 km verwijderd is van bestaande grondwaterbeschermingsgebieden.
- Het bebompte pakket ter plekke van de locatie een doorlaatvermogen heeft dat kleiner is dan 1.000 m²/dag.

Het gebied dat niet uitgesloten wordt door de negatieve selectie is in potentie geschikt voor aanvullende grondwaterwinning.

Op basis van de positieve selectie behorende bij Fase 3 dienen de nieuwe winlocaties aan de volgende randvoorwaarden te voldoen:

- De winlocatie levert gedurende het jaar een vrijwel gelijkmatige waterkwaliteit. De kwaliteit van het op te pompen grondwater voldoet in ieder geval aan de streefwaarde voor chloride.
- De voorkeur voor de bronnen voor de uitbreiding van de drinkwatervoorziening is kwalitatief goed en zoet grondwater.

Modelinstrumentarium

Bij de uitwerking van fase 3 zijn hydrologische effectberekeningen uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van het MIPWA-grondwatermodel. Het MIPWA instrumentarium bestaat uit de volgende componenten:

- Een grondwatermodel-referentiedatabase.
- Een Impuls-Respons database (IR).
- Een interactieve toepassingsomgeving (IMOD).

De basisinformatie van het MIPWA grondwatermodel is bijeengebracht in een grondwatermodel referentiedatabase. Deze referentiedatabase heeft een resolutie van 25x25 m.

In dit project is gebruik gemaakt van versie 1.8 van het MIPWA-model.

Fase 3A: Bepaling potentieel geschikte locaties

De essentie van de aanpak in deze fase is dat er geen nieuwe berekeningen worden uitgevoerd, maar dat gebruik wordt gemaakt van resultaten uit de I/R database maatregelen voor de 'Wandelende Winning' in Friesland. De genoemde database bevat berekeningsresultaten (in de vorm van grondwaterstandsverlagingen) voor winningen van respectievelijk 1, 5 en 6 miljoen m³/jaar. De winningen bevinden zich, afhankelijk van de betrokken locatie, in verschillende watervoerende pakketten. De windebieten verschillen van de door Vitens gewenste waterwinningen (2, 3 en 6 miljoen m³/jaar). Aan de hand van vermenigvuldigingsfactoren zijn de effecten voor 2, 3 en 6 miljoen m³/jaar afgeleid uit de IR-database.

Randvoorwaarden

Aanvullend op de eerder genoemde eisen geldt de randvoorwaarde dat de grondwaterstand in de EHS en in Natura 2000 gebieden (in het vervolg aangeduid met: 'natuurgebied') niet meer dan 5 cm mag dalen als gevolg van de winning. Deze randvoorwaarde zorgt ervoor dat de eerder beschreven zoekruimte verder wordt ingeperkt.

Aanvullend stelt Vitens dat, in het geval van een winning van 2 Mm³/jaar, de winlocatie niet meer dan 5 km verwijderd mag zijn van een zuiveringsgebouw. Voor grotere winningshoeveelheden geldt deze voorwaarde niet.

Belangrijke variabelen

Om de effecten van winningen op verschillende locaties vergelijkbaar te maken is voor elke winning de grootte van het invloedsgebied en het aantal verlagingsskuubs bepaald. Het invloedsgebied is hierbij gedefinieerd als de oppervlakte van het gebied met een grondwaterstandsverlaging groter dan 5 mm. Het aantal verlagingsskuubs voor een

winning in een bepaalde gridcel komt overeen met de inhoud van de 'afpompingskegel' (som van grondwaterstandsverlagingen x oppervlakte) binnen het invloedsgebied.

Uitwerking fase 3A

Vanuit hydrologisch perspectief zijn de potentieel meest geschikte winlocaties vastgesteld door uit te gaan van winlocaties met een zo gering mogelijk aantal verlagingsskuubs. In de praktijk betekent dit dat bij grondwaterwinning op deze locaties de grondwaterstand over een relatief kleine oppervlakte verlaagd wordt. Een kleine grondwaterstandsverlaging kan verschillende oorzaken hebben. In sommige gevallen is dit het gevolg van een relatief hoge hydraulische weerstand van scheidende lagen tussen het onttrekkingsfilter en maaiveld. In andere gevallen kan dit verklaard worden door ligging van de winning in een omgeving met veel open watergangen met vast peil. Op basis van de inzichten van Vitens en de Provincie Fryslân is een aantal locaties toegevoegd, waarvan verwacht wordt dat deze eveneens perspectief bieden in hydrologisch opzicht.

Eindresultaat

Na beschouwing van de resultaten uit de I/R database en rekening houdend met het strategische karakter van sommige locaties zijn 15 locaties verder doorgerekend in Fase 3B.

De aangehouden potentiële winlocaties zijn als volgt verdeeld:

- Windebiet van 2 miljoen m³/jaar: 6 locaties (3 locaties bij Spannenburg, 2 locaties bij Oldeholtspade en 1 locatie bij Terwisscha).
- Windebiet van 3 miljoen m³/jaar: 5 locaties. Het gaat om de volgende locaties: Osingahuizen, Sloten, Heerenveen-Oost, Hoornsterzwaag en het 4^e en 5^e Veendistrict.
- Windebiet van 6 miljoen m³/jaar: 5 locaties, te weten: Sloten, Heerenveen-Oost, het 4^e en 5^e Veendistrict en Waskemeer.

De onttrekkingsfilters van de aangehouden potentieel geschikte winlocaties staan in alle gevallen in het vijfde watervoerend pakket (nummering volgens MIPWA). In vrijwel alle gevallen bedraagt het doorlaatvermogen van het gepompte pakket meer dan 2000 m²/dag. De bovenkant van dit pakket varieert in diepte tussen 30 m en 50 m beneden maaiveld; de diepteligging van de onderkant van dit pakket varieert tussen 75 m en 115 m beneden maaiveld.

Fase 3B: Effecten winning op geselecteerde locaties

In deze fase zijn de in fase 3A geselecteerde locaties doorgerekend met behulp van MIPWA.

Uitwerking fase 3B

De beschrijving van de effecten van de doorgerekende winlocaties is toegespitst op zowel primaire effecten (daling grondwaterstand/stijghoogte, wijziging kwel/infiltratiesituatie) als afgeleide effecten (zetting, natuur en landbouw). Aanvullend is de kwetsbaarheid van de winlocaties in beeld gebracht; ook is nagegaan of er sprake is van bodemverontreinigingen in de nabijheid van de potentiële winlocaties.

Eindresultaat Fase 3

Er is nagegaan welke locatie vanuit hydrologisch perspectief het beste 'scoort'. Om dit te kunnen beoordelen zijn de onderzoeksresultaten van alle winlocaties samengevat in drie prioriteringstabellen (voor elk debiet één tabel). De prioriteringstabel biedt een overzicht van primaire en secundaire effecten; daarnaast is kennis over bekende bodemverontreinigingen in de beoordeling meegewogen.

Onderstaand zijn de drie prioriteringstabellen met een korte beschrijving opgenomen. Het overzicht van deze tabellen beantwoordt aan het gestelde doel voor Fase 3B. Het geeft een overzicht van de effecten van de potentiële winlocaties. Aanvullend is een hydrologische ranking opgenomen. De ranking is weergegeven in de laatste kolom van de tabel.

Methode van ranking

Ranking heeft plaatsgevonden door de omvang van primaire en afgeleide effecten te beoordelen. Dit is gedaan voor verschillende windebieten. De verschillende effecten zijn beoordeeld in termen van --- tot en met 0. Er is naar gestreefd de beoordeling van de effecten zoveel mogelijk te relateren aan gebruikelijke waarden. Daarnaast was de beoordeling erop gericht verschillen tussen locaties zoveel mogelijk zichtbaar te maken. Een beoordeling '---' betekent niet noodzakelijkerwijs dat het beschouwde effect 'slecht' uitpakte. Het betekent wel dat het beschouwde effect op een zekere locatie in *verhouding* tot het effect behaald op andere locaties minder goed scoorde. In de rapportage is een beoordelingstabel opgenomen die de systematiek nader verklaart. In scoretabellen zijn de beoordelingen voor de verschillende effecten per winning samengevat.

De beschouwde primaire effecten zijn de oppervlakte van het invloedsgebied (OI) en het aantal verlagingskuubs (VK). De beschouwde afgeleide effecten hebben betrekking op zetting (Z), natuur (N) en droogteschade voor de landbouw (DLB). Bij de uiteindelijke ranking is er van uitgegaan dat primaire effecten doorgaans minder bezwaarlijk zijn dan de genoemde afgeleide effecten.

Winning 2 miljoen m³/jaar

Uit de tabel blijkt dat winlocatie Oldeholtpade 2 het gunstigst scoort. Dit is voornamelijk resultaat van het feit dat de oppervlakte van het invloedsgebied en het aantal verlagingskuubs het kleinste zijn. Hoewel de hydraulische weerstand van scheidende lagen boven het putfilter gering is, levert dit geen verhoogde hydrologische kwetsbaarheid op, daar deze locatie zich in een gebied met sterke kwel bevindt. Tevens is er geen sprake van afgeleide effecten zoals zetting, landbouw- of natuurschade. Met betrekking tot de effecten, zijn er weinig verschillen tussen de rankingnummers 2-5. De locatie Spannenburg 3 is hydrologisch weinig kwetsbaar; bij de locaties Spannenburg 1 en 2 zijn geen bodemverontreinigingen bekend in de 25jaarszone. Het minst goed scoort de nieuwe winlocatie Terwisscha. Dit wordt verklaard door het relatief grote oppervlak van het invloedsgebied en het hoge aantal verlagingskuubs. Tevens is er sprake van een beperkt effect op de landbouw.

Prioriteringstabel windebiet 2 miljoen m³/jaar

Locatie	Primaire effecten		Afgeleide effecten				Overall-ranking
	Ol (ha)	VK (m ³)	Z 0 (ha) *	Z 50 (ha) *	N (ha)	DLB (ha)	
Spannenburg 1	2920	275	0	0	0	0	3
Spannenburg 2	2390	230	0	0	0	0	2
Spannenburg 3	3304	284	0	0	0	0	4
Oldeholtpade 1	2560	445	0	0	0	3,8	5
Oldeholtpade 2	1845	190	0	0	0	0	1
Terwisscha	11578	1894	0	0	0	1,3	6

Toelichting

Ol: Oppervlakte invloedsgebied

VK: Verlagingskuubs

Z: Zetting

N: Natuur

DLB: Droogteschade Landbouw

*: Z 0: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als veen aanwezig is (ook bij zeer geringe dikte veenlaag)

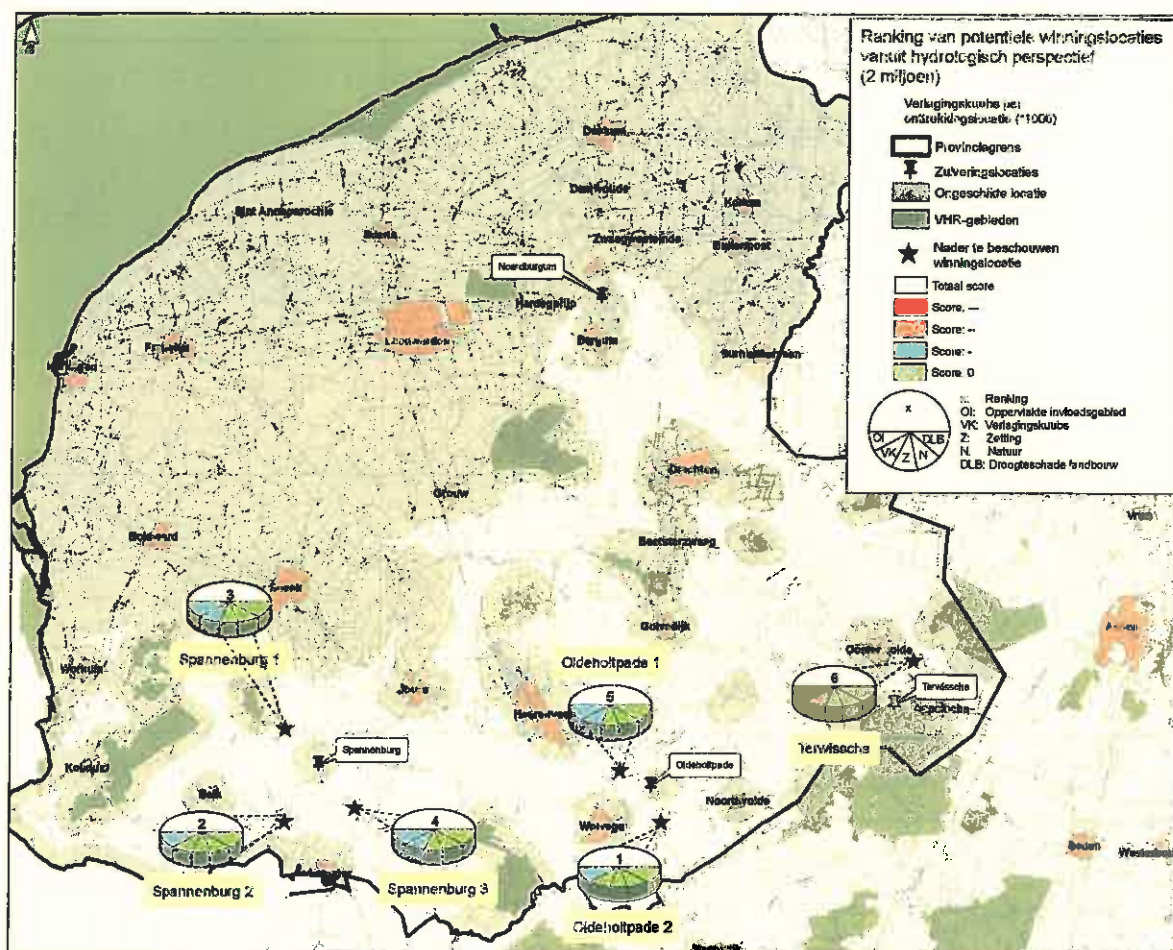
Z 50: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als minstens 50 cm veen aanwezig is

Bijgaande figuur geeft een overzicht van de beschouwde winlocaties. Van elke winning is bovendien de ranking aangegeven als ook een overzicht van de primaire en secundaire effecten.

Opmerking

De rankingsmethode is in het bovenstaande beschreven. De betekenis van de gebruikte kleurencodering bij de aangegeven winlocaties is beschreven in de legenda.

Figuur. Prioritering potentiële winlocaties vanuit hydrologisch perspectief, windebiet 2 miljoen m³/jaar



Winning 3 miljoen m³/jaar

Uit de tabel blijkt dat de winlocaties Osingahuizen, Sloten en 4^e/5^e Veendistrict vrijwel gelijke, beperkte effecten op de omgeving hebben. Omdat de oppervlakte van het invloedsgedebiet het kleinst is en het aantal verlagingskuubs het geringst, kan Osingahuizen beschouwd worden als enigszins gunstiger dan Sloten en de winlocatie in het 4^e/5^e Veendistrict. Winlocatie Sloten lijkt in hydrologisch opzicht het minst kwetsbaar; bij Osingahuizen en Sloten is slechts één bodemverontreiniging bekend in de 25jaarszone. Bij de locatie 4^e/5^e Veendistrict zijn meer bodemverontreinigingen bekend; echter deze locatie bevindt zich in een kwelgebied, waardoor het onwaarschijnlijk is dat deze verontreinigingen zullen worden aangetrokken door de winning.

Winlocatie Heerenveen-Oost heeft de grootste effecten op de landbouw, en is hydrologisch kwetsbaar. Winlocatie Hoornsterzwaag heeft eveneens duidelijke, maar kleinere effecten op de landbouw. In de 25jaarszone van Hoornsterzwaag zijn meer bodemverontreinigingen bekend dan bij Heerenveen-Oost. Op basis van de grotere afgeleide effecten wordt locatie Heerenveen-Oost, arbitrair, als minst aantrekkelijk aangemerkt.

Prioriteringstabel, windebiet 3 miljoen m³/jaar

Locatie	Primaire effecten		Afgeleide effecten				Overall-ranking
	OI (ha)	VK (m ³)	Z 0 (ha) *	Z 50 (ha) *	N (ha)	DLB (ha)	
Osingahuizen	3813	330	0	0	0	0	1
Sloten	4061	438	0	0	0	0	2
Heerenveen Oost	8386	4493	113	0	0	494	5
Hoonsterzwaag	10720	3299	86	0	0	167	4
4 ^e /5 ^e Veendistrict	3353	574	0	0	0	0	3

Toelichting

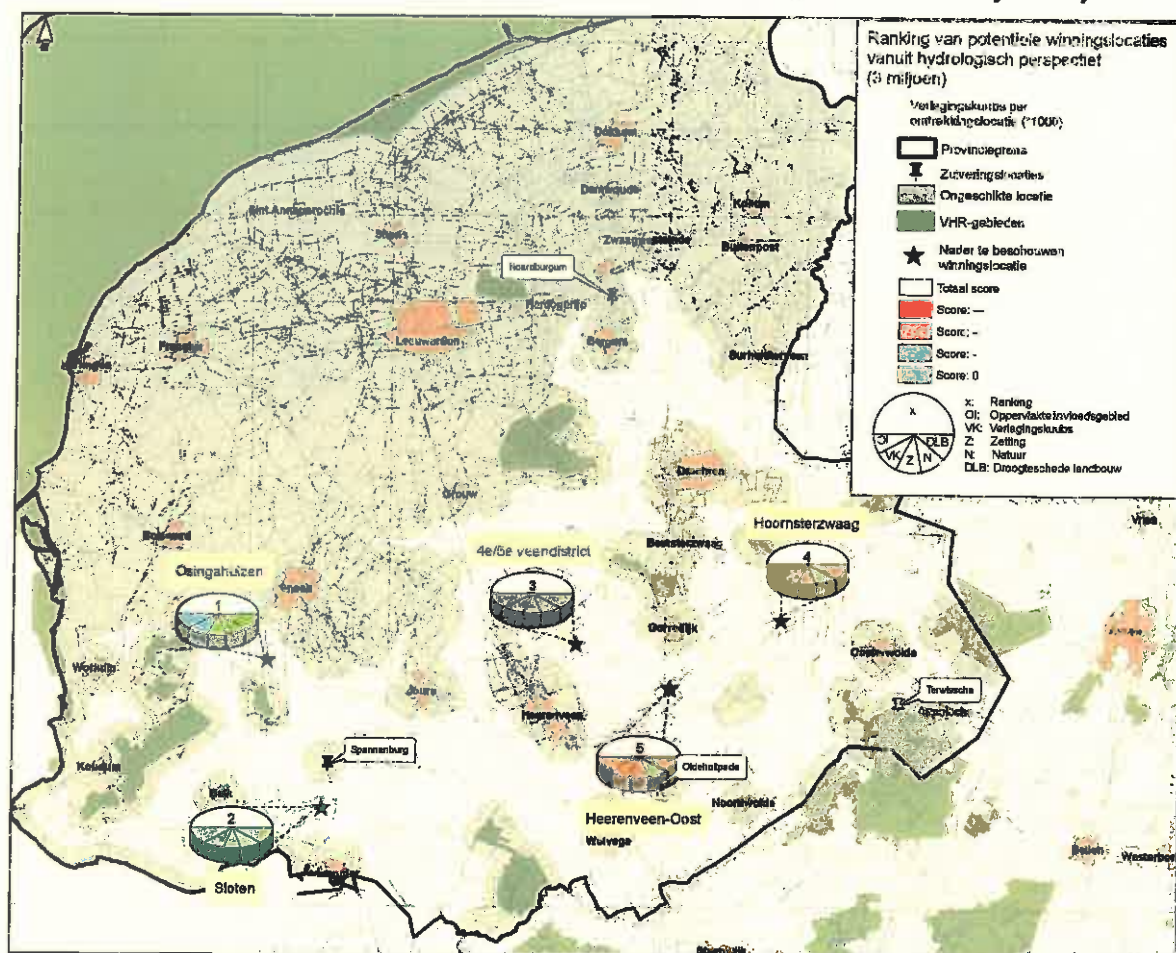
- OI: Oppervlakte invloedsgebied
 VK: Verlagingskuubs
 Z: Zetting
 N: Natuur
 DLB: Droogteschade Landbouw

*: Z 0: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als veen aanwezig is (ook bij zeer geringe dikte veenlaag)

Z 50: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als minstens 50 cm veen aanwezig is

Onderstaande figuur geeft een overzicht van de beschouwde winlocaties. Van elke winning is bovendien de ranking aangegeven als ook een overzicht van de primaire en secundaire effecten.

Figuur. Prioritering potentiële winlocaties vanuit hydrologisch perspectief, windebiet 3 miljoen m³/jaar



Winning 6 miljoen m³/jaar

Onderstaande tabel laat zien dat winlocatie Sloten bij dit debiet de gunstigste winlocatie is. Er is sprake van beperkte effecten op de landbouw; geen sprake van effecten op natuur en is er geen zettingsgevaar. Daarnaast zijn de oppervlakte van het invloedsgebied en de grootte van het aantal verlagingskuubs relatief beperkt. Deze locatie is hydrologisch weinig kwetsbaar en er zijn weinig bodemverontreinigingen bekend in de 25jaarszone. De winlocatie in het 4^e/5^e Veendistrict heeft meer effecten op de landbouw dan de winlocatie Sloten; ook zijn er meer bodemverontreinigingen bekend. Om deze redenen is dit de één na gunstigste locatie.

De winlocaties Heerenveen-Oost en Waskemeer hebben beide een grote impact op de landbouw en leiden beide tot zettingen. Daarnaast heeft grondwaterwinning op de locatie Waskemeer eveneens negatieve gevolgen voor de natuurwaarden in EHS-gebied Bakkeveensterduinen. Om deze reden wordt winlocatie Waskemeer als de minst gunstige beschouwd.

Prioriteringstabel windebiet 6 miljoen m³/jaar

Locatie	Primaire effecten		Afgeleide effecten				Overall-ranking
	OI (ha)	VK (m ³)	Z 0 (ha) *	Z 50 (ha) *	N (ha)	DLB (ha)	
Sloten	7974	1177	0	0	0	3	1
Heerenveen Oost	11769	9700	362	0.3	0	1137	3
4 ^e /5 ^e Veendistrict	5806	1446	0	0	0	52	2
Waskemeer	15316	9214	347	2	228	864	4

Toelichting

OI: Oppervlakte invloedsgebied

VK: Verlagsingskuubs

Z: Zetting

N: Natuur

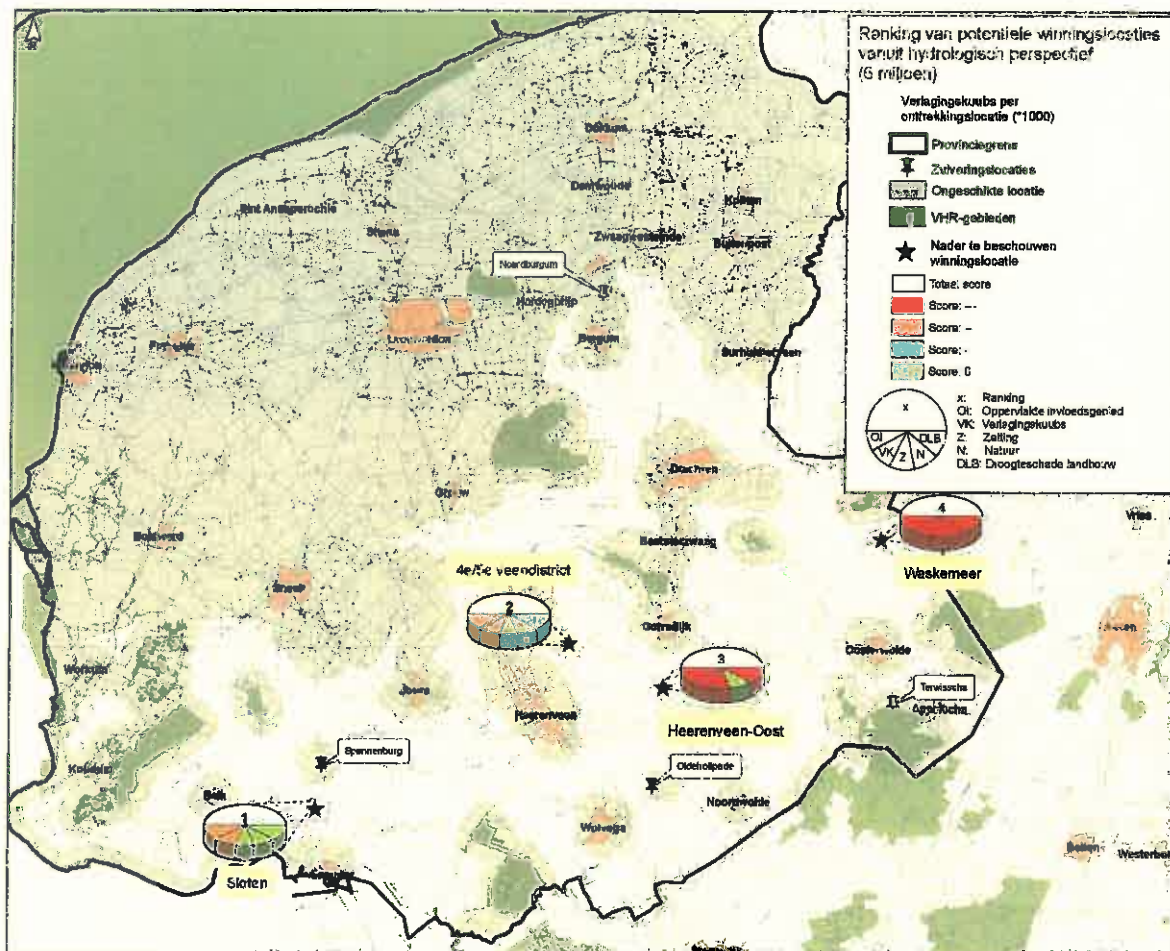
DLB: Droogteschade Landbouw

*: Z 0: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als veen aanwezig is (ook bij zeer geringe dikte veenlaag)

Z 50: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als minstens 50 cm veen aanwezig is

Onderstaande figuur geeft een overzicht van de beschouwde winlocaties. Van elke winning is bovendien de ranking aangegeven als ook een overzicht van de primaire en secundaire effecten.

Figuur. Prioritering potentiële winlocaties vanuit hydrologisch perspectief, windebiet 6 miljoen m³/jaar



Kanttekeningen

De in dit onderzoek gebruikte I/R database bevatte in sommige gevallen resultaten die het gevolg waren van minder praktische keuzes. Deze punten zijn onderkend. Aan de hand van expert judgement zijn deze punten beschouwd en omgezet in een meer praktische vorm.

Door de aangehouden werkwijze heeft een betrouwbare uitwerking van de gegevens plaatsgevonden. De rapportage biedt daardoor, vanuit hydrologisch perspectief, een goed inzicht in de mogelijkheden om een aanvullende hoeveelheid grondwater van 8 miljoen m³/jaar te onttrekken.

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
1.1 Uitnodiging	1
1.2 Achtergronden	1
1.3 Doel van het project	2
1.4 Leeswijzer	2
2 BESCHRIJVING MODELINSTRUMENTARIUM	3
3 BEPALING POTENTIEEL GESCHIKTE LOKATIES (FASE 3A)	4
3.1 Algemeen	4
3.2 Onttrekkingen 2 Mm ³ /jaar	5
3.2.1 Resultaten I/R database	5
3.2.2 Geschikte locaties winning vanuit hydrologisch perspectief	6
3.2.3 Beschrijving nader uit te werken winningslocaties	8
3.3 Onttrekkingen 3 Mm ³ /jaar	9
3.3.1 Resultaten I/R database	9
3.3.2 Geschikte locaties winning vanuit hydrologisch perspectief	9
3.3.3 Beschrijving nader uit te werken winningslocaties	11
3.4 Onttrekkingen 6 Mm ³ /jaar	12
3.4.1 Resultaten I/R database	12
3.4.2 Geschikte locaties winning vanuit hydrologisch perspectief	12
3.4.3 Beschrijving nader uit te werken winningslocaties	14
3.5 Samenvatting resultaten aan de hand van I/R database	14
4 EFFECTEN WINNING OP GESELEKTEERDE LOKATIES (FASE 3B)	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Hydrologische kwetsbaarheid en bedreigingen	17
4.3 Primaire effecten	20
4.3.1 Winningen, 2 miljoen m ³ /jaar	20
4.3.2 Winningen, 3 miljoen m ³ /jaar	22
4.3.3 Winningen, 6 miljoen m ³ /jaar	23
4.4 Afgeleide effecten	23
4.4.1 Winningen, 2 miljoen m ³ /jaar	24
4.4.2 Winningen, 3 miljoen m ³ /jaar	25
4.4.3 Winningen, 6 miljoen m ³ /jaar	26
4.5 Mogelijke risico's en kansen	26
4.6 Beoordeling, score en prioriteit	27
4.6.1 Inleiding	27
4.6.2 Beoordelingstabel	28
4.6.3 Scoretabellen	28
4.6.4 Prioriteringstabellen	30
4.7 Kanttekeningen bij uitwerking	32

AFBEELDINGEN

- 3.1 Invloedsgebied
- 3.2 Overzicht berekende verlagingskuubs, winning 2 miljoen m³/jaar
- 3.3 Overzicht berekende verlagingskuubs, winning 3 miljoen m³/jaar
- 3.4 Overzicht berekende verlagingskuubs, winning 6 miljoen m³/jaar

TABELLEN

- 3.1 Nader uit te werken winlocaties, winning 2 miljoen m³/jaar
- 3.2 Nader uit te werken winlocaties, winning 3 miljoen m³/jaar
- 3.3 Nader uit te werken winlocaties, winning 6 miljoen m³/jaar
- 4A Hydrologische kwetsbaarheid potentiële winningslocaties
- 4B Bodemverontreinigingen in 25jaarszone van potentiële winningslocaties
- 4.1 Berekeningsresultaten winning 2 miljoen m³/jaar
- 4.2 Berekeningsresultaten winning 3 miljoen m³/jaar
- 4.3 Berekeningsresultaten winning 6 miljoen m³/jaar
- 4.4 Afgeleide effecten per winningslocatie, 2 miljoen m³/jaar
- 4.5 Afgeleide effecten per winningslocatie, 3 miljoen m³/jaar
- 4.6 Afgeleide effecten per winningslocatie, 6 miljoen m³/jaar
- 4.7 Beoordelingstabel
- 4.8 Scoretabel winningslocaties met windebiet 2 miljoen m³/jaar
- 4.9 Scoretabel winningslocatie Osingahuizen
- 4.10 Scoretabel winningslocatie Sloten
- 4.11 Scoretabel winningslocatie Heerenveen Oost
- 4.12 Scoretabel winningslocatie Hoornsterzwaag
- 4.13 Scoretabel winningslocatie 4^e en 5^e Veendistrict
- 4.14 Scoretabel winningslocatie Waskemeer
- 4.15 Prioriteringstabel, windebiet 2 miljoen m³/jaar
- 4.16 Prioriteringstabel, windebiet 3 miljoen m³/jaar
- 4.17 Prioriteringstabel, windebiet 6 miljoen m³/jaar

BIJLAGEN

- 1. Potentieel geschikte locaties voor het winnen van grondwater (bron: I/R database)
- 2. Resultaattabellen voor winningen van 2, 3 en 6 miljoen m³/jaar
- 3. Berekeningsresultaten ter plaatse van geselecteerde winningslocaties
- 4. Berekeningsresultaten winningslocaties Oudega en Spannenburg

1 INLEIDING

1.1 Uitnodiging

Op 12 september 2007 heeft Vitens Watertechnologie aan Haskoning Nederland B.V. (hierna te noemen Royal Haskoning) opdracht gegeven voor het uitvoeren van de 3^e fase Bronnenonderzoek Friesland.

1.2 Achtergronden

Door verzilting en een stijgende drinkwatervraag is de vergunningscapaciteit voor het winnen van grondwater in Friesland op de middenlange termijn (2020) ontoereikend. Om in dit tekort te voorzien wordt gezocht naar aanvullende vergunningscapaciteit. Het vergunningstekort bedraagt 8,0 Mm³/jaar. Om het tekort van 8 Mm³/jaar op te lossen worden min of meer gelijktijdig vijf sporen uitgewerkt. Eén van die sporen is het bronnenonderzoek Friesland. Hierin wordt gezocht naar een nieuwe locatie, of locaties binnen Friesland voor de winning van grondwater.

In het kader van dit onderzoek dienen de nieuwe winlocaties te voldoen aan de volgende randvoorwaarden:

- De winlocatie levert gedurende het jaar een vrijwel gelijkmatige waterkwaliteit. De kwaliteit van het op te pompen grondwater voldoet in ieder geval aan de streefwaarde voor chloride.
- De voorkeur voor de bronnen voor de uitbreiding van de drinkwatervoorziening is kwalitatief goed en zoet grondwater.

In de fasering bij de zoektocht naar geschikte locaties voor aanvullende grondwateronttrekking is in eerste instantie uitgegaan van een negatieve selectie. Vanuit deze selectie zijn gebieden en watervoerende pakketten aangewezen waar geen winning kan plaatsvinden. Bij de negatieve selectie is rekening gehouden met de volgende punten:

- Locatie dient meer dan 1 km verwijderd te zijn van grondwater met een chloridegehalte > 150 mg/l.
- De locatie dient meer dan 1 km verwijderd te zijn van industrieterreinen of stedelijk gebied.
- De locatie dient minstens 1 km verwijderd te zijn van VHR-gebieden (Vogel en Habitat Richtlijn).
- De locatie mag zich maximaal 10 km over de provinciegrens bevinden.
- De locatie dient minstens 1 km verwijderd te zijn van bestaande grondwater-beschermingsgebieden.
- Het gepompte pakket dient een doorlaatvermogen te hebben van minstens 1.000 m²/dag.

Het gebied dat niet uitgesloten wordt door de negatieve selectie is in potentie geschikt voor aanvullende grondwaterwinning. De bepaling van potentieel geschikte locaties vindt plaats aan de hand van een positieve selectie. Dit proces is onderverdeeld in de fasen 3A en 3B. Fase 3A heeft het karakter van een quick scan en resulteert in een globale aanduiding van potentieel gunstige locaties. Fase 3B betreft een nadere uitwerking van vijftien van de meest veelbelovende locaties.

1.3 Doel van het project

Het project is opgedeeld in twee fases: Fase 3A en Fase 3B.

De doelen voor fase 3A zijn:

- Selecteren van de 6 meest geschikte locaties voor een grondwaterwinning met een omvang van 2 Mm³/jaar nabij bestaande pompstations op de vaste wal van Friesland.
- Selecteren van de 4 meest geschikte locaties voor een grondwaterwinning met een omvang van 3 Mm³/jaar op de vaste wal van Friesland.
- Selecteren van de 2 meest geschikte locaties voor een grondwaterwinning met een omvang van 6 Mm³/jaar op de vaste wal van Friesland.

Het is mogelijk dat geschikte winningslocaties voor een winning van 3 Mm³/jaar samenvallen met die voor een winning van 6 Mm³/jaar.

Het doel voor fase 3B is:

- Uitwerken van de effecten van een winning op de geselecteerde kansrijke locaties. Het resultaat hiervan zal worden gebruikt om een keuze te maken voor voorkeurslocaties.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een beknopte beschrijving van het bij dit onderzoek gebruikte MIPWA-grondwatermodel. Hoofdstuk 3 gaat nader in op fase 3A uit het project. Dit deel van het onderzoek spitst zich toe op de bepaling van potentieel gunstige locaties. Er is hierbij onderscheid gemaakt in onttrekkingen van 2, 3 en 6 miljoen m³/jaar.

Hoofdstuk 4 heeft betrekking op fase 3B. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van het effect van de betrokken winningen op de omgeving. Bij de uitwerking is onderscheid gemaakt in primaire en afgeleide effecten. Uiteindelijk zijn de effecten van de winningen samengevat in een scoretabel.

Het hoofdstuk wordt afgesloten met een aantal kanttekeningen behorende bij de uitwerking.

Opmerking: buiten de scope van de bronnenstudie is een aantal berekeningen uitgevoerd aan de bestaande grondwaterwinningen van Oudega en Spannenburg. De berekeningsresultaten zijn in de vorm van figuren gepresenteerd in bijlage 4.

2 BESCHRIJVING MODELINSTRUMENTARIUM

Ten behoeve van de noodzakelijke hydrologische modelberekeningen voor het bronnenonderzoek wordt gebruik gemaakt van het zogenaamde MIPWA-grondwatermodel (Methodiekontwikkeling voor Interactieve Planvorming ten behoeve van Waterbeheer). Dit model is ontwikkeld in opdracht van een groot aantal waterpartners in Noord-Nederland. Vitens is één van de betrokken waterpartners. Het doel van het MIPWA-project was de ontwikkeling van een gedetailleerd, regionaal modelinstrumentarium dat als ondersteuning kon dienen bij de vaststelling van de GGOR (Gewenst Grond- en OppervlaktewaterRegime).

Het MIPWA instrumentarium bestaat uit de volgende componenten:

- Een grondwatermodel-referentiedatabase.
- Een Impuls-Respons database (IR).
- Een interactieve toepassingsomgeving genaamd IMOD.

De basisinformatie van het MIPWA grondwatermodel is bijeengebracht in een grondwatermodel referentiedatabase. Deze referentiedatabase heeft een resolutie van 25x25 m.

In het kader van dit project is gebruik gemaakt van versie 1.8 van het MIPWA-model. Het is de bedoeling dat deze versie, wanneer daar aanleiding toe is, wordt aangevuld met uitbreidingen en aanvullende informatie.

Om een snelle analyse mogelijk te maken van effecten van maatregelen, is de IR-database ontwikkeld. Deze database geeft een schatting van het werkelijke effect en is daarmee geschikt voor quick scans (deze aanpak zal worden gehanteerd in fase 3A van dit project). Om de exacte effecten van maatregelen te bepalen dient het model zelf te worden doorgerekend (fase 3B).

3 BEPALING POTENTIEEL GESCHIKTE LOKATIES (FASE 3A)

3.1 Algemeen

De doelen voor fase 3A zijn:

- Selecteren van de zes meest geschikte locaties voor een grondwaterwinning met een omvang van 2 Mm³/jaar nabij bestaande pompstations op de vaste wal van Friesland.
- Selecteren van de vier meest geschikte locaties voor een grondwaterwinning met een omvang van 3 Mm³/jaar op de vaste wal van Friesland.
- Selecteren van de twee meest geschikte locaties voor een grondwaterwinning met een omvang van 6 Mm³/jaar op de vaste wal van Friesland.

Bij de zoektocht naar geschikte locaties is in eerste instantie rekening gehouden met de resultaten van een negatieve selectie (zie paragraaf 1.2). Het resterende gebied (de overblijvende zoekruimte) dat potentieel geschikt is voor aanvullende waterwinning, is ons door Vitens bij aanvang van het project ter beschikking gesteld.

Bij de uitwerking van de doelen is gebruik gemaakt van de door TNO vervaardigde IR database maatregelen voor de 'Wandelende Winning' in Friesland (21 augustus 2007). De genoemde database bevat resultaten voor winningen van respectievelijk 1, 5 en 6 miljoen m³/jaar. De winningen bevinden zich, afhankelijk van de betrokken locatie, in verschillende watervoerende pakketten. De windebieten verschillen van de door Vitens gewenste waterwinningen (2, 3 en 6 miljoen m³/jaar). Aan de hand van vermenigvuldigingsfactoren zullen de effecten voor 2, 3 en 6 miljoen m³/jaar worden afgeleid uit de IR-database voor winningen van respectievelijk 1, 5 en 6 miljoen m³/jaar. Door Royal Haskoning is een 'tool' ontwikkeld om de opgeleverde IR-database zo efficiënt mogelijk te bevragen.

Randvoorwaarde

Aanvullend op de eerder genoemde uitgangspunten ter bepaling van de zoekruimte stelt Vitens als randvoorwaarde dat de grondwaterstand in de EHS (Ecologische HoofdStructuur) en in Natura 2000 gebieden (in het vervolg aangeduid met: 'natuurgebied') niet meer dan 5 cm dalen als gevolg van de winning. Deze randvoorwaarde zorgt ervoor dat de eerder beschreven zoekruimte verder wordt ingeperkt.

Aanvullend stelt Vitens dat, in het geval van een winning van 2 Mm³/jaar, de winningslocatie niet meer dan 5 km verwijderd mag zijn van een zuiveringsgebouw. Voor grotere winningshoeveelheden geldt deze voorwaarde niet.

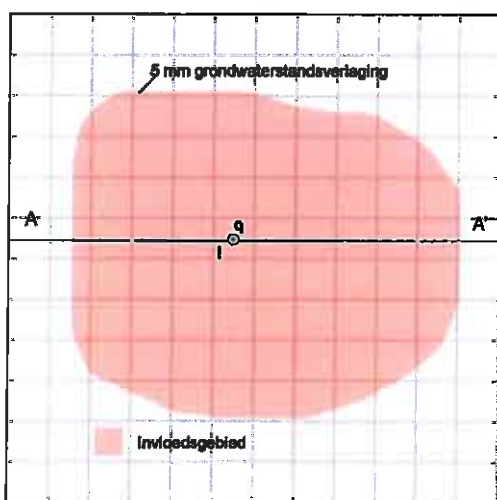
Bij de zoektocht naar geschikte locaties wordt gewerkt met een gridgrootte van het grondwatermodel van 1x1 km. Dit betekent dat elke vierkante kilometer afzonderlijk wordt beoordeeld op bruikbaarheid voor het 'huisvesten' van een winning.

Aanvullend zijn voor elke locatie de volgende variabelen bepaald:

- De grootte van het invloedsgebied (begrensd door de lijn met 5 mm grondwaterstandsverlaging). Afbeelding 3.1 toont het invloedsgebied voor een willekeurige gridcel.

- De verlagingskuubs (in het gebied met meer dan 5 mm grondwaterstandsverlaging). Het aantal verlagingskuubs voor een winning in een bepaalde gridcel kan worden berekend door, binnen het invloedsgebied, de grondwaterstandsverlaging per gridcel te vermenigvuldigen met de oppervlakte per gridcel. De sommatie van al deze bijdragen per gridcel binnen het invloedsgebied levert het aantal verlagingskuubs
- De oppervlakte van het natuurgebied met grondwaterstandsverlaging groter dan 5 cm.

Afbeelding 3.1 Invloedsgebied voor cel I bij winning Q



Opmerking: In de I/R-database zijn berekeningsresultaten opgenomen van de beïnvloeding van de GHG en de GLG (Gemiddeld Hoogste/Laagste Grondwaterstand). In overleg met Vitens is besloten 'de' grondwaterstand gelijk te stellen aan de gemiddelde waarde van de GHG en GLG.

Onderstaande paragrafen gaan elk in op een verschillend onttrekkingsdebiet. Vanuit hydrologisch perspectief zijn winningen die leiden tot de minste verlagingskuubs, het waard om nader te worden beschouwd.

3.2 Onttrekkingen 2 Mm³/jaar

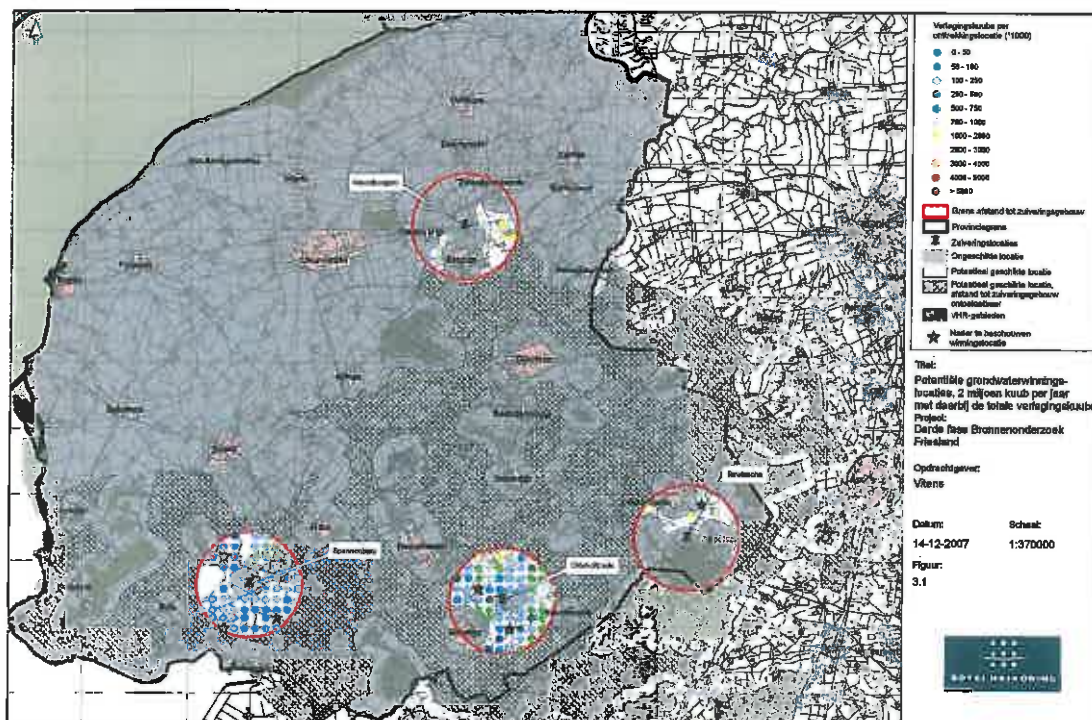
3.2.1 Resultaten I/R database

De resultaten voor een winning van 2 miljoen m³/jaar zijn afgeleid uit de I/R-database door de hierin opgenomen uitkomsten voor een winning van 1 miljoen m³/jaar te vermenigvuldigen met 2. In totaal zijn er meer dan honderd gridcellen van 1.000 x 1.000 m die aan alle gestelde eisen voldoen. De in een meer gelegen cellen vallen af als winningslocatie. De geschikte gridcellen zijn in afbeelding 3.2 weergegeven als kleine gekleurde cirkels. De locatie van de cirkel komt overeen met de geschikte gridcel; de kleur van de cirkel is een maat voor het aantal betrokken verlagingskuubs (blauwe cirkels zijn relatief gunstig; gele/bruine cirkels leiden tot relatief veel verlagingskuubs en zijn daardoor minder gunstig). Wanneer een gebied binnen de cirkel wit is weergegeven betekent dit dat de locatie ofwel in een meer gelegen is, of dat een winning te grote grondwaterstandsvaling in een natuurgebied ten gevolge heeft.

De resultaten zijn eveneens opgenomen in tabelvorm opgenomen in bijlage 2. Er is voor gekozen de 'top 10' van de goed scorende gridcellen in elk van de vier gebieden rondom zuiveringslocaties weer te geven.

De in de tabel opgenomen gridcellen hebben gemeen dat een winning van 2 miljoen m³/jaar in deze cellen niet leidt tot grondwaterstandsverlagingen groter dan 5 cm in natuurgebieden. Als beste wordt de cel beschouwd met de minste verlagingsskuubs. In de tabel zijn, voor de aangegeven gridcellen, de volgende variabelen weergegeven: invloedsgebied, verlagingsskuubs en oppervlakte van het natuurgebied met grondwaterstandsverlaging groter dan 5 cm.

Afbeelding 3.2 Overzicht berekende verlagingsskuubs, winning 2 miljoen m³/jaar



3.2.2 Geschikte locaties winning vanuit hydrologisch perspectief

De gepresenteerde resultaten geven aan dat geschikte winningslocaties voorkomen in een gebied met een straal van 5 km rondom de zuiveringsgebouwen van Noardburgum, Spannenburg, Oldeholtgade en Terwisscha.

Als een gering aantal verlagingsskuubs als uitgangspunt wordt genomen, bieden de locaties nabij Spannenburg en Oldeholtgade echter de meeste mogelijkheden. Voor wat betreft Spannenburg bieden met name de locaties ten noordwesten (ten noorden van het Slotermeer) en ten zuidoosten van het zuiveringsgebouw perspectief. In onderstaand kader is nader ingegaan op de uit de I/R database verkregen resultaten. Voor wat betreft Oldeholtgade zijn het de locaties nabij Oldeholtwolde en de Lindevaallei die goede mogelijkheden lijken te bieden.

De mogelijkheden nabij zuiveringsgebouw Noardburgum zijn aanwezig, maar beperkter in omvang en leiden tot meer verlagingsskuubs. Daarnaast is bekend dat grondwaterwinning op deze locatie te maken heeft met relatief hoge chlorideconcentraties in het opgepompte water. Verdere vergroting van de grondwaterwinning te Noordburgum houdt een potentieel risico in van een toekomstig

hogere chlorideconcentratie. Om deze reden is winningslocatie Noordbergum niet verder uitgewerkt als locatie voor aanvullende grondwaterwinning.

In de omgeving van zuiveringsgebouw Terwisscha zijn de mogelijkheden beperkt. De gunstige uitzonderingen bevinden zich nabij Fochtelo en Buttinga (ten westen van Oosterwolde).

Potentiële winningslocaties waar een grondwaterwinning van 2 miljoen m³/jaar relatief weinig verlagingskuubs ten gevolge heeft, zijn weergegeven in onderstaand kader.

Resultaten I/R database

Winningslocaties met relatief beperkt aantal verlagingskuubs bij een winning van 2 miljoen m³/jaar

Noordzijde Slotermeer: onttrekking vindt plaats uit vijfde pakket; kD5 = 4.000 m²/dag. De hydraulische weerstand boven dit pakket bedraagt circa 800 dagen. De diepte van het vijfde pakket is 55-100 beneden MV. Het pakket vormt een geheel met het zesde pakket.

Zuidoosten van zuiveringsgebouw Spannenburg: winning vindt plaats uit vierde pakket; kD4 = 300 m²/dag. De hydraulische weerstand boven dit pakket bedraagt circa 9.000 dagen. De diepte van dit vierde pakket is 20-50 m beneden maaiveld. Het pakket vormt een geheel met onderliggend vijfde pakket; kD5 ter plaatse is circa 2.800 m²/dag.

Zuidwesten van zuiveringsgebouw Spannenburg: winning vindt plaats uit het vierde pakket; kD4 = 290 m²/dag. De hydraulische weerstand boven dit pakket bedraagt circa 3.200 dagen. De diepteligging van dit vierde pakket is 20-50 m beneden maaiveld. Het pakket vormt een geheel met onderliggend vijfde pakket; kD5 ter plaatse is circa 3.400 m²/dag.

Oldeholtwolde: winning is geplaatst in het tweede pakket; kD2 = 35 m²/dag. De top van dit pakket ligt 1 m beneden maaiveld. De weerstandsbiedende laag boven dit tweede watervoerend pakket heeft een weerstand van circa 80 dagen. Het tweede pakket vormt een geheel met het derde tot en met zesde pakket. De totale kD van deze pakketten bedraagt circa 10.000 m²/dag.

Lindevallei: winning is geplaatst in het tweede en derde pakket. De top van laag 2 ligt circa 1 meter beneden maaiveld. De totale hydraulische weerstand boven deze pakketten bedraagt circa 300 dagen. De pakketten vormen een geheel met het vierde tot en met zesde watervoerende pakket. De totale kD van deze pakketten bedraagt (volgens MIPWA) circa 30.000 m²/dag*.

* Deze getalswaarde is niet realistisch. Naar verwachting zal deze waarde in werkelijkheid beduidend lager zijn.

De winningen uit de I/R database zijn in sommige gevallen geplaatst in ondiep gelegen watervoerende pakketten. Dit zal leiden tot de onttrekking van relatief veel water uit het topsysteem met een variërende kwaliteit. In de praktijk verdient een dieper gelegen winning de voorkeur.

Zes locaties worden nader uitgewerkt in fase 3B. Aanvullend is besloten om naast de voor de hand liggende locaties rond Spannenburg en Oldeholtgade, eveneens een locatie uit te werken welke nabij Terwisscha gelegen is. De reden hiervoor is dat het vermoeden bestaat dat Terwisscha meer perspectief biedt dan uit afbeelding 3.2 zou blijken. Onderstaand kader toont de bodemopbouw nabij Terwisscha.

Noordoosten van Terwisscha: onttrekking vindt plaats uit vijfde pakket; $kD5 = 4.600 \text{ m}^2/\text{dag}$. Dit pakket vormt een geheel met het vierde en zesde pakket. De diepte van het vijfde pakket is 50-90 m beneden MV.

Besloten is de volgende zes locaties nader uit te werken:

- Drie locaties in de nabijheid van zuiveringsstation Spannenburg. Deze nader uit te werken locaties zijn met een zwarte ster aangegeven in afbeelding 3.2.
- Twee locaties in de nabijheid van zuiveringsstation Oldeholtgade. Beide locaties zijn aangegeven in afbeelding 3.2.
- Eén locatie nabij zuiveringsstation Terwisscha (zie afbeelding 3.2).

3.2.3 Beschrijving nader uit te werken winningslocaties

De selectie van de door te rekenen winningslocaties is gebaseerd op de bodemopbouw in de omgeving van de zuiveringsstations en de diepte van de watervoerende pakketten. In het navolgende treft u een beschrijving aan van de potentiële winningslocaties.

Omgeving Spannenburg

Locatie linksboven in de cirkel (locatie S2/1): onttrekkingslocatie 3662 ($x=173.375$, $y=550.375$), target aquifer uit I/R database is **vijfde pakket**, $kD5 = 3.700 \text{ m}^2/\text{dag}$; diepte: NAP -57- -114 m. Advies: dit aanhouden.

Locatie linksonder in de cirkel (locatie S2/2): target aquifer uit I/R database is vierde pakket ($kD4 = 300 \text{ m}^2/\text{dag}$; diepte: NAP -20- -45 m). Onttrekkingslocatie 4439 ($x=173.375$, $y=543.625$), Voorstel: winning plaatsen in **vijfde pakket** ($kD5 = 4.000 \text{ m}^2/\text{dag}$; diepte: NAP -45 - -110 m).

Locatie rechtsonder in de cirkel (locatie S2/3): onttrekkingslocatie 4332 ($x=178.375$, $y=544.625$), target aquifer uit I/R database is vierde pakket ($kD4 = 135 \text{ m}^2/\text{dag}$; diepte: NAP -38- -49 m). Voorstel: winning plaatsen in **vijfde pakket** ($kD5 = 2.400 \text{ m}^2/\text{dag}$; diepte: NAP -49 - -112 m).

Omgeving Oldeholtgade

Noordelijke locatie in cirkel (locatie O2/1): onttrekkingslocatie 4466 ($x=200.375$, $y=543.625$), target aquifer uit I/R database is derde pakket (zeer ondiep gelegen en klein doorlaatvermogen). Voorstel is een dieper pakket aanhouden, bijvoorbeeld het **vijfde pakket**. Het vijfde pakket vormt een geheel met het derde en vierde pakket en bevindt zich op NAP -37 - -86 m. Volgens MIPWA is de waarde van $kD5$ gelijk aan $32.000 \text{ m}^2/\text{dag}$.

Opmerking: deze hoge kD is zeer onwaarschijnlijk. In overleg met Vitens is besloten om de extreem hoge doorlaatvermogens ($kD5 > 20.000 \text{ m}^2/\text{dag}$) in de omgeving van Oldeholtgade te vervangen door $kD5 = 3.500 \text{ m}^2/\text{dag}$.

Zuidelijke locatie in cirkel (locatie O2/2): onttrekkingslocatie 4017 ($x=197.375$, $y=547.375$), target aquifer uit I/R database is tweede pakket; dit pakket is echter zeer ondiep gelegen (direct onder maaiveld). Voorstel: winning plaatsen in **vijfde pakket** ($kD5 = 7.300 \text{ m}^2/\text{dag}$; diepte: NAP -35 - -77 m. Overigens biedt het zesde pakket ($kD6 = 2.000 \text{ m}^2/\text{dag}$) eveneens mogelijkheden voor grondwaterwinning (diepte NAP -77 - -132m).

Omgeving Terwisscha

Target aquifer (volgens I/R database) voor de aangegeven locatie (locatie T2/1) is het vierde pakket, onttrekkingslocatie 3155 (x=218.375, y=555.375). Voorstel: **vijfde pakket** (kD5 = 4.600 m²/dag) aanhouden; diepte: NAP -50 - -90 m.

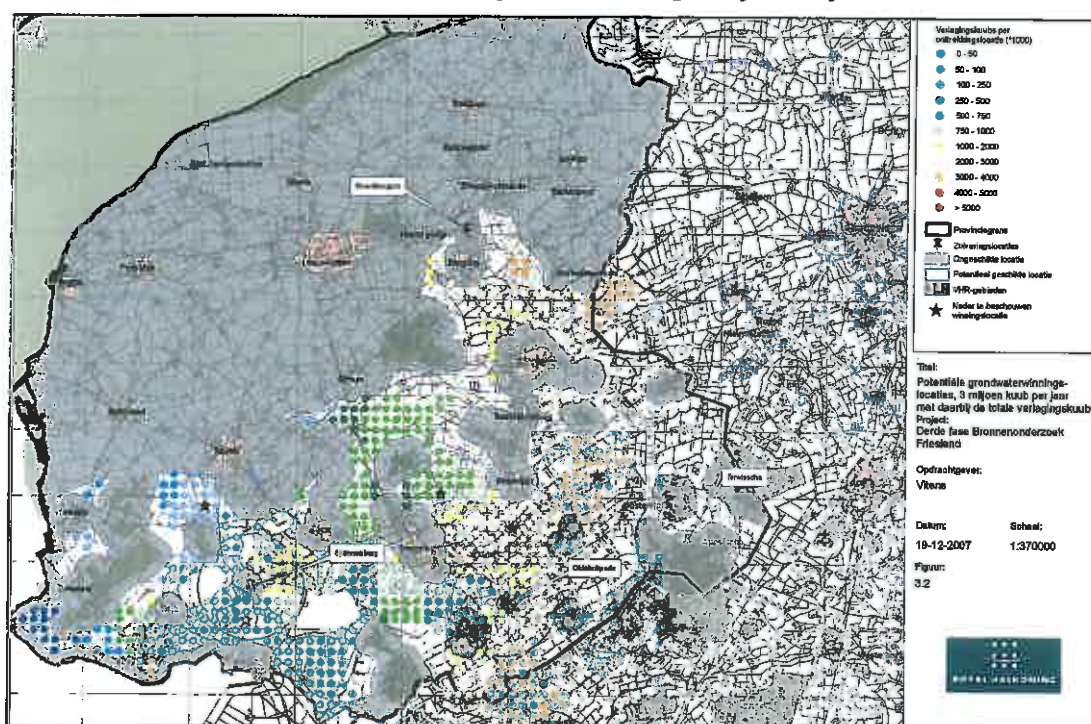
3.3 Onttrekkingen 3 Mm³/jaar

3.3.1 Resultaten I/R database

De resultaten voor een winning van 3 miljoen m³/jaar zijn afgeleid uit de I/R-database door de hierin opgenomen uitkomsten voor een winning van 5 miljoen m³/jaar te vermenigvuldigen met 0,6. Bij deze winningshoeveelheid wordt het gehele zoekgebied beschouwd.

Er zijn vele honderden gridcellen van 1.000 x 1.000 m die aan alle gestelde eisen voldoen. De geschikte gridcellen zijn in afbeelding 3.3 weergegeven.

Afbeelding 3.3 Overzicht berekende verlagingskuubs, winning 3 miljoen m³/jaar



3.3.2 Geschikte locaties winning vanuit hydrologisch perspectief

De gepresenteerde resultaten geven aan dat de bij dit debiet geschikte winningslocaties vooral voorkomen in de zuidwestelijke hoek van Friesland. De cellen met de kleinste aantallen verlagingskuubs (blauw) bevinden zich nabij Warns en in de omgeving van Lemmer. Ook het gebied enkele kilometers ten zuidwesten van Sneek wordt als geschikt aangemerkt. Locaties die leiden tot een iets groter aantal verlagingskuubs (groen) bevinden zich ten westen van Balk en in een uitgestrekt gebied rondom Heerenveen. Het oostelijk en zuidoostelijk gedeelte van de provincie levert locaties op die weliswaar voldoen aan de gestelde criteria, maar die leiden tot een relatief groot aantal verlagingskuubs. Potentiële winningslocaties buiten de provinciegrens leiden tot

relatief grote hoeveelheden verlagingskuubs. Aan de westzijde van Steenwijk bevinden zich enkele gridcellen die leiden tot relatief weinig verlagingskuubs (geel/groen).

Potentiële winningslocaties waar een grondwaterwinning van 3 miljoen m³/jaar relatief weinig verlagingskuubs ten gevolge heeft, zijn weergegeven in onderstaand kader.

Resultaten I/R database

Winningslocaties met relatief beperkt aantal verlagingskuubs bij een winning van 3 miljoen m³/jaar

Warns: de winning is geplaatst in het zevende watervoerend pakket; kD7 = 800 m²/dag. Dit pakket bevindt zich tussen 250 en 430 m beneden maaiveld. De weerstandsbiedende laag boven dit pakket heeft een grote weerstand, waardoor het geen geheel vormt met het zesde pakket. Het doorlaatvermogen van het ondieper gelegen zesde watervoerend pakket bedraagt circa 27.000 m²/dag*.

Omgeving Lemmer: de winning is geplaatst in het zevende watervoerend pakket (**); kD7 = 3.500 m²/dag. Dit pakket bevindt zich op 225-385 m diepte beneden maaiveld. De bovengelige weerstandsbiedende laag (c6) heeft een weerstand van 26000 dagen.

Zuidwesten van Sneek: winning bevindt zich in het zevende pakket; kD7 = 935 m²/dag. De c6 bedraagt circa 18.000 dagen. Hierdoor vormt dit pakket geen geheel met het zesde pakket. De kD6 bedraagt circa 20.000 m²/dag*.

Westen van Balk: de winningslocaties met de minste verlagingskuubs bevinden zich in het vijfde of zesde watervoerend pakket. Deze pakketten met kD5 = 3.000 m²/dag en kD6 = 8.500 m²/dag liggen op respectievelijk 50-110 m en 110-190 m diepte beneden maaiveld.

*: Deze getalswaarden zijn niet realistisch. Naar verwachting zal deze waarde in werkelijkheid beduidend lager zijn.

**: Winning op deze diepte is niet reëel; op deze wijze is de kans groot op het aantrekken van relatief zout grondwater

In sommige gevallen geeft de I/R database resultaten voor winningen in zeer diep gelegen watervoerende pakketten. Dit leidt weliswaar tot een relatief geringe grondwaterstandverlaging, maar is in de praktijk minder aantrekkelijk.

Vier locaties worden nader uitgewerkt in fase 3B. Besloten is om de locaties te zoeken in de volgende gebieden:

- Ten zuidwesten van Sneek, omgeving Osingahuizen (motivatie: beperkte hydrologische effecten, weinig verlagingskuubs).
- Ten noordwesten van Lemmer, omgeving Sloten (motivatie: beperkte hydrologische effecten, weinig verlagingskuubs).
- Ten oosten van Heerenveen (motivatie: gebiedskennis wijst op watervoerende pakketten met hoog doorlaatvermogen; er is ter plekke sprake van wateroverschot).
- Ten noordwesten van Oosterwolde, omgeving Hoornsterzwaag (motivatie: gebiedskennis wijst op watervoerende pakketten met hoog doorlaatvermogen).

Om de meest optimale winningslocatie in deze vier gebieden te bepalen, is voor elk van deze gebieden een 'top10' vastgesteld. Ook is er rekening mee gehouden dat twee van deze locaties ook zullen worden doorgerekend met een debiet van 6 miljoen m³/jaar. De onttrekkingspakketten voor het laatstgenoemde debiet zijn in de I/R database anders dan voor een debiet van 3 miljoen m³/jaar. Om tot een eenduidig resultaat te komen zijn

de onttrekkingspakketten behorende bij een debiet van 6 miljoen m³/jaar aangehouden (de onttrekkingspakketten behorende bij een debiet van 3 miljoen m³/jaar zijn vaak zeer diep gelegen).

De top10 voor de vier aangegeven gebieden is weergegeven in tabelvorm in bijlage 2.

3.3.3 Beschrijving nader uit te werken winningslocaties

De aan te houden locaties zijn tot stand gekozen door rekening te houden met de inzichten van Vitens en Provincie Fryslân, maar ook door rekening te houden met de afstand tot natuurgebieden en het voorkomen van zout grondwater. Op basis hiervan is besloten de volgende vier locaties aan te houden:

- Osingahuizen: onttrekkingslocatie 2830 (x=171.375, y=555.375). Target aquifer uit I/R database is zevende pakket; dit pakket ligt echter zeer diep (dieper dan 400 m). Voorstel: winning plaatsen in **vijfde pakket** (kD5 = 3.000 m²/dag; diepte: NAP -46 - -110 m). De pakketten 4-6 vormen een geheel.
- Sloten: onttrekkingslocatie 3312 (x=175.375, y=544.625). Deze locatie wordt eveneens aangehouden voor een mogelijke winning van 6 miljoen m³/jaar. Target aquifer uit I/R database is vierde pakket. Vanwege de ondiepe ligging wordt voorgesteld het **vijfde pakket** aan te houden (kD5 = 1.700 m²/dag; diepte NAP -50 - -113 m). Het vierde tot en met het zesde pakket vormen een geheel.
- Heerenveen oost: onttrekkingslocatie 2999 (x=200.375, y=553.375). Deze locatie wordt eveneens aangehouden voor een mogelijke winning van 6 miljoen m³/jaar. Target aquifer uit I/R database is derde pakket. Vanwege de ondiepe ligging wordt voorgesteld het **vijfde pakket** aan te houden (kD5 = 2.600 m²/dag; diepte NAP -31 - -101 m). Het derde tot en met het zesde pakket vormen een geheel.
- Hoonsterzwaag: onttrekkingslocatie 2648 (x=208.375, y=558.375). Target aquifer uit I/R database is zesde pakket (kD6 = 550 m²/dag; diepte NAP -119 - -161m). Vanwege de diepe ligging en beperkte kD wordt voorgesteld het **vijfde pakket** aan te houden (kD5 = 1.900 m²/dag; diepte NAP -36 - -116 m).

Opmerking: bovengenoemde onttrekkingslocaties zijn alle weergegeven in afbeelding 3.3 en zijn gemarkeerd met een zwarte ster. De betrokken locaties zijn doorgaans enkele kilometers verwijderd van de 'top 10-locaties', zoals opgenomen in bijlage 2. De verklaring hiervoor is dat bij de uiteindelijke locatiekeuze locaties aangehouden zijn die omgeven worden door een gebied met vergelijkbare hydrologische eigenschappen. De top-10 locaties liggen hier van soms min of meer geïsoleerd.

Aanvullend is een winningslocatie doorgerekend in het 4^e en 5^e Veendistrict (motivatie: gebiedskennis geeft aan dat sprake is van watervoerend pakket met goed doorlaatvermogen; tevens is lokaal sprake van wateroverschot). Onderstaand wordt een beschrijving gegeven van de bodemopbouw ter plekke:

- 4^e en 5^e Veendistrict: onttrekkingslocatie 45 (x=193.590, y=556.580). Target aquifer uit I/R database is zesde pakket (kD6 = 3700 m²/dag; diepte NAP -75 - -155 m). Voorgesteld wordt het **vijfde pakket** aan te houden (kD5 = 3.050 m²/dag; diepte NAP -35 - -75 m). Deze locatie is aangegeven in afbeelding 3.3 met een zwarte ster.

In totaal is derhalve sprake van vijf door te rekenen winningen met een debiet van 3 miljoen m³/jaar.

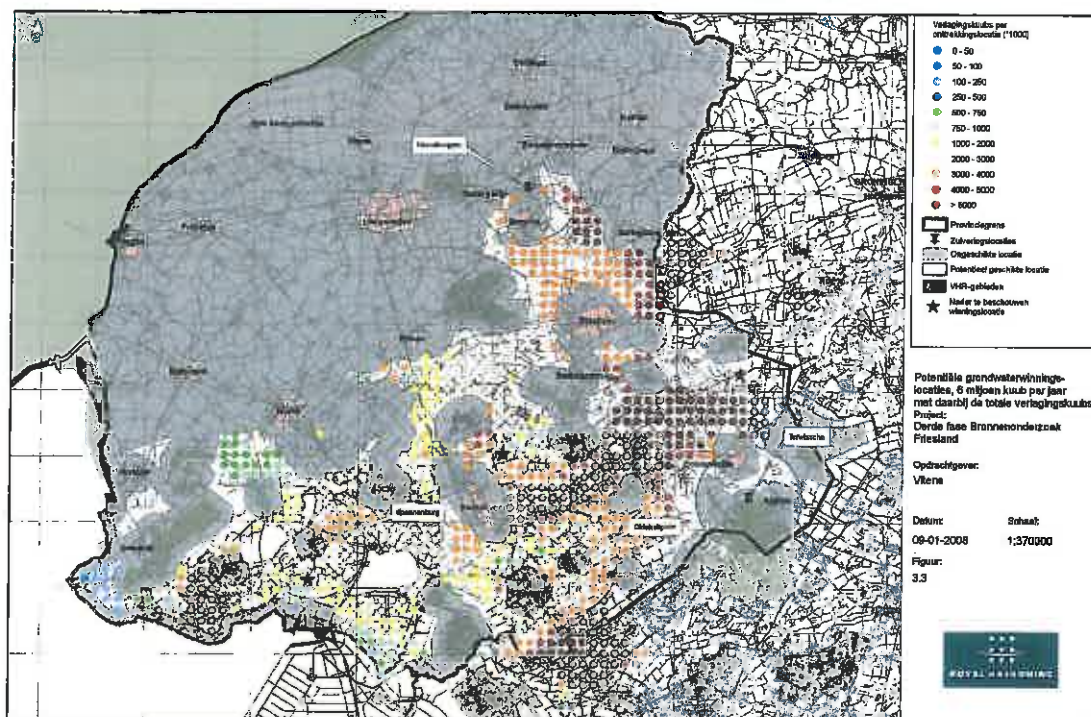
3.4 Onttrekkingen 6 Mm³/jaar

3.4.1 Resultaten I/R database

De resultaten voor een winning van 6 miljoen m³/jaar zijn ontleend aan de I/R-database. Bij deze winningshoeveelheid is het gehele zoekgebied beschouwd.

Er zijn vele honderden gridcellen van 1.000 x 1.000 m die aan alle gestelde eisen voldoen. De geschikte gridcellen zijn in afbeelding 3.4 weergegeven.

Afbeelding 3.4 Overzicht berekende verlagingskuubs, winning 6 miljoen m³/jaar



3.4.2 Geschikte locaties winning vanuit hydrologisch perspectief

De afbeelding laat zien dat het grootste gedeelte van het zoekgebied volgens de gestelde criteria geschikt is voor het huisvesten van een winning van 6 miljoen m³/jaar. De gepresenteerde resultaten geven aan dat geschikte winningslocaties met weinig verlagingskuubs voorkomen in een relatief klein gebied ten zuidwesten van Koudum. Iets minder gunstig is het gebied enkele kilometers ten zuidwesten van Sneek, ten zuidoosten van Lemmer en enkele kilometers ten noorden van Wolvega (groen). Potentiële winningslocaties waar een grondwaterwinning van 6 miljoen m³/jaar relatief weinig verlagingskuubs ten gevolge heeft, zijn weergegeven in onderstaand kader.

Resultaten I/R database

Winningslocaties met relatief beperkt aantal verlagingskuubs bij een winning van 6 miljoen m³/jaar

Zuidwesten van Koudum: de winning is geplaatst in het derde watervoerend pakket; $kD3 = 18 \text{ m}^2/\text{dag}$. Dit pakket bevindt zich tussen 29-32 m beneden maaiveld. Het pakket vormt echter een geheel met het vierde en vijfde watervoerend pakket. Het doorlaatvermogen van deze drie pakketten bedraagt ter plaatse circa 27.000 m²/dag.

Zuidwesten van Sneek: de winning vindt plaats uit het vierde pakket (diepte: 25-50 m beneden maaiveld); $kD4 = 490 \text{ m}^2/\text{dag}$. De bovengelegen scheidende laag c3 heeft een weerstand van circa 2000 dagen. Door het plaatselijk ontbreken van een aantal scheidende lagen vormt dit pakket een geheel met het vijfde en zesde pakket. Het gezamenlijke doorlaatvermogen van deze pakketten bedraagt circa 18.000 m²/dag.

Zuidoosten van Lemmer: de beschouwde winning bevindt zich in het vierde pakket (diepte: 20-35 m beneden maaiveld); $kD4 = 470 \text{ m}^2/\text{dag}$. Plaatselijk ontbreken een aantal scheidende lagen. Samen met de ondergelegen pakketten vijf (diepte: 35-110 m beneden maaiveld) en zes (diepte: 110-150 m beneden maaiveld) ontstaat een watervoerend pakket met een doorlaatvermogen van circa 19.000 m²/dag.

Noorden van Wolvega: de winning is geplaatst in het tweede en derde pakket (enkele meters beneden maaiveld); $kD2 = 11 \text{ m}^2/\text{dag}$. Het pakket vormt een geheel tot en met de onderkant van het zesde pakket. Hierdoor wordt een pakket gevormd met een totaal doorlaatvermogen van 5.000 m²/dag. De onderkant van het zesde pakket bevindt zich op circa 140 m beneden maaiveld.

Het oostelijk en zuidoostelijk gedeelte van de provincie levert locaties op die weliswaar voldoen aan de gestelde criteria, maar die leiden tot een relatief groot aantal verlagingskuubs. Potentiële winningslocaties buiten de provinciegrens leiden tot relatief weinig locaties met grote hoeveelheden verlagingskuubs. Aan de westzijde van Steenwijk bevinden zich enkele gridcellen die leiden tot relatief weinig verlagingskuubs (geel/groen).

De in het kader toegelichte winningen zijn in sommige gevallen geplaatst in zeer ondiep gelegen pakketten. Op de beschreven locaties vormen deze pakketten steeds een geheel met onderliggende watervoerende pakketten. In de praktijk zal gekozen worden voor het plaatsen van een filter in een dieper gelegen pakket.

Twee locaties worden nader uitgewerkt in fase 3B. Besloten is om de locaties te zoeken in de volgende gebieden:

- Ten noordwesten van Lemmer, omgeving Sloten (motivatie: beperkte hydrologische effecten, weinig verlagingskuubs).
- Ten oosten van Heerenveen (motivatie: gebiedskennis wijst op watervoerende pakketten met hoog doorlaatvermogen; er is ter plekke sprake van wateroverschot).

Om de meest optimale winningslocatie in deze twee gebieden te bepalen, is voor elk van deze gebieden een 'top10' vastgesteld. De top10 voor de twee aangegeven gebieden is weergegeven in tabelvorm in bijlage 2.

3.4.3 Beschrijving nader uit te werken winningslocaties

De aan te houden locaties zijn tot stand gekomen door rekening te houden met de inzichten van Vitens en de Provincie Fryslân, maar ook door rekening te houden met de afstand tot natuurgebieden en het voorkomen van zout grondwater. Op basis hiervan is besloten de volgende twee locaties aan te houden:

- Sloten: onttrekkingslocatie 3312 (zie afbeelding 3.4, markering met zwarte ster, $x=175.375$, $y=544.625$). Deze locatie wordt eveneens aangehouden voor een mogelijke winning van 3 miljoen m^3 /jaar. Target aquifer uit I/R database is vierde pakket. Vanwege de ondiepe ligging wordt voorgesteld het **vijfde pakket** aan te houden ($kD5 = 1.700 m^2$ /dag; diepte NAP -50 - -113 m). Het vierde tot en met het zesde pakket vormen een geheel.
- Heerenveen oost: onttrekkingslocatie 2999 (zie afbeelding 3.4, markering met zwarte ster, $x=200.375$, $y=553.375$). Deze locatie wordt eveneens aangehouden voor een mogelijke winning van 3 miljoen m^3 /jaar. Target aquifer uit I/R database is derde pakket. Vanwege de ondiepe ligging wordt voorgesteld het **vijfde pakket** aan te houden ($kD5 = 2.600 m^2$ /dag; diepte NAP -31 - -101 m). Het derde tot en met het zesde pakket vormen een geheel.

Aanvullend zijn nog twee extra winningslocaties doorgerekend:

- Winningslocatie in het 4^e en 5^e Veendistrict (motivatie: gebiedskennis geeft aan dat sprake is van watervoerend pakket met goed doorlaatvermogen; tevens is lokaal sprake van wateroverschot).
- Winningslocatie ten noorden van Oosterwolde/ ten oosten van Beetsterzwaag. Deze locatie wordt verder aangeduid als locatie Waskemeer (motivatie: gebiedskennis geeft aan dat sprake is van watervoerend pakket met goed doorlaatvermogen; tevens is lokaal sprake van wateroverschot).

Beide winningslocaties zijn in afbeelding 3.4 weergegeven en zijn gemarkeerd met een zwarte ster.

Onderstaand wordt een beschrijving gegeven van de bodemopbouw ter plekke:

- 4^e en 5^e Veendistrict: onttrekkingslocatie 45 ($x=193.590$, $y=556.580$). Target aquifer uit I/R database is zesde pakket ($kD6 = 3700 m^2$ /dag; diepte NAP -75 - -155 m). Voorgesteld wordt het **vijfde pakket** aan te houden ($kD5 = 3.050 m^2$ /dag; diepte NAP -35 - -75 m).
- Waskemeer: onttrekkingslocatie 66 ($x=216.020$, $y=564.102$). Op deze locatie zijn (in de bovenste 125-150 m) geen watervoerende pakketten van voldoende doorlaatvermogen aanwezig voor grondwateronttrekking. Ten behoeve van de berekening is de winning geplaatst in het **vijfde pakket**.

In totaal is derhalve sprake van vier door te rekenen winningen met een debiet van 6 miljoen m^3 /jaar.

3.5 Samenvatting resultaten aan de hand van I/R database

In het voorgaande zijn de resultaten beschreven van een bepaling van potentieel geschikte locaties voor winning van respectievelijk 2, 3 en 6 miljoen m^3 /jaar. Uit de

resultaten blijkt dat er, afgaande op de gegevens uit de I/R-database, veel potentieel geschikte locaties zijn die aan alle criteria en randvoorwaarden voldoen.

Berekeningsresultaten uit de I/R database blijken regelmatig betrekking te hebben op winningen in zeer ondiep gelegen watervoerende pakketten. In de beschouwde gevallen vormde het ondiep gelegen pakket steeds een geheel met dieper gelegen watervoerende pakketten, waardoor op de betrokken locaties steeds sprake was van voldoende doorlaatvermogen. In de praktijk zal een filter niet op 10-20 m diepte geplaatst worden, maar op grotere diepte. Hiermee wordt voorkomen dat veel water onttrokken wordt uit het direct daarboven gelegen topsysteem.

In andere gevallen refereren berekeningsresultaten uit de I/R database aan winningen in het diepste zevende watervoerende pakket. In de praktijk zal dit waarschijnlijk niet haalbaar zijn.

Na beschouwingen van de beschikbare resultaten uit de I/R database en rekening houdend met het strategisch karakter van bepaalde locaties is besloten de onderstaande locaties verder uit te werken in fase 3B. Voor elk winningsdebiet is een tabel opgenomen.

Elke winningslocatie is in deze tabel voorzien van een code, type Xa/b.

Verklaring code: X is de eerste letter plaatsnaam, a is debiet (a miljoen m³/jaar) en b heeft betrekking op de volgorde van de winningslocatie binnen de aangegeven plaats.

Tabel 3.1 Nader uit te werken winlocaties, winning 2 miljoen m³/jaar

Code	x-coördinaat	y-coördinaat	Onttrekkings- locatie	Pakket	kD (m ² /dag)	Diepte (m beneden NAP)
Spannenburg						
S2/1	173375	550375	3662	5	3700	57-114
S2/2	173375	543625	4439	5	4000	45-110
S2/3	178375	544625	4332	5	2400	49-112
Oldeholtspade						
O2/1	200375	543625	4466	5	3500 (*)	37-86
O2/2	197375	547375	4017	5	7300	35-77
Terwisscha						
T2/1	218375	555375	3155	5	4600	48-91

Toelichting

(*): aangepaste waarde. Binnen MIPWA bedroeg de waarde 32.000 m²/dag.

Tabel 3.2 Nader uit te werken winlocaties, winning 3 miljoen m³/jaar

x-coördinaat	y-coördinaat	Onttrekkings- locatie	Pakket	kD (m ² /dag)	Diepte (m beneden NAP)
Osingahuizen					
171375	555375	2830	5	3000	46-110
Sloten					
175375	544625	3312	5	1700	50-113
Heerenveen oost					
200375	553375	2999	5	2600	31-101
Hoonsterzwaag					
208375	558375	2648	5	1900	36-116
4^e en 5^e Veendistrict					
193590	556580	45 *	5	3000	35-75

Tabel 3.3 Nader uit te werken winlocaties, winning 6 miljoen m³/jaar

x-coördinaat	y-coördinaat	Onttrekkings- locatie	Pakket	kD (m ² /dag)	Diepte (m beneden NAP)
Sloten					
175375	544625	3312	5	1700	50-113
Heerenveen oost					
200375	553375	2652	5	2600	31-101
4^e en 5^e Veendistrict					
193590	556580	45 *	5	3000	35-75
Waskemeer					
216020	564105	66 *	5	Circa 400	

Toelichting

*: nummer is handmatig toegevoegd, geen I/R-punt

4 EFFECTEN WINNING OP GESELEKTEERDE LOKATIES (FASE 3B)

4.1 Inleiding

De beschrijving van de effecten van doorgerekende winningslocaties is toegespitst op de volgende onderdelen:

- Kwetsbaarheid en bedreigingen.
- Primaire effecten (zoals grondwaterstand, stijghoogte gepompt pakket en kwel/infiltratie).
- Afgeleide effecten (zoals zetting, natuur en landbouw).

Een uitwerking van genoemde onderdelen is gegeven in onderstaande paragrafen.

4.2 Hydrologische kwetsbaarheid en bedreigingen

In overleg met de opdrachtgever is besloten geen verblijftijdsberekeningen uit te voeren. Wel is nagegaan of er sprake is van bekende verontreinigingen in de nabijheid van de voorgestelde winlocaties; deze zouden een potentiële bedreiging van de winning kunnen vormen.

Hydrologische kwetsbaarheid

Aan de hand van de totale hydraulische weerstand tussen het putfilter en maaiveld is een inschatting gemaakt van de hydrologische kwetsbaarheid van de winning. Immers, bij geringe hydraulische weerstand kan ondiep grondwater snel infiltreren en door de putfilters worden opgepompt. Dit maakt de winning kwetsbaar. Bij grotere weerstand kan het honderden jaren duren voordat ondiep grondwater opgepompt wordt. Dit is vooral van belang in het geval van ondiep voorkomende verontreinigingen: als gevolg van een grote weerstand zal de verblijftijd van ondiep grondwater voldoende groot zijn om tijdig maatregelen te kunnen treffen.

Tabel 4A geeft, voor alle potentiële winningslocaties, een overzicht van de hydraulische weerstand boven het putfilter. Het filter bevindt zich in alle gevallen in het vijfde watervoerend pakket (zie paragraaf 3.5). De getalswaarden van deze weerstanden (parametrisatie) zijn ontleend aan MIPWA.

Tabel 4.A Hydrologische kwetsbaarheid potentiële winningslocaties

Winningslocatie	Totale hydraulische weerstand boven het putfilter (dagen)
Spannenburg S2/1	4400
Spannenburg S2/2	3600
Spannenburg S2/3	9300
Oldeholtpade O2/1	160
Oldeholtpade O2/2	90
Terwisscha T2/1	19.500
Osingahuizen	2300
Sloten	8100
Heerenveen-Oost	75
Hoornsterzwaag	8800
4 ^e en 5 ^e Veendistrict	430
Waskemeer	2600

Uit de tabel blijkt dat bij de potentiële winningslocaties Spannenburg S2/3 en Sloten sprake is van een grote hydraulische weerstand boven het onttrekkingsfilter. Dit maakt deze winningen minder kwetsbaar. De potentiële winningslocatie Terwisscha lijkt weinig kwetsbaar. Dicht bij de aangehouden locatie bevindt zich echter een gat in de potkleilaag; hierdoor is deze winning toch kwetsbaar. Andere hydrologisch kwetsbare winningslocaties zijn Oldeholtgade O2/2 en Heerenveen-Oost. De hydraulische weerstand boven het putfilter bedraagt op deze locaties respectievelijk 90 dagen en 75 dagen.

Bedreigingen

De aanwezigheid van bekende bodemverontreinigingen is nagegaan aan de hand van een website van de provincie Friesland: www.fryslan.nl/bodemloket. De op deze site aanwezige signaleringskaart geeft informatie over verontreinigingen. De betreffende gegevens zijn afkomstig uit:

- Het provinciaal bodeminformatiesysteem.
- Het Historisch Bodembestand (HBB).
- De gemeentelijke bodeminformatiesystemen (BIS'sen).

Om na te gaan binnen welk gebied mogelijke bodemverontreinigingen geïnventariseerd dienen te worden is uitgegaan van een inventarisatie binnen de geschatte 25jaarszone. Om de omvang van dit gebied te bepalen is uitgegaan van een systeem zonder voeding (geen verticale fluxen) en zonder laterale stroming in het gepompt pakket. Door uit te gaan van deze aannames wordt aangenomen dat de 25jaars zone een cirkelvormig gebied is met straal R (veilige aanname als gevolg van het 'confined' rekenen). Algemeen geldt dat $V = p \cdot (D \cdot \pi \cdot R^2)$. Betekenis symbolen: V = jaarlijks debiet, D = dikte watervoerend pakket ter plaatse van de winning, p =porositeit. Het binnen 25 jaar opgepompte opgepompte volume water bevindt zich in een cilinder met straal R , waarvoor geldt: $25 \cdot V = p \cdot (D \cdot \pi \cdot R^2)$.

Onderstaande tabel geeft, voor alle potentiële winningslocaties, een overzicht van de bekende bodemverontreinigingen in de 25 jaarszone.

Tabel 4.B Bodemverontreinigingen in 25jaarszone van potentiële winningslocaties

Winningslocatie	Q (Mm ³)	D (m)	R (m)	Bekende bodemverontreinigingen in 25jaarszone (*)
Spannenburg S2/1	2	150	595	Geen
Spannenburg S2/2	2	156	583	Geen
Spannenburg S2/3	2	74	847	- Follega, offsetdrukkerij, pev. - Follega, spoorweg-emplacement, pev. - St. Nicolaasga, spoorwegemplacement, pev. - St. Nicolaasga, erfverharding, pev. - Doniaga, geen gegevens.
Oldeholtgade O2/1	2	50	1030	Op verschillende lokaties in Oldeholtgade komen dempingen voor (pev). Daarnaast is sprake van een demping in De Hoeve en in Steggerda (pev). In Weststellingwerf is sprake van een ontgraving met pev.
Oldeholtgade O2/2	2	122	696	In een relatief groot gebied ten noorden van de winlokaties komen dempingen voor, evenals enkele

Winningslocatie	Q (Mm ³)	D (m)	R (m)	Bekende bodemverontreinigingen in 25jaarszone (*)
				geïsoleerde lokaties met dempingen in Oldeholtwolde. In alle gevallen gaat het om pev's.
Terwisscha T2/1	2	63	918	Op drie lokaties komen dempingen voor met pev's. Op één lokatie is een brandstoffendetailhandel gevestigd (pev); op een andere lokatie een smederij (pv)
Osingahuizen	3	177	671	Zowel in Hommerts als in Jutryp is een lokatie bekend met een ondergrondse brandstoftank (pev)
Sloten	3	142	749	Op één lokatie in Lemmer bevindt zich een ondergrondse brandstoftank met een pev.
	6	142	1059	Op één lokatie in Lemmer bevindt zich een ondergrondse brandstoftank met een pev. Voorts is in Lemmer sprake van een demping (pev); in Tjerkgaast is een lokatie met erfverharding met puin en sloopafval (pev)
Heerenveen-Oost	3	138	760	- Bontebok: bovengrondse dieseltank (pev) - Nieuwenhove: demping (pev) - Oudehorne: transportbedrijf (pev)
	6	138	1074	Als bij 3 miljoen, plus nog circa 15 verdachte lokaties zonder specifieke data in Oudehorne en Bontebok
Hoorsterzwaag	3	91	935	Hoorsterzwaag: twee bekende lokaties met bovengrondse dieseltanks (pev); voorts 7 verdachte lokaties waarvan geen specifieke data bekend zijn.
4 ^e en 5 ^e Veendistrict	3	146	738	Tjalleberd: twee bekende dempingen en twee dieseltanks (pev).
	6	146	1044	Als bij 3 miljoen, plus nog enkele dieseltanks en circa 10 verdachte lokaties waarvan geen specifieke data voorhanden zijn.
Waskemeer	6	116	1172	Circa 15 verdachte lokaties in Waskemeer en Haulerwijk. Enkele voorbeelden: brandstoffendetailhandel, demping, scheepstimmerwerf, loonbedrijf, dieseltanks en een opslag van alifatische koolwaterstoffen. In de meeste gevallen gaat het om pev's.

(*): informatiebron is website www.fryslan.nl/bodemloket

Q: jaarlijks debiet (miljoen m³/jaar)
D: dikte watervoerend pakket (m)
R: (berekende) straal R van 25 jaarszone (m)
pev: potentieel ernstige verontreiniging

Uit tabel 4B blijkt dat in vrijwel alle gevallen sprake is van bekende bodemverontreinigingen in de 25 jaarszone. Een positieve uitzondering wordt gevormd door twee locaties nabij Spannenburg (S2/1 en S2/2): hier zijn geen bodemverontreinigingen bekend. Binnen de 25jaarszone van zowel Oldeholtgade O2/2 en Heerenveen-Oost (locaties met verhoogde hydrologische kwetsbaarheid) zijn bodemverontreinigingen bekend. Bij Oldeholtgade heeft de bron betrekkingen op dempingen; bij Heerenveen-Oost zijn ook andere verontreinigingsbronnen bekend zoals de aanwezigheid van een bovengrondse dieseltank en een transportbedrijf. Dit betekent

dat, zonder ingrijpen, de verontreinigingen vanaf deze locaties relatief snel door de winning zullen worden opgepompt.

4.3 Primaire effecten

Per winningslocatie zijn de volgende primaire effecten in beeld gebracht: verandering grondwaterstand, verandering kwel/infiltratie situatie en de verandering van de stijghoogte in het bepompte pakket. De betreffende figuren zijn opgenomen in bijlage 3. Ter aanvulling is ook de kwel/infiltratie-situatie in beeld gebracht van de gewijzigde situatie. Deze figuur is eveneens in bijlage 3 gepresenteerd.

4.3.1 Winningen, 2 miljoen m³/jaar

De verschillende winningslocaties zijn aangegeven met een code. Deze code is toegelicht in paragraaf 3.5. De berekeningsresultaten zijn beknopt samengevat in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Berekeningsresultaten, winning 2 miljoen m³/jaar

Winningslocatie	Wijziging grondwaterstand	Wijziging stijghoogte in pompst pakket	Wijziging kwel/infiltratiesituatie	Nieuwe kwel/infiltratiesituatie
Spannenburg, S2/1	Overal < 5 cm	In cirkelvormig gebied (met een doorsnede van circa 2 km) een verlaging met 5-20 cm. Nabij putfilter een grotere verlaging	Kwelafname < 0,5 mm/dag	Winning bevindt zich in intermediair gebied; zowel kwel als infiltratie kunnen voorkomen. Kwelflux < 0,5 mm/dag
Spannenburg, S2/2	Overal < 5 cm	Tot op 1 km afstand treden verlagingen op >= 5 cm.	Afname met 0,5-1,0 mm/dag in gebieden westen van de winning (Graverijpolder en nabij Zandpoel)	Winning bevindt zich in intermediair gebied; zowel kwel als infiltratie kunnen voorkomen. Kwelflux < 0,5 mm/dag
Spannenburg, S2/3	Overal < 5 cm	In cirkelvormig gebied (met een doorsnede van circa 2,2 km) een verlaging met 5-100 cm.	Weinig beïnvloeding	Winning bevindt zich in gebied met lichte kwel (tot maximaal circa 1 mm/dag)
Oldeholtpade, O2/1	Tot 400 m vanaf de winning circa 5 cm verlaging. Nabij de winning: > 20 cm	In cirkelvormig gebied (met een doorsnede van circa 600 m) een verlaging met 5-20 cm. Grotere verlagingen nabij putfilter.	Tot op enkele honderden meters afstand van de winning neemt infiltratie toe met circa 1 mm/dag	Winningslocatie ligt in infiltratiegebied. Infiltratieflux > 1 mm/dag
Oldeholtpade, O2/2	Vrijwel overal < 5 cm	In ellipsvormig gebied treden verlagingen van 5-20 cm op. Komt voor tot op 250 m afstand van putfilter.	Op lokale schaal neemt infiltratie toe met waarden tussen 0,5 en 2 mm/dag.	Winningslocatie ligt in sterk kweigebied.
Terwisscha, T2/1	Op lokale schaal maximaal 40 cm.	Tot afstand van 1,2 km van de winning treden verlagingen op van 5 cm.	Kwelafname bedraagt maximaal 4 mm/dag.	Winningslocatie ligt in infiltratiegebied.

4.3.2 Winningen, 3 miljoen m³/jaar

De berekeningsresultaten zijn beknopt samengevat in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Berekeningsresultaten, winning 3 miljoen m³/jaar

Winningslocatie	Wijziging grondwaterstand	Wijziging stijghoogte in gepompt pakket	Wijziging kwel/infiltratiesituatie	Nieuwe kwel/infiltratiesituatie
Osingahuizen	Overall < 5 cm	In cirkelvormig gebied (met een doorsnede van circa 2,5 km) een verlaging met 5-20 cm. Nabij putfilter een grotere verlaging	< 0,5 mm/dag	Winning bevindt zich in intermediair gebied; zowel kwel als infiltratie kunnen voorkomen. Kwelflux < 0,5 mm/dag
Sloten	Verlaging doorgaans < 5 cm. In een klein gebied ten NW van de winning meer dan 5 cm verlaging	Tot op 1200 m afstand treden verlaging op ≥ 5 cm. Maximale verlaging bedraagt circa 1,2 m.	In enkele verspreid liggende gebieden neemt infiltratie toe met maximaal 1 mm/dag.	Winning bevindt zich aan westoever Groote Brekken. In smalle band langs oever is sprake van kwelsituatie (1-2 mm/dag).
Heerenveen-Oost	In groot gebied treden verlagingen op > 5 cm. De 5 cm verlagingsslijn ligt op circa 1000 m vanaf de winning.	In groot gebied treden verlagingen op > 5 cm. De 5 cm verlagingsslijn ligt op circa 1000 m vanaf de winning.	In verspreid liggende gebieden neemt infiltratie toe met 0,5-2,0 mm/dag.	Winning bevindt zich in infiltratiegebied met flux 2-3 mm/dag.
Hoornsterzwaag	Aanmerkelijke verlagingen in twee relatief grote, verspreid liggende gebieden. Maximale verlaging bedraagt circa 1 m.	De 5 cm verlagingsslijn ligt op 1700 m vanaf putfilter. Maximale verlaging bedraagt circa 1,6 m.	Infiltratie neemt toe met 0,5 – 2 mm/dag. Deze gebieden bevinden zich hoofdzakelijk in bestaande kwelgebieden.	Winningslocatie ligt in infiltratiegebied. In dit gebied bevinden zich enkele langgerekte kwelzones (langs de Tjonger en de omgeving van Hoornsterzwaag)
4° en 5° Veendistrict	Verlaging van 5-20 cm in relatief klein gebied (zuidzijde van de winning)	In ellipsvormig gebied treden verlagingen van 5-20 cm op. Komt voor tot op 750 m afstand van putfilter.	Infiltratie wordt tot op 1 km van de winning duidelijk vergroot met 0,5-2 mm/dag. Infiltratietoename vooral in bestaande kwelgebieden.	Winningslocatie ligt in uitloper van omvangrijk kwelgebied.

4.3.3 Winningen, 6 miljoen m³/jaar

De berekeningsresultaten zijn beknopt samengevat in tabel 4.3.

Tabel 4.3 Berekeningsresultaten, winning 6 miljoen m³/jaar

Winningslocatie	Wijziging grondwaterstand	Wijziging stijghoogte in gepompt pakket	Wijziging kwel/infiltratiesituatie	Nieuwe kwel/infiltratiesituatie
Sloten	In enkele kleine gebieden treden verlagingen op van 5-20 cm. Deze gebieden liggen nabij Kleingaast, westoever Groote Brekken, ten noorden van Lemmer en 1,5 km ten noorden van winningslocatie.	De 5 cm verlagingsslijn ligt op 1700 m afstand van het putfilter.	Lokaal neemt infiltratie toe met 0,5-1 mm/dag; op enkele lokaties met > 1 mm/dag.	Winning bevindt zich aan westoever Groote Brekken. In smalle band langs oever is sprake van kwelsituatie (1-2 mm/dag).
Heerenveen-Oost	In groot gebied treden verlagingen op > 5 cm. De 5 cm verlagingsslijn ligt op circa 1500 m vanaf de winning.	In groot gebied treden verlagingen op > 5 cm. De 5 cm verlagingsslijn ligt op circa 1000 m vanaf de winning.	In verspreid liggende gebieden neemt infiltratie toe met 0,5-2,0 mm/dag.	Winning bevindt zich in infiltratiegebied met flux 2-3 mm/dag.
4° en 5° Veendistrict	Verlaging van 5-20 cm in relatief klein gebied. Plaatselijk komen verlagingen voor van 20-40 cm.	In ellipsvormig gebied treden verlagingen van 5-20 cm op. Komt voor tot op 1200 m afstand van putfilter.	Infiltratie wordt tot op 1 km van de winning duidelijk vergroot . met 0,5-2 mm/dag. Infiltratietoename vooral in bestaande kwelgebieden.	Winningslocatie ligt in uitloper van omvangrijk kwelgebied.
Waskemeer	Grote verlaging (tot 1 m) in groot gebied. In natuurgebied Bakkeveensterduinen wordt verlaging > 5 cm berekend.	De 5 cm verlagingsslijn ligt op 2500 m afstand van het putfilter.	In verspreid liggende gebieden neemt infiltratie toe met 0,5-2 mm/dag.	De winningslocatie bevindt zich in een infiltratiegebied.

4.4 Afgeleide effecten

De berekende grondwaterstandsaling en wijziging van de kwel/infiltratiesituatie kunnen gevolgen hebben voor gebruiksfuncties zoals bebouwing, natuur en landbouw. Deze gevolgen worden aangeduid als afgeleide effecten.

In deze paragraaf worden de afgeleide effecten kwalitatief beschreven.

In paragraaf 4.6 zijn deze effecten aan de hand van een score- en prioriteringstabel gerangschikt.

Zetting

Zetting kan optreden als er sprake is van een aanmerkelijke grondwaterstandsverlaging in een gebied waar zettingsgevoelige gronden (zoals klei en veen) voorkomen. Er is gebruik gemaakt van een kaart met zettingsgevoelige gebieden welke is ontleend uit de rapportage 'Funderingsproblematiek Fries veenweidegebied' (Provincie Fryslân, 2008). Deze kaart is gebaseerd op de bodemkaart 1:50.000 van de Stiboka, en is verder aangevuld met boringgegevens van de voormalige RGD.

In de verdere uitwerking wordt het oppervlak aan zettingsgevoelige gronden bepaald binnen het gebied waar de freatische grondwaterstandsverlaging meer dan 40 cm daalt.

Natuur

De afgeleide effecten op de natuur worden in beeld gebracht door het oppervlak te beschouwen van het gebied met grondwaterstandsverlaging van meer dan 5 cm in de EHS-gebieden.

In de uitwerking heeft het accent gelegen op de bovengenoemde eis. De kwelveranderingen als gevolg van de winning zijn berekend (zie bijlage 3), maar zijn niet leidend geweest in de beoordeling.

Landbouw

Landbouwgebieden kunnen als gevolg van een additionele grondwaterstandsverlaging mogelijk worden geconfronteerd met droogteschade. Er wordt in de uitwerking van uitgegaan dat een substantiële kans op droogteschade bestaat als binnen landbouwgebied sprake is van een grondwaterstandsval van meer dan 20 cm. De oppervlakte van dit gebied (binnen de gebruiksfunctie landbouw) wordt in beeld gebracht.

In de volgende paragrafen zijn de afgeleide effecten beschreven. Ten behoeve van de leesbaarheid is er voor gekozen deze effecten zo beknopt mogelijk te beschrijven. De presentatie van de afgeleide effecten vindt om deze reden plaats in tabelvorm. Voor elk winningsdebiet is een tabel opgenomen.

4.4.1 Winningen, 2 miljoen m³/jaar

Met uitzondering van de winningslocatie Terwisscha zijn de nieuwe winningslocaties alle gekozen op basis van een aantal criteria waar aan diende te worden voldaan. Een belangrijk criterium wordt gevormd door de eis dat de nieuwe winning geen grotere grondwaterstandsverlaging dan 5 cm in een natuurgebied teweeg mag brengen. Voorts is van elke beschouwde locatie het aantal verlagingsskuubs berekend (zie bijlage 1). Gezien de kleine windebieten en de bewust gekozen locaties (aan de hand van informatie over de verlagingsskuubs) ligt het voor de hand dat de primaire effecten beperkt zijn. De berekeningsresultaten zijn weergegeven in tabel 4.1. Uit de tabel blijkt dat de effecten op zetting en op de natuur in alle gevallen nihil zijn. Bij winning op de locaties Oldeholtspade O2/1 en Terwisscha wordt in een zeer klein gebied een grondwaterstandsverlaging van meer dan 20 cm bereikt. Dit zou kunnen leiden tot zeer beperkte landbouwschade.

Tabel 4.4 Afgeleide effecten per winningslocatie, 2 miljoen m³/jaar

Locatie	Kans op zetting	Kans op negatieve beïnvloeding natuur	Kans op droogteschade landbouw
Spannenburg			
S2/1	Nihil	Nihil	Nihil
S2/2	Nihil	Nihil	Nihil
S2/3	Nihil	Nihil	Nihil
Oldeholtspade			
O2/1	Nihil	Nihil	Nihil
O2/2	Nihil	Nihil	Nihil
Terwisscha			
T2/1	Nihil	Nihil	Nihil

4.4.2 Winnigen, 3 miljoen m³/jaar

Met uitzondering van de winningslocaties Heerenveen, Hoornsterzwaag en het 4^e/5^e Veendistrict zijn de nieuwe winningslocaties gekozen op basis van een aantal criteria waar aan diende te worden voldaan. Een belangrijk criterium wordt gevormd door de eis dat de nieuwe winning geen grotere grondwaterstandsverlaging dan 5 cm in een natuurgebied teweeg mag brengen. Voorts is van elke beschouwde locatie het aantal verlagingsskuubs berekend (zie bijlage 1). De berekeningsresultaten zijn weergegeven in tabel 4.5. Uit de tabel blijkt dat de effecten van waterwinning op de locaties Osingahuizen, Sloten en het 4^e/5^e Veendistrict nihil zijn.

Bij de winning op de locaties Heerenveen Oost en Hoornsterzwaag worden in een relatief groot gebied grondwaterstandsverlagingen groter dan 40 cm berekend. Dit leidt in de omgeving van deze winningen tot een verhoogde kans op zettings- en landbouwschade. De kans op zetting is aangegeven voor twee gevallen: in het eerste geval is het uitgangspunt dat er sprake is van een kans op zetting bij de aanwezigheid van veen (ongeacht de dikte van de veenlaag). In het tweede geval is het uitgangspunt dat een kans op zetting uitsluitend bestaat bij de aanwezigheid van minstens 50 cm veen.

Deze twee winningslocaties hebben geen nadelige effecten op natuurgebieden.

Tabel 4.5 Afgeleide effecten per winningslocatie, 3 miljoen m³/jaar

Locatie	Kans op zetting		Kans op negatieve beïnvloeding natuur	Kans op droogteschade landbouw
	Aanwezigheid veen*	Dikte veen > 50 cm**		
Osingahuizen	nihil	Nihil	Nihil	Nihil
Sloten	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil
Heerenveen Oost	Groot	Nihil	Nihil	Groot
Hoornsterzwaag	Beperkt	Nihil	Nihil	Groot
4 ^e en 5 ^e Veendistrict	nihil	Nihil	Nihil	Nihil

*: Uitgangspunt is dat zetting optreedt als veen aanwezig is

** : Uitgangspunt dat zetting optreedt als minstens 50 cm veen aanwezig is

4.4.3 Winningen, 6 miljoen m³/jaar

Drie van de vier uitgewerkte winningslocaties zijn ook beschouwd voor een winning van 3 miljoen m³/jaar. De vierde winningslocatie ligt nabij Waskemeer. Een belangrijk criterium wordt gevormd door de eis dat de nieuwe winning geen grotere grondwaterstandsverlaging dan 5 cm in een natuurgebied teweeg mag brengen. Voorts is van elke beschouwde locatie het aantal verlagingsskuubs berekend (zie bijlage 1). De berekeningsresultaten zijn weergegeven in tabel 4.6. Uit de tabel blijkt dat de effecten van waterwinning op de winningslocatie Sloten nihil zijn. De kans op droogteschade voor de landbouw is zeer groot voor de winningslocaties Heerenveen-Oost en Waskemeer. De kans op zetting is aangegeven voor twee gevallen: in het eerste geval is het uitgangspunt dat er sprake is van een kans op zetting bij de aanwezigheid van veen (ongeacht de dikte van de veenlaag). In het tweede geval is het uitgangspunt dat een kans op zetting uitsluitend bestaat bij de aanwezigheid van minstens 50 cm veen. De kans op zetting is reëel aanwezig bij de winningslocaties Heerenveen-Oost en Waskemeer.

Kans op negatieve beïnvloeding van de natuur bestaat voor de winningslocatie Waskemeer: hier wordt een grondwaterstandsval van 5-20 cm berekend in het EHS-gebied Bakkeveensterduinen.

Tabel 4.6 Afgeleide effecten per winningslocatie, 6 miljoen m³/jaar

Locatie	Kans op Zetting		Kans op negatieve beïnvloeding Natuur	Kans op droogteschade landbouw
	Aanwezigheid veen*	Dikte veen > 50 cm**		
Sloten	Nihil	Nihil	Nihil	nihil
Heerenveen Oost	Zeër groot	Nihil	Nihil	Zeër groot
4 ^e en 5 ^e Veendistrict	Nihil	Nihil	Nihil	Beperkt
Waskemeer	Groot	Nihil	Zeër groot (Verlaging 5-20 cm in EHS-gebied Bakkeveensterduinen)	Zeër groot

*: Uitgangspunt is dat zetting optreedt als veen aanwezig is

**.: Uitgangspunt is dat zetting optreedt als minstens 50 cm veen aanwezig is

4.5 Mogelijke risico's en kansen

In het voorgaande zijn de berekeningsresultaten gepresenteerd voor winningen van 2, 3 en 6 miljoen m³/jaar. Verschillende winningslocaties zijn beschouwd. Aan de hand van de resultaten geven wij in het onderstaande een overzicht van mogelijke risico's en kansen die verbonden zijn aan grondwateronttrekking op de aangegeven locaties.

Risico's

- *Risico van het niet kunnen verkrijgen van een vergunning of van schadevergoeding.* Uit de berekeningsresultaten blijkt dat een winning van 3 miljoen m³/jaar op de winningslocaties van Heerenveen-Oost en van Hoornsterzwaag vrij grote effecten op de landbouw impliceert. Daarnaast is het niet uitgesloten dat deze winningen tevens leiden tot zettingsschade. Grote effecten op de landbouw ontstaan eveneens bij een winning van 6 miljoen m³/jaar op de locatie Waskemeer. Bij laatstgenoemde locatie is eveneens sprake van relatief grote effecten op de natuurwaarden in EHS-gebied Bakkeveensterduinen en van mogelijke zettingsschade. Op basis hiervan gaan wij er

vanuit dat een winningsaanvraag van 6 miljoen m³/jaar op de winlocatie Waskemeer niet zal worden gehonoreerd. Bij de overig genoemde voorbeelden zal het waterleidingbedrijf waarschijnlijk aansprakelijk worden gesteld voor de verwachte landbouw- en/of zettingsschade.

- *Risico's voor de grondwaterkwaliteit.* Bij de potentiële winningslocaties Sloten en Osingahuizen wordt grondwater onttrokken uit het vijfde watervoerende pakket. Deze pakketten liggen globaal op een diepte van 50-110 m. Op relatief geringe afstand wordt grondwater aangetroffen met verhoogde chloridegehaltes. Nagegaan dient te worden of deze hogere chloridegehaltes mogelijk een bedreiging vormen voor de waterwinning.
- *Risico's moeilijk zuiverbaar water.* Op dit moment zijn geen zekere uitspraken te doen. Te ter beschikking staande informatiebronnen geven geen duidelijk uitsluitsel over de te verwachten waterkwaliteit op de aangehouden potentiële winningslocaties. Algemeen geldt dat bij alle potentiële winningslocaties rekening gehouden moet worden met verhoogde ammoniumconcentraties. Afhankelijk van de aanwezigheid van veen in de ondergrond moet tevens rekening worden gehouden met de aanwezigheid van methaan en kleur. Los daarvan kan sprake zijn van verhoogde ijzergehaltes. Alle genoemde variabelen leiden tot verhoogde zuiveringskosten. In het centrale veengebied (locaties 4^e en 5^e Veendistrict en Heerenveen-Oost) is de kans op kleur en op verhoogde ammonium- en methaangehaltes het grootst.

Kansen

- *Kansen voor uitbreiding:* de berekeningsresultaten tonen aan dat winning van 6 miljoen m³/jaar op de potentiële winningslocaties Sloten en 4^e/5^e Veendistrict relatief beperkte effecten heeft. In werkelijkheid zullen de effecten naar verwachting nog kleiner zijn omdat met meerdere winningsputten wordt gewerkt (de berekeningen gaan uit van winning met behulp van één put). Dit betekent dat het naar verwachting mogelijk is grotere debieten op deze locaties te onttrekken waarbij de effecten (in de vorm van zetting, landbouwschade of negatieve beïnvloeding van natuurwaarden) beperkt blijven

4.6 Beoordeling, score en prioriteit

4.6.1 Inleiding

In voorgaande paragrafen zijn de primaire en afgeleide effecten beschreven van verschillende winningslocaties met verschillende winningsdebieten. Om te kunnen beoordelen welke locatie met welk debiet een goede keuze is, zijn de onderzoeksresultaten van alle winningslocaties samengevat in een scoretabel.

Bij het opzetten van de scoretabel is in overleg met de opdrachtgever een aantal criteria benoemd. De benoemde criteria zijn:

- Primaire effecten:
 - Oppervlakte invloedsgebied.
 - Aantal verlagingskuubs.
- Afgeleide effecten:
 - Zetting.
 - Natuur.
 - Landbouw.

Om een reproduceerbare beoordeling mogelijk te maken dient inzichtelijk te zijn op welke wijze de beoordeling plaatsvindt. Om dit mogelijk te maken is een beoordelingstabel opgesteld.

4.6.2 Beoordelingstabel

In de beoordelingstabel is aangegeven op welke gronden een criterium als 'goed' of als 'slecht' wordt beoordeeld. De kwantificering van de beoordeling is arbitrair. Er is naar gestreefd de beoordeling van de effecten zoveel mogelijk te relateren aan gebruikelijke waarden, maar is er tevens op gericht om verschillen tussen de locaties zichtbaar te maken.

Tabel 4.7 Beoordelingstabel

Code	Beoordelingscriterium	Beoordeling			
		---	--	-	0
OI	Oppervlakte (ha) van het invloedsgebied (gebied met grondwaterstandsverlaging > 5 mm)	> 10.000	5000-10.000	1000-5000	< 1000
VK	Aantal verlagingskuubs (*1000)	> 5000	1000-5000	250-1000	< 250
Z	Oppervlakte van het gebied (ha) met zettingsgevoelige gronden waarbinnen de grondwaterstandsverandering meer dan 40 cm bedraagt	> 250	50-250	10-50	< 10
N	Oppervlakte natuurgebied (ha) met grondwaterstandsverlaging > 5 cm	> 100	25-100	5-25	<5
DLB	Oppervlakte landbouwgebied (ha) met grondwaterstandsverlaging > 20 cm	> 500	100-500	25-100	< 25

Toelichting

- OI : Oppervlakte invloedsgebied
- VK : Verlagingskuubs
- Z : Zetting
- N : Natuur
- DLB : Droogteschade landbouw

4.6.3 Scoretabellen

Aan de hand van de beoordelingstabel kan een scoretabel worden opgezet. In de scoretabel worden, voor een bepaalde winningslocatie, de beoordelingen voor de verschillende criteria samengevat. Deze aanpak leidt in totaal tot 7 scoretabellen die in het onderstaande zijn weergegeven.

Tabel 4.8 geeft een overzicht van de scores van de verschillende winningslocaties voor een debiet van 2 miljoen m³/jaar. De tabel laat zien dat de primaire effecten (oppervlakte van het invloedsgebied en aantal verlagingskuubs) voor de locaties in Spannenburg en Oldeholtgade elkaar weinig ontlopen. In alle gevallen zijn de primaire effecten nihil of beperkt. Bij Terwisscha is echter sprake van aanmerkelijk grotere primaire effecten. De afgeleide effecten (zetting, effecten op natuur en landbouw) zijn voor alle winningslocaties nihil.

Tabel 4.8 Scoretabel winningslocaties met windebiet 2 miljoen m³/jaar

Locatie	Primaire effecten		Afgeleide effecten		
	OI	VK	Z	N	DLB
Spannenburg 1	-	-	0	0	0
Spannenburg 2	-	0	0	0	0
Spannenburg 3	-	-	0	0	0
Oldeholtpade 1	-	-	0	0	0
Oldeholtpade 2	-	0	0	0	0
Terwisscha	---	--	0	0	0

De tabellen 4.9-4.14 hebben dezelfde structuur als tabel 4.8. In dit geval heeft elke tabel echter betrekking op een enkele winningslocatie; de debieten zijn ofwel 3 miljoen m³/jaar ofwel 6 miljoen m³/jaar. Uit deze tabellen blijkt dat de verschillen tussen de winningslocaties groter zijn dan bij de winningslocaties die bij een debiet van 2 miljoen m³/jaar beschouwd zijn. Dit hangt voor een groot deel samen met het feit dat de winningslocaties bij deze hogere debieten verder van elkaar verwijderd zijn, waardoor ook de bodemopbouw van de locaties meer verschillen vertonen.

Winningslocatie Waskemeer scoort op alle beoordeelde criteria (zowel primaire als secundaire effecten) het slechtst.

Tabel 4.9 Scoretabel winningslocatie Osingahuizen

Debiet	Primaire effecten		Afgeleide effecten			
	OI	VK	Z		N	DLB
			Aanwezigheid veen*	Dikte veen > 50 cm**		
3 miljoen m ³ /jaar	-	-	0	0	0	0

Tabel 4.10 Scoretabel winningslocatie Sloten

Debiet	Primaire effecten		Afgeleide effecten			
	OI	VK	Z		N	DLB
			Aanwezigheid veen*	Dikte veen > 50 cm**		
3 miljoen m ³ /jaar	-	-	0	0	0	0
6 miljoen m ³ /jaar	--	--	0	0	0	0

Tabel 4.11 Scoretabel winningslocatie Heerenveen Oost

Debiet	Primaire effecten		Afgeleide effecten			
	OI	VK	Z		N	DLB
			Aanwezigheid veen*	Dikte veen > 50 cm**		
3 miljoen m ³ /jaar	--	--	--	0	0	--
6 miljoen m ³ /jaar	---	---	---	0	0	---

Tabel 4.12 Scoretabel winningslocatie Hoornsterzwaag

Debiet	Primaire effecten		Afgeleide effecten			
	OI	VK	Z		N	DLB
			Aanwezigheid veen*	Dikte veen > 50 cm**		
3 miljoen m ³ /jaar	---	--	--	0	0	--

Tabel 4.13 Scoretabel winningslocatie 4° en 5° Veendistrict

Debiet	Primaire effecten		Afgeleide effecten			
	OI	VK	Z		N	DLB
			Aanwezigheid veen*	Dikte veen > 50 cm**		
3 miljoen m ³ /jaar	-	-	0	0	0	0
6 miljoen m ³ /jaar	--	--	0	0	0	-

Tabel 4.14 Scoretabel winningslocatie Waskemeer

Debiet	Primaire effecten		Afgeleide effecten			
	OI	VK	Z		N	DLB
			Aanwezigheid veen*	Dikte veen > 50 cm**		
6 miljoen m ³ /jaar	---	---	---	0	---	---

*: Uitgangspunt is dat zetting optreedt als veen aanwezig is

** : Uitgangspunt is dat zetting optreedt als minstens 50 cm veen aanwezig is

4.6.4 Prioriteringstabellen

In meerdere gevallen is er bij de scoretabellen relatief weinig onderscheid in de waardering van effecten. Om het kiezen van de 'beste' locatie te vereenvoudigen zijn daarom drie prioriteringstabellen opgesteld. In een prioriteringstabel wordt een kwantificering van de verschillende effecten gegeven. Uit de tabel blijkt duidelijk welke locatie, per beoordelingscriterium, het gunstigst 'scoort'.

Winning 2 miljoen m³/jaar

Tabel 4.15 geeft de prioriteringstabel voor een windebiet van 2 miljoen m³/jaar.

Uit deze tabel blijkt dat winningslocatie Oldeholtgade 2 (O2/2) het gunstigst scoort. Dit is voornamelijk resultaat van het feit dat de oppervlakte van het invloedsgebied en het aantal verlagingskuubs het kleinste zijn. Hoewel de hydraulische weerstand boven het putfilter gering is, levert dit geen verhoogde hydrologische kwetsbaarheid op, daar deze locatie zich in een gebied met sterke kwel bevindt. Tevens is er, uitgaande van de gestelde criteria, geen sprake van afgeleide effecten zoals zetting, landbouw- of natuurschade.

Met betrekking tot de effecten, zijn er weinig verschillen tussen de nummers 2-5. De locatie Spannenburg S2/3 is hydrologisch weinig kwetsbaar; bij de locaties S2/1 en S2/2 te Spannenburg zijn geen bodemverontreinigingen bekend in de 25jaarszone.

Het minst goed scoort de nieuwe winningslocatie Terwisscha. Dit wordt verklaard door het relatief grote oppervlak van het invloedsgebied en het hoge aantal verlagingskuubs. Tevens is er sprake van een beperkt effect op de landbouw.

Tabel 4.15 Prioriteringstabel, windebiet 2 miljoen m³/jaar

Locatie		Primaire effecten		Afgeleide effecten				Overall-ranking
	gridcel	Ol (ha)	VK (m ³)	Z 0 (ha) *	Z 50 (ha) *	N (ha)	DLB (ha)	
Spannenburg 1	3662	2920	275	0	0	0	0	3
Spannenburg 2	4439	2390	230	0	0	0	0	2
Spannenburg 3	4332	3304	284	0	0	0	0	4
Oldeholtspade 1	4466	2560	445	0	0	0	3,8	5
Oldeholtspade 2	4017	1845	190	0	0	0	0	1
Terwisscha	3155	11578	1894	0	0	0	1,3	6

*: Z 0: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als veen aanwezig is

Z 50: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als minstens 50 cm veen aanwezig is

Winning 3 miljoen m³/jaar

Tabel 4.16 geeft de prioriteringstabel voor een windebiet van 3 miljoen m³/jaar.

Uit deze tabel blijkt dat de winningslocaties Osingahuizen, Sloten en 4^e/5^e Veendistrict vrijwel gelijke, beperkte effecten op de omgeving hebben. Omdat de oppervlakte van het invloedsgebied het kleinst is en het aantal verlagingskuubs het geringst, kan Osingahuizen beschouwd worden als enigszins gunstiger dan Sloten en de winningslocatie in het 4^e/5^e Veendistrict. Winningslocatie Sloten lijkt in hydrologisch opzicht het minst kwetsbaar; bij Osingahuizen en Sloten is slechts één bodemverontreiniging bekend in de 25jaarszone. Bij de locatie 4^e/5^e Veendistrict zijn meer bodemverontreinigingen bekend; echter deze locatie bevindt zich in een kwelgebied, waardoor het onwaarschijnlijk is dat deze verontreinigingen zullen worden aangetrokken door de winning.

Winningslocatie Heerenveen-Oost heeft de grootste effecten op de landbouw, en is hydrologisch kwetsbaar. Winningslocatie Hoornsterzwaag heeft eveneens duidelijke, maar kleinere effecten op de landbouw. In de 25jaarszone van Hoornsterzwaag zijn meer bodemverontreinigingen bekend dan bij Heerenveen-Oost. Op basis van de grotere afgeleide effecten wordt locatie Heerenveen-Oost, arbitrair, als minst aantrekkelijk aangemerkt.

Tabel 4.16 Prioriteringstabel, windebiet 3 miljoen m³/jaar

Locatie		Primaire effecten		Afgeleide effecten				Overall-ranking
	gridcel	Ol (ha)	VK (m ³)	Z 0 (ha) *	Z 50 (ha) *	N (ha)	DLB (ha)	
Osingahuizen	2830	3813	330	0	0	0	0	1
Sloten	3312	4061	438	0	0	0	0	2
Heerenveen Oost	2999	8398	4493	113	0	0	494	5
Hoornsterzwaag	2648	10720	3299	86	0	0	167	4
4 ^e /5 ^e Veendistrict	45	3353	574	0	0	0	0	3

*: Z 0: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als veen aanwezig is

Z 50: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als minstens 50 cm veen aanwezig is

Winning 6 miljoen m³/jaar

Tabel 4.17 geeft de prioriteringstabel voor een windebiet van 6 miljoen m³/jaar.

Uit deze tabel blijkt dat winningslocatie Sloten de gunstigste winningslocatie is. Bij deze locatie is sprake van beperkte effecten op de landbouw; geen sprake van effecten op natuur en is er geen zettingsgevaar. Daarnaast is de oppervlakte van het invloedsgebied en de grootte van het aantal verlagingskuubs relatief beperkt. Tevens is deze locatie hydrologisch weinig kwetsbaar en zijn weinig bodemverontreinigingen

bekend in de 25jaarszone. De winningslocatie in het 4^e/5^e Veendistrict heeft meer effecten op de landbouw dan de winningslocatie Sloten; ook zijn meer bodemverontreinigingen bekend. Om deze redenen is dit de één na gunstigste locatie. De winningslocaties Heerenveen-Oost en Waskemeer hebben beide een grote impact op de landbouw en leiden beide tot zettingen. Daarnaast heeft grondwaterwinning op de locatie Waskemeer eveneens gevolgen voor de natuurwaarden in EHS-gebied Bakkeveensterduinen. Om deze reden wordt winningslocatie Waskemeer als de minst gunstige beschouwd.

Tabel 4.17 Prioriteringstabel, windebiet 6 miljoen m³/jaar

Locatie		Primaire effecten		Afgeleide effecten				Overall-ranking
	gridcel	OI (ha)	VK (m ³)	Z 0 (ha) *	Z 50 (ha) *	N (ha)	DLB (ha)	
Sloten	3312	7974	1177	0	0	0	3	1
Heerenveen Oost	2999	11769	9700	362	0.3	0	1137	3
4 ^e /5 ^e Veendistrict	45	5806	1446	0	0	0	52	2
Waskemeer	66	15318	9214	347	2	228	864	4

*: Z 0: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als veen aanwezig is

Z 50: uitgangspunt is dat zetting kan optreden als minstens 50 cm veen aanwezig is

4.7 Kanttekeningen bij uitwerking

Algemene opmerking: Bij de uitwerking naar de zoektocht naar aanvullende winningscapaciteit is niet op detailniveau gekeken naar de geohydrologische situatie. Zo is het mogelijk dat bepaalde informatie niet wordt meegenomen. Een voorbeeld is de aanwezigheid van brakwatervoorkomens rondom Spannenburg. Door het niet meenemen van alle detailinformatie is het mogelijk dat bij nadere beschouwing, een aantal gepresenteerde winningslocaties toch ongeschikt blijkt te zijn.

In dit rapport is verslag gedaan van de mogelijkheden om een aanvullende hoeveelheid van 8 miljoen m³/jaar grondwater te winnen binnen de provincie Fryslân. De mogelijkheden zijn nagegaan aan de hand van berekeningen met behulp van het modelinstrumentarium MIPWA.

De uitwerking heeft plaatsgevonden in twee fasen. De eerste fase, fase 3A, had het karakter van een quick scan en resulteerde in een globale aanduiding van potentieel gunstige winningslocaties. De tweede fase, fase 3B, betrof een nadere uitwerking van meerdere locaties met verschillende winningsdebieten.

Gedurende de uitvoering van het project is een aantal punten gesignaleerd die van invloed zijn geweest op de uitwerking. Om dit aspect niet uit het oog te verliezen is besloten die punten te inventariseren.

In het onderstaande is een overzicht opgenomen van de geplaatste kanttekeningen:

- Uitgangspunt voor de berekeningen werd gevormd door een zogenaamde I/R database. Deze bevatte berekeningsresultaten per gridcel voor verschillende debieten. Hoewel onderzoek diende te worden gedaan naar winningsdebieten van 2, 3 en 6 miljoen m³/jaar, bevatte de I/R database de resultaten van 1, 5 en 6 miljoen m³/jaar. Dit betekent dat de uitkomsten van de I/R database voor 1 en 5 miljoen m³/jaar met een factor zijn vermenigvuldigd om de uitkomsten van 2 en 3 miljoen m³/jaar te verkrijgen.

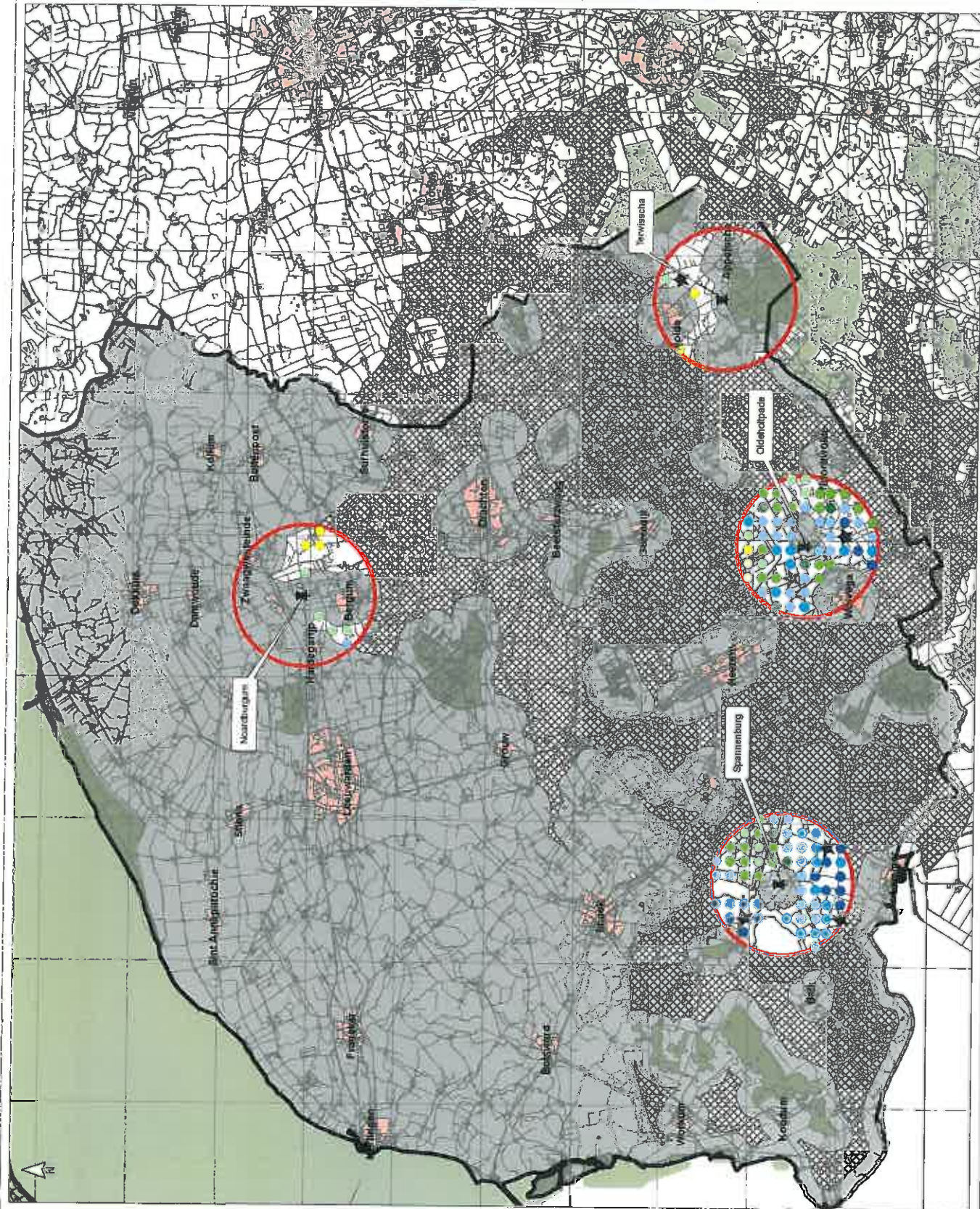
Gevolg: Hoewel het hanteren van een vermenigvuldigingsfactor op de uitkomsten van de I/R database niet geheel juist is, zijn de gevolgen van deze aanpak minimaal.

- De I/R database was niet consequent in het aanhouden van een 'target aquifer'. De target aquifer voor winningen van 1 en 6 miljoen m³/jaar kwam overeen, die van 5 miljoen m³/jaar week daarvan af. Als bij een wisselend debiet uit verschillende pakketten wordt onttrokken, leidt dit tot onoverzichtelijke uitkomsten.
Gevolg: presentatie van uitkomsten in I/R database was correct, maar onpraktisch. In de verdere uitwerking zijn de resultaten omgezet in een meer praktische vorm.
- De I/R database leverde regelmatig uitkomsten voor een winning uit het zevende watervoerend pakket. Dit kan leiden tot foutieve interpretatie en is onpraktisch. Het kan leiden tot een foutieve interpretatie, omdat ten onrechte gedacht wordt dat de effecten (kleine grondwaterstandsverandering) wel meevallen. In werkelijkheid bevindt het zevende pakket met groot doorlaatvermogen zich op 200-300 m diepte. Er zijn in het algemeen meerdere weerstandsbiedende lagen aanwezig boven dit zevende pakket. Het ligt derhalve voor de hand dat de veroorzaakte grondwaterstanddaling klein is. Dit gegeven biedt geen toegevoegde waarde. Het is tevens onpraktisch omdat een waterleidingbedrijf de putfilters niet zo diep zal plaatsen (duur, en tevens vergrote kans op het aantrekken van zout grondwater).
Gevolg: deze aanpak is onpraktisch, maar niet foutief. In de verdere uitwerking is met dit punt rekening gehouden.
- Soms leverde de I/R database uitkomsten voor winningen in zeer ondiep gelegen pakketten (bijvoorbeeld 2 m beneden maaiveld). De verlagingen kunnen in deze gevallen beperkt blijven door voeding uit het topsysteem. Op de aangaande locaties vormen deze pakketten steeds een geheel met onderliggende watervoerende pakketten. In de praktijk zal gekozen worden voor het plaatsen van een filter in een dieper gelegen pakket.
Gevolg: in betreffende gevallen is nagegaan of het mogelijk was het filter dieper te plaatsen. Deze informatie is correct verwerkt.
- In meerdere gevallen bleken geringe grondwaterstandsverlagingen in de I/R database een gevolg van het feit dat het doorlaatvermogen van een watervoerend pakket te hoog in MIPWA was opgenomen (bijvoorbeeld: kD-waarde van 30.000 m²/dag in de Lindevallei; kD van 32.000 m²/dag nabij Oldeholtpade). Als logisch gevolg wordt een beperkte grondwaterstanddaling uitgerekend. In werkelijkheid zullen de genoemde doorlaatvermogens kleiner zijn, waardoor grotere grondwaterstandsdalingen zullen optreden.
Gevolg: onterecht hoge kD's zijn handmatig naar een lagere waarde bijgesteld. Hierdoor zijn ter plekke meer betrouwbare rekenresultaten verkregen.
- Als de kD soms aanmerkelijk te hoog is in MIPWA; zal de waarde wellicht ook wel eens veel te laag zijn. In dat geval zullen grote grondwaterstandsverlagingen worden berekend, en kan de locatie ten onrechte in een vroegtijdig stadium worden afgeschreven.
Gevolg: onterecht lage kD's zijn niet aangetoond.

De in dit onderzoek gebruikte I/R database bevatte in sommige gevallen resultaten die het gevolg waren van minder praktische keuzes. Deze punten zijn onderkend. Aan de hand van expert judgement zijn deze punten beschouwd en omgezet in een meer praktische vorm.

Door de aangehouden werkwijze heeft een betrouwbare uitwerking van de gegevens plaatsgevonden. De rapportage biedt daardoor, vanuit hydrologisch perspectief, een goed inzicht in de mogelijkheden om een aanvullende hoeveelheid grondwater van 8 miljoen m³/jaar te onttrekken.

Bijlage 1
Potentieel geschikte locaties voor het winnen van
grondwater (bron: I/R database)



Verlegingskuubs per
onttrekkingslocatie (*1000)



Grens afstand tot zuiveringsgebouw

Provinciegrens

Zuiveringslocaties

Ongeschiede locatie

Potentieel geschikte locatie

Potentieel geschikte locatie, afstand tot zuiveringsgebouw ontoelbaar

VHR-gebieden

Nader te beschouwen

winningslocatie

Titel:

Potentiele grondwaterwinnings-
locaties, 2 miljoen kub per jaar
met daarbij de totale verlegingskuubs

Project:

Derde fase Bronnenonderzoek
Friesland

Opdrachtgever:

Vitens

Datum:

14-12-2007

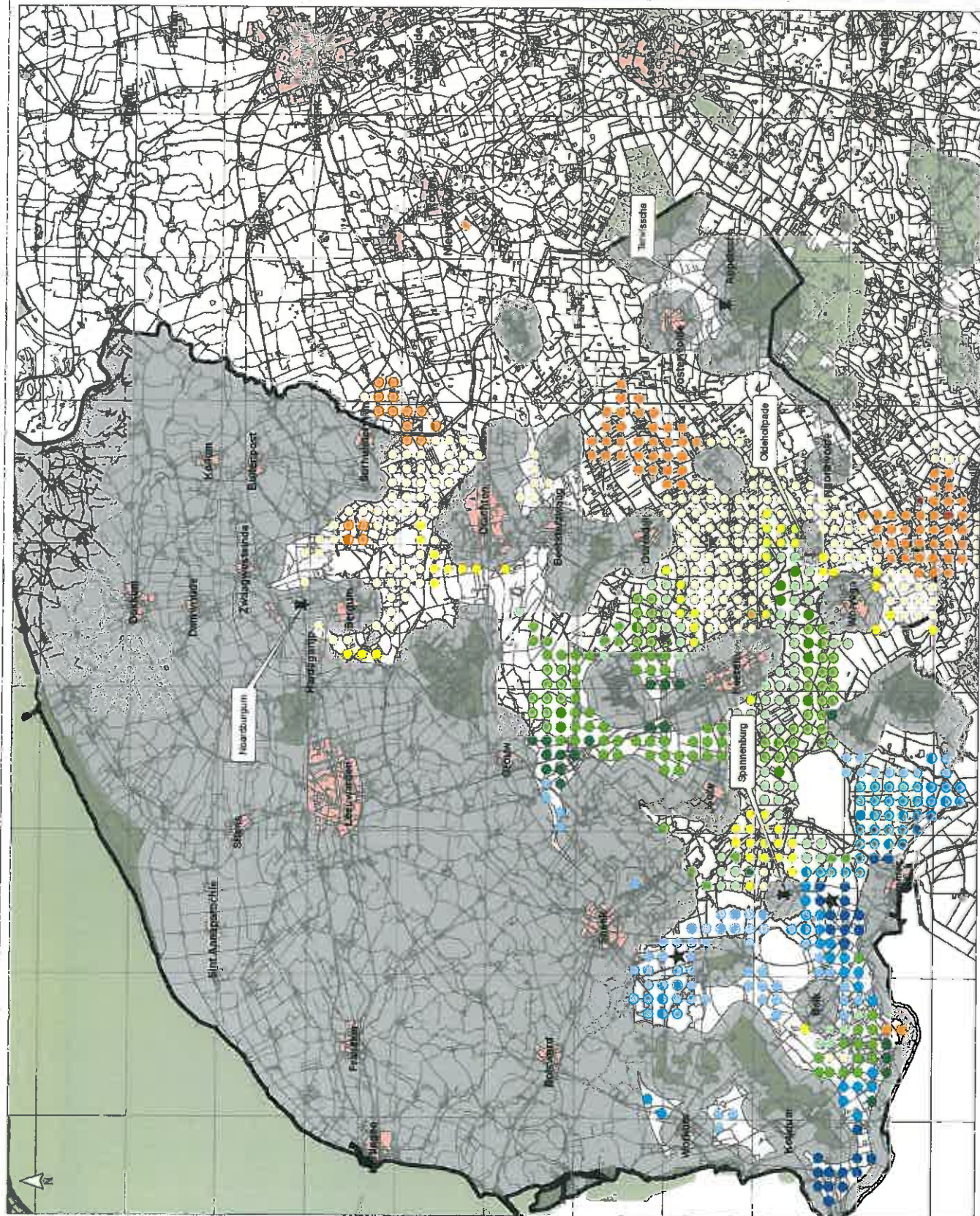
Schaal:

1:370000

Figuur:

3.1





Verlagingsskuubs per
onttrekingslocaasje (*1000)

- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500
- 500 - 750
- 750 - 1000
- 1000 - 2000
- 2000 - 3000
- 3000 - 4000
- 4000 - 5000
- > 5000

- Provinciegrens
- Zuiveringslocaasjes
- Ongeschiedte locaasje
- Potentiael geschiedte locaasje
- VHR-gebieden
- Nader te beschouwen
winninglocaasje

Titel:

Potentiele grondwaterwinning-
locaasjes, 3 miljoen kuub per jaar
met daarbij de totale verlagingsskuubs

Project:

Derde fase Bronnenonderzoek
Friesland

Opdrachtgever:

Vitens

Datum:

19-12-2007

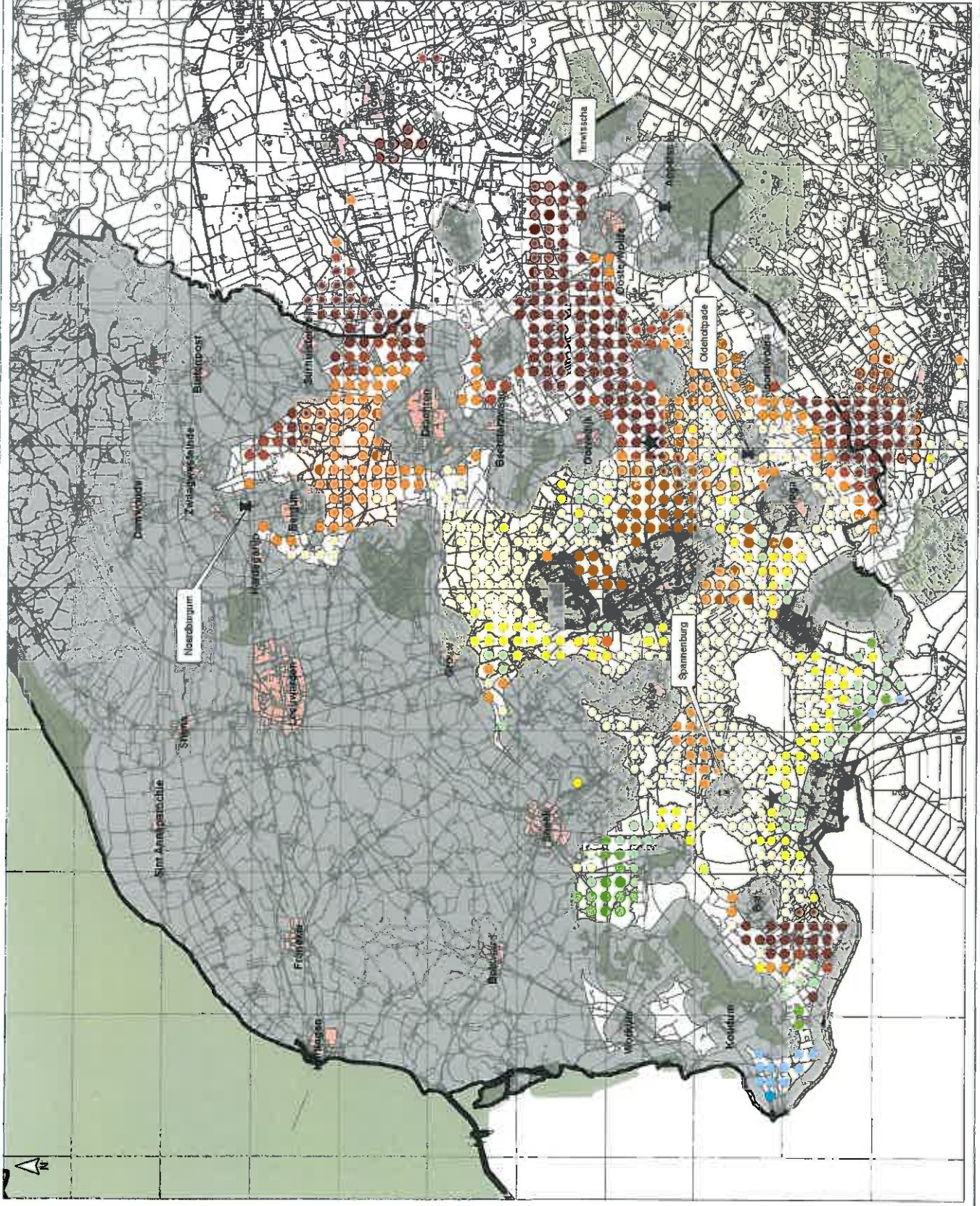
Schaal:

1:370000

Figuur:

3.2





Verlagingskuubs per
onttrekingslocatie (*1000)

- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500
- 500 - 750
- 750 - 1000
- 1000 - 2000
- 2000 - 3000
- 3000 - 4000
- 4000 - 5000
- > 5000

- Provinciegrens
- Zuiveringslocaties
- Ongeschoolde locatie
- Potentieel geschikte locatie
- VHR-gebieden
- Nader te beschouwen
winninglocatie

Potentiele grondwaterwinning-
locaties, 6 miljoen kuub per jaar
met daarbij de totale verlagingskuubs
Project:
Derde fase Bronnenonderzoek
Friesland

Opdrachtgever:
Vitens

Datum: 09-01-2008
Schaal: 1:370000

Figuur:
3.3





Bijlage 2
Resultaattabellen voor winningen van 2, 3 en 6 miljoen
m³/jaar

Resultaattabel, winning 2 miljoen m³/jaar

X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Onttrekkings- locatie	Invloeds- gebied (ha)	Verlagings- kuubs(*1000)	oppervlakte beïnvloed natuurgebied > 5cm (ha)
Spannenburg					
177375	544625	4331	94	-15	0
178375	544625	4332	113	-15	0
172375	550375	3661	81	-16	0
173375	551375	3549	63	-18	0
173375	550375	3662	63	-19	0
174375	552375	3438	75	-22	0
173375	549375	3774	88	-24	0
173375	543625	4439	175	-28	0
175375	543625	4441	169	-31	0
175375	544625	4329	181	-33	0
Oldeholtade					
198375	541625	4686	75	-17	0
200375	543625	4466	125	-19	0
199375	542625	4577	131	-24	0
197375	547375	4017	119	-29	0
201375	543625	4467	238	-48	0
198375	547375	4018	131	-51	0
196375	548375	3906	269	-64	0
195375	546375	4126	238	-72	0
201375	550375	3690	344	-80	0
199375	541625	4687	406	-82	0
Terwisscha					
218375	555375	3155	1563	-468	0
218375	556375	3049	1356	-545	0
213375	555375	3150	1788	-765	0
217375	554375	3263	2894	-874	0
Noardburgum					
192375	578625	1104	706	-151	0
193375	578625	1105	1481	-513	0
193375	579625	1044	1500	-528	0
194375	580625	982	1494	-649	0
197375	581625	922	1650	-745	0
199375	580625	986	2706	-902	0
200375	580625	987	2719	-915	0
199375	581625	923	2756	-948	0

Resultaattabel, winning 3 miljoen m³/jaar

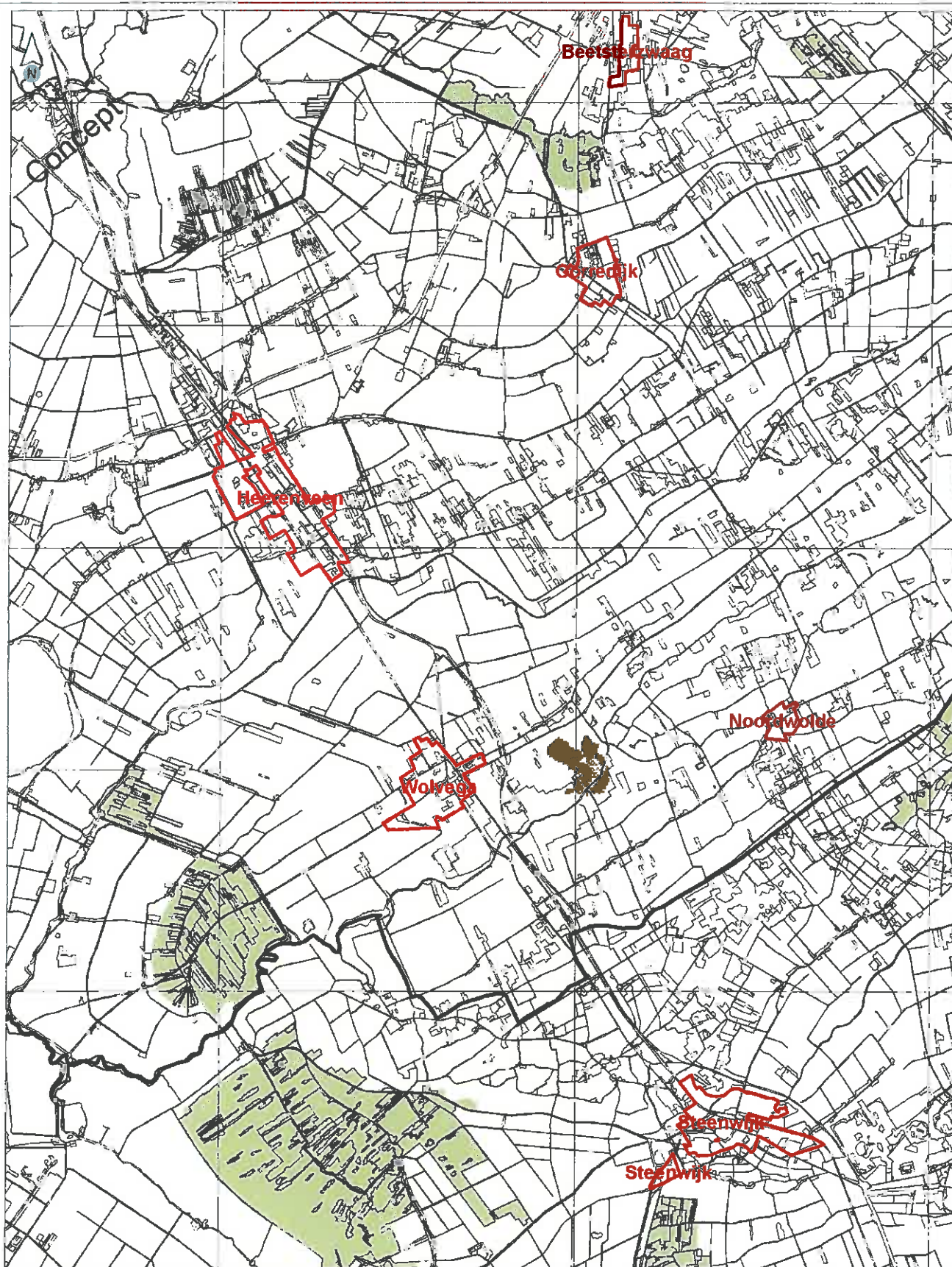
X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Onttrekkings- locatie	Invloeds- gebied (ha)	Verlagings- kuubs(*1000)	oppervlakte beïnvloed natuurgebied > 5cm (ha)
Osingahuzen					
168375	558375	2613	1319	-82	0
167375	557375	2683	1338	-87	0
168375	557375	2684	1481	-93	0
167375	556375	2753	1363	-96	0
167375	555375	2826	1294	-97	0
168375	556375	2754	1506	-99	0
169375	556375	2755	1525	-101	0
168375	555375	2827	1469	-104	0
169375	555375	2828	1606	-109	0
168375	554375	2899	1456	-110	0
Sleat(Sloten)					
173375	542625	3841	306	-16	0
174375	542625	3842	319	-18	0
173375	543625	3750	406	-22	0
174375	543625	3751	381	-23	0
177375	542625	3845	463	-25	0
175375	543625	3752	444	-26	0
176375	543625	3753	469	-28	0
178375	542625	3846	538	-29	0
174375	544625	3656	494	-31	0
177375	543625	3754	550	-31	0
Heerenveen oost					
195375	557375	2708	6100	-400	0
196375	557375	2709	6769	-431	0
196375	548375	3371	3113	-446	0
197375	548375	3372	3469	-486	0
194375	556375	2777	6119	-523	0
197375	557375	2710	7975	-524	0
195375	556375	2778	6488	-560	0
196375	556375	2779	6831	-599	0
193375	555375	2848	5663	-610	0
194375	555375	2849	6213	-692	0
Hoornsterzwaag					
207375	554375	2933	16910	-2036	0
205375	555375	2860	13680	-2052	0
204375	556375	2787	11960	-2137	0
206375	561625	2366	16460	-2326	0
207375	561625	2367	17410	-2359	0
207375	555375	2862	12210	-2383	0
206375	560625	2454	15500	-2394	0
208375	555375	2863	13160	-2405	0
207375	560625	2455	16710	-2416	0
208375	560625	2456	17870	-2464	0

Resultaattabel, winning 6 miljoen m³/jaar

X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Onttrekkings- locatie	Invloeds- gebied (ha)	Verlagings- kuubs(*1000)	oppervlakte beïnvloed natuurgebied (ha)
Sleat(Sloten)					
174375	542625	3468	34560000	-510	0
173375	542625	3467	34250000	-527	0
175375	543625	3391	41880000	-674	0
173375	543625	3389	38880000	-686	0
174375	543625	3390	43250000	-686	0
176375	543625	3392	44690000	-758	0
171375	542625	3465	32880000	-768	0
172375	543625	3388	35880000	-783	0
177375	542625	3471	34440000	-805	0
175375	544625	3312	54250000	-841	0
Heerenveen oost					
196375	557375	2345	18560000	-570	0
199375	548375	3028	34380000	-864	0
196375	548375	3025	33560000	-943	0
196375	556375	2421	43060000	-979	0
201375	550375	2879	35750000	-994	0
197375	556375	2422	50000000	-1030	0
200375	549375	2954	39060000	-1159	0
197375	557375	2346	30690000	-1199	0
196375	556375	2420	40250000	-1271	0
194375	556375	2419	40560000	-1272	0

Bijlage 3 **Berekeningsresultaten per plaatse van geselecteerde** **winningslocaties**

Winningslocaties, 2 miljoen m³/jaar



**Verlaging
grondwaterstand (m)**

- | | |
|------------|---------------|
| 0.4 - 0.2 | ★ Onttrekking |
| 0.2 - 0.05 | □ Plaatsen |
| < 0.05 | ■ EHS-gebied |

Titel:
Verlaging grondwaterstand
2 miljoen m³/j, Oldeholtpe (1)
(4466)
Project:
Bronnenstudie Friesland

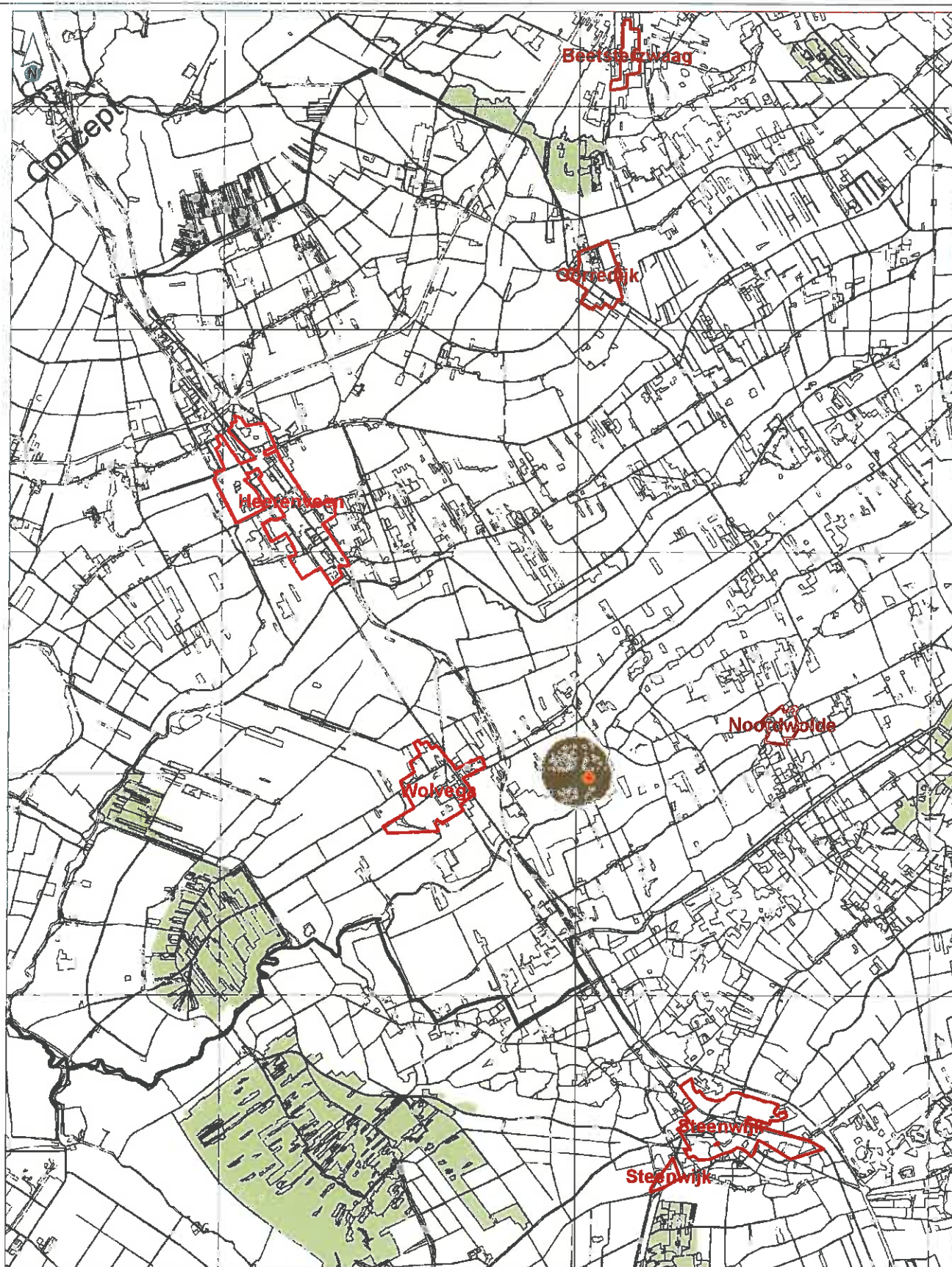
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
28-03-2008

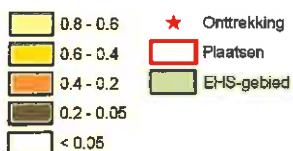
Schaal:
1:150000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging stijghoogte vijfde
watervoerend pakket 2 miljoen
m³/j, Oldeholtpade (1) (4466)
Project:
Bronnenstudie Friesland

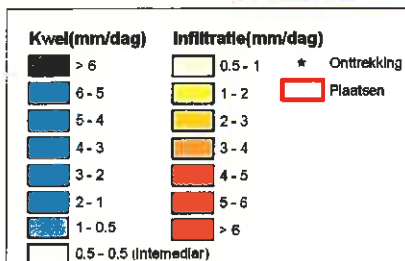
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

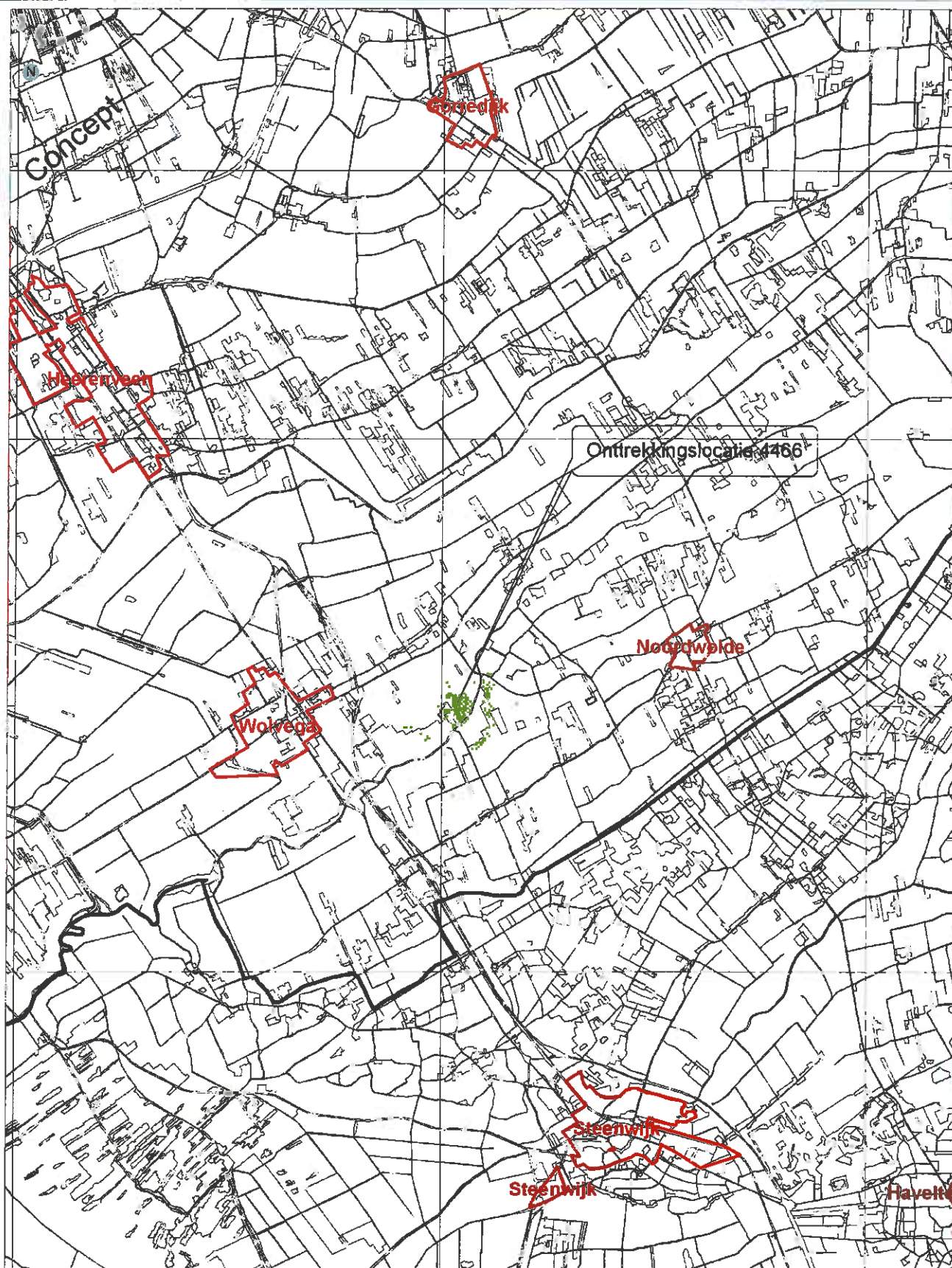


Datum:
28-03-2008

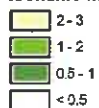
Schaal:
1:150000



ROYAL HASKONING
Engineering • Architecture • Planning • Environment • Water



Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



* Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verskil kwel en infiltratie laag 1,
2 miljoen m³/j. Oldeholtpade (1)
(4466) minus huidig
Project:
Bronnenstudie Friesland

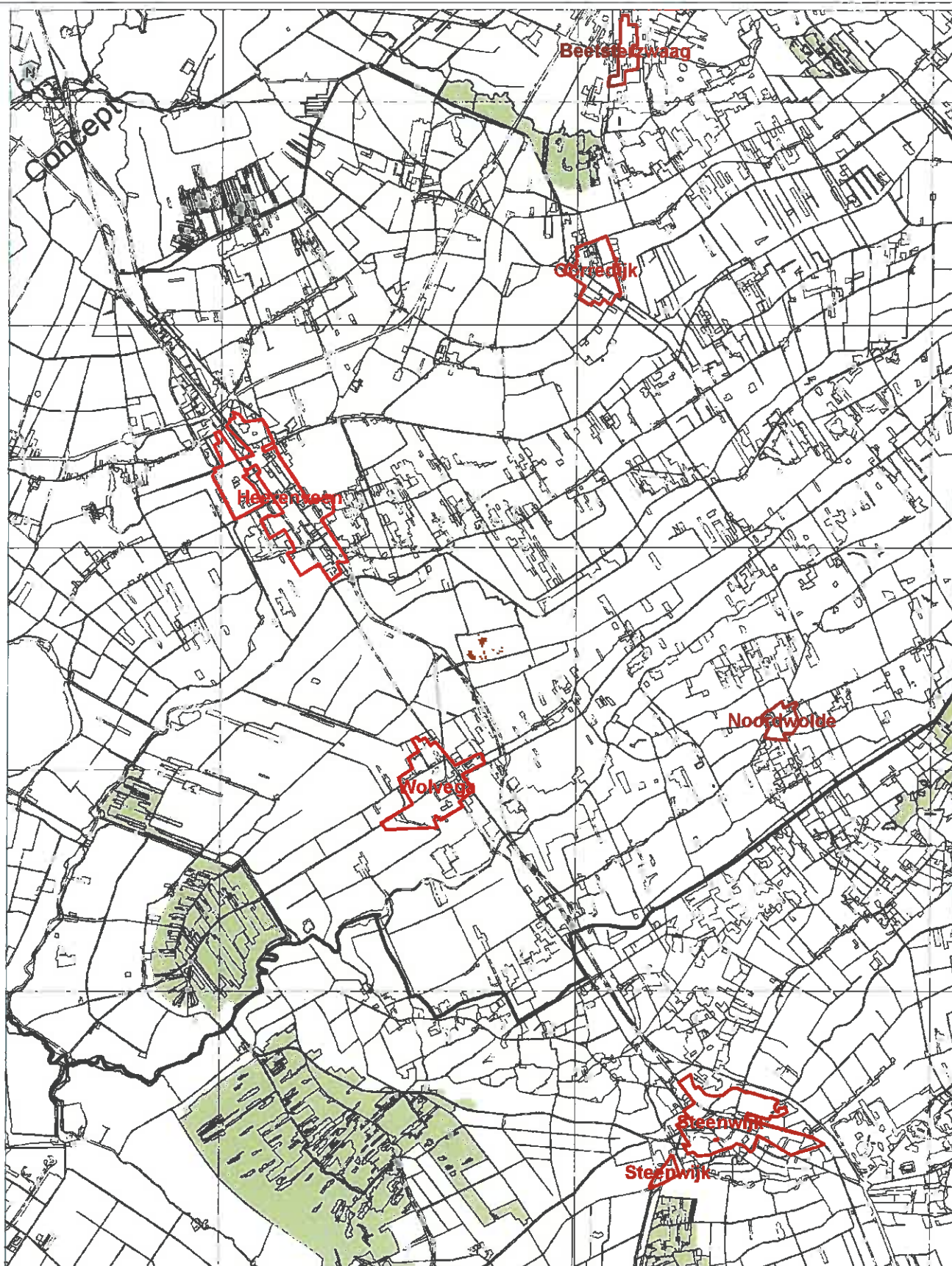
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens



Datum:
27-02-2008

Schaal:
1:125000



**Verlaging
grondwaterstand (m)**

0.2 - 0.05
< 0.05

- ★ Onttrekking
- Plaatzen
- EHS-gebied

Titel:
Verlaging grondwaterstand
2 miljoen m³/j, Oldeholtspade (2)
(4017)
Project:
Bronnenstudie Friesland

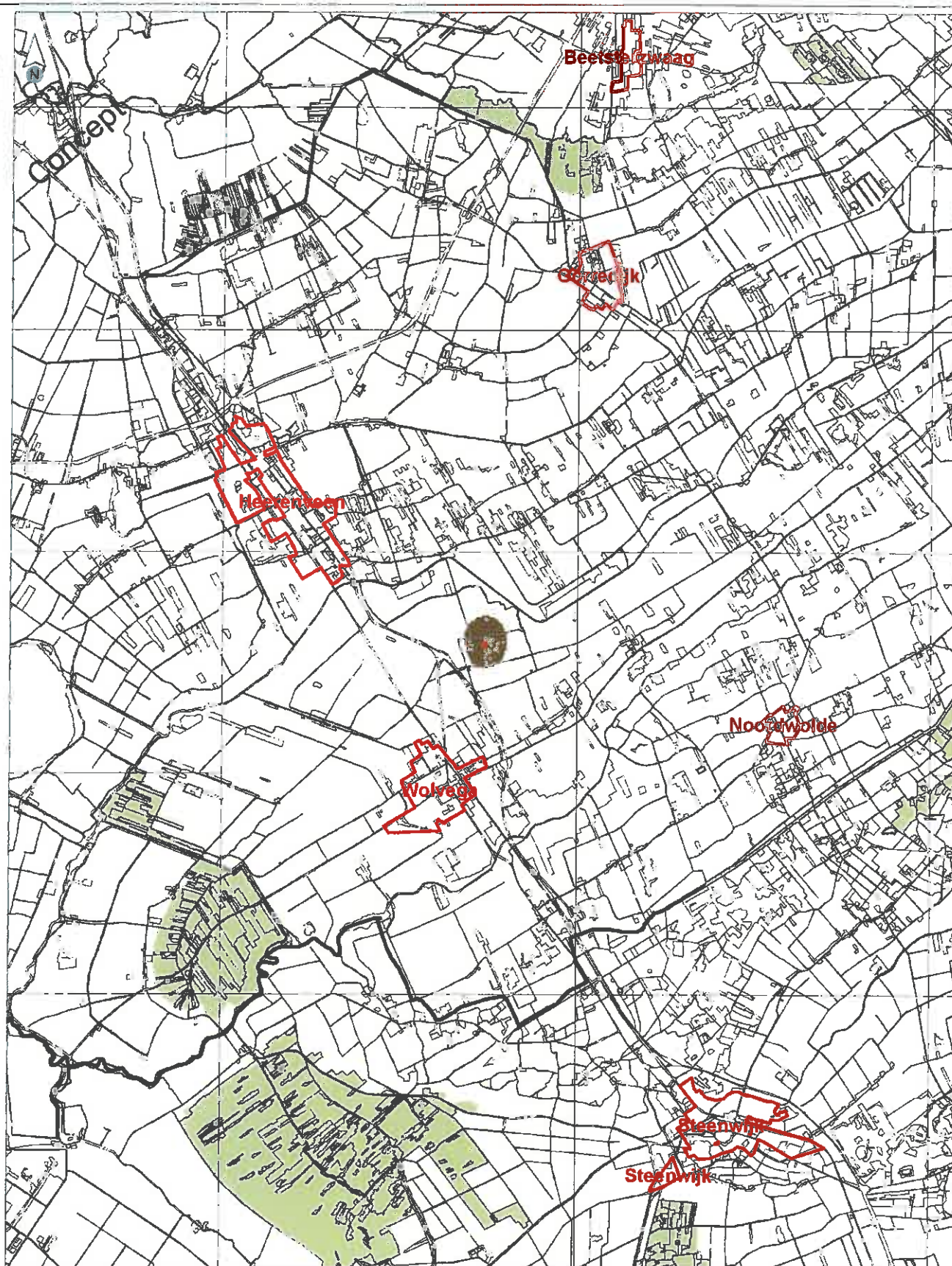
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

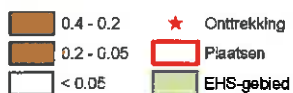
Datum:
19-02-2008

Schaal:
1:150000





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging stijghoogte vijfde
watervoerend pakket 2 miljoen
m³/j. Oldehoftpade (2) (4017)
Project:
Bronnenstudie Friesland

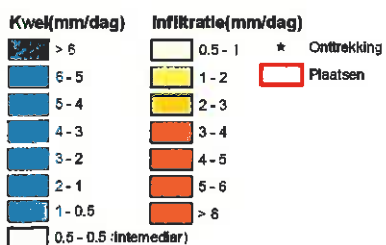
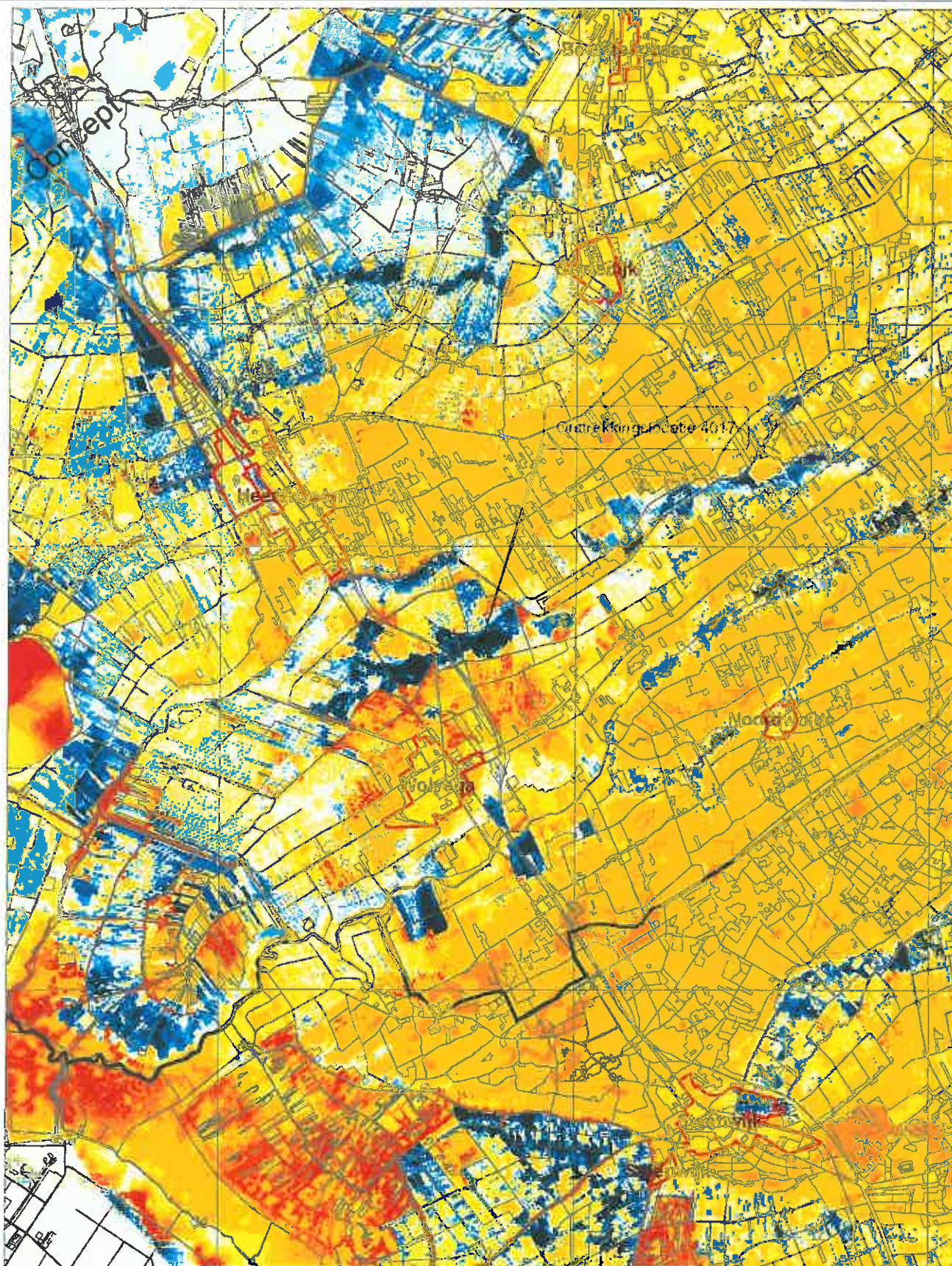
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens



Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000



Titel:
Kwel en infiltratie laag 1,
2 miljoen m³/j, Oldeholtspade (2)
(4017)
Project:

Bronnenstudie Friesland

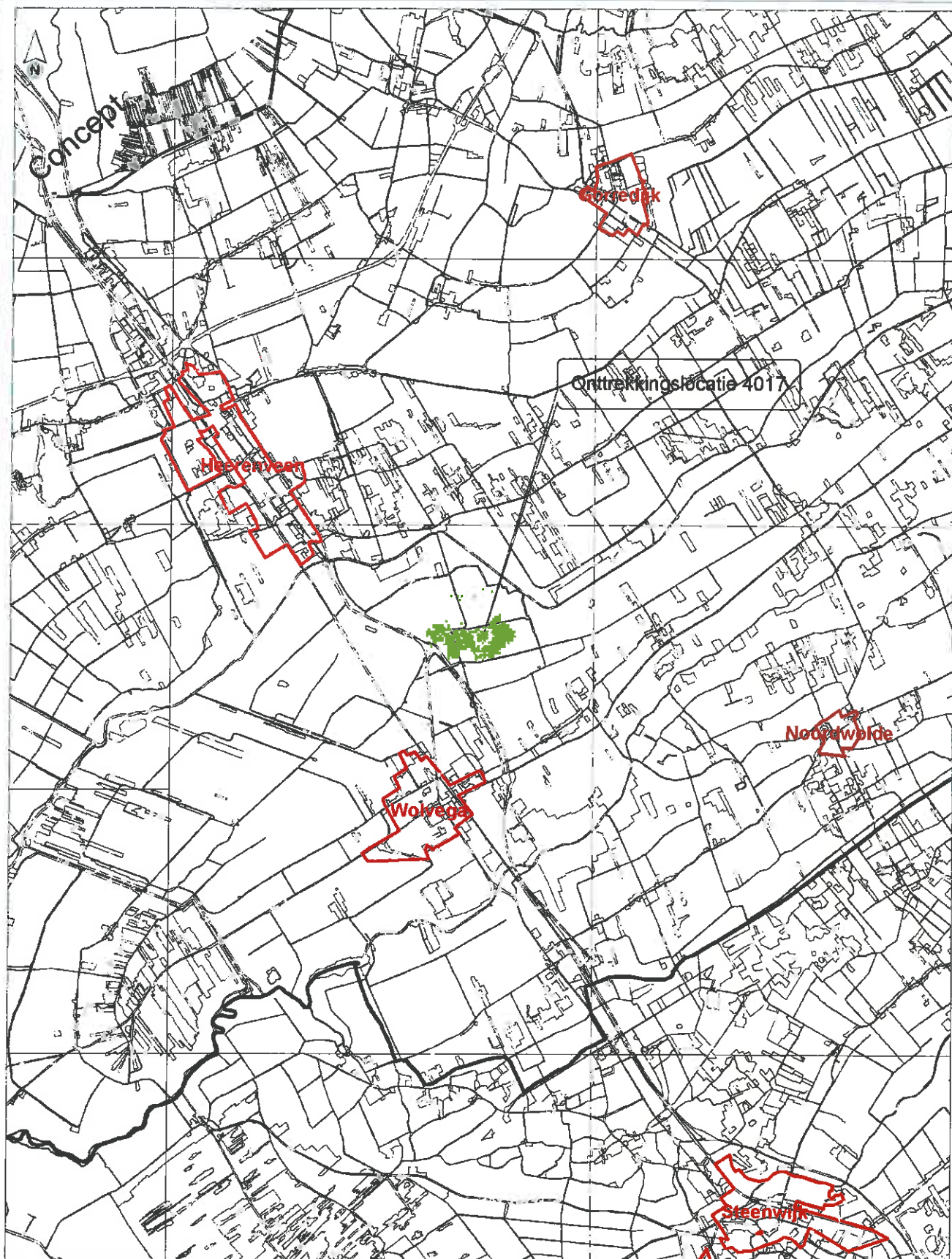
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
21-02-2008

Schaal:
1:150000

Figuur:
X





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



• Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1,
2 miljoen m³/j, Oldeholtpade (2)
(4017) minus huidig
Project:

Bronnenstudie Friesland

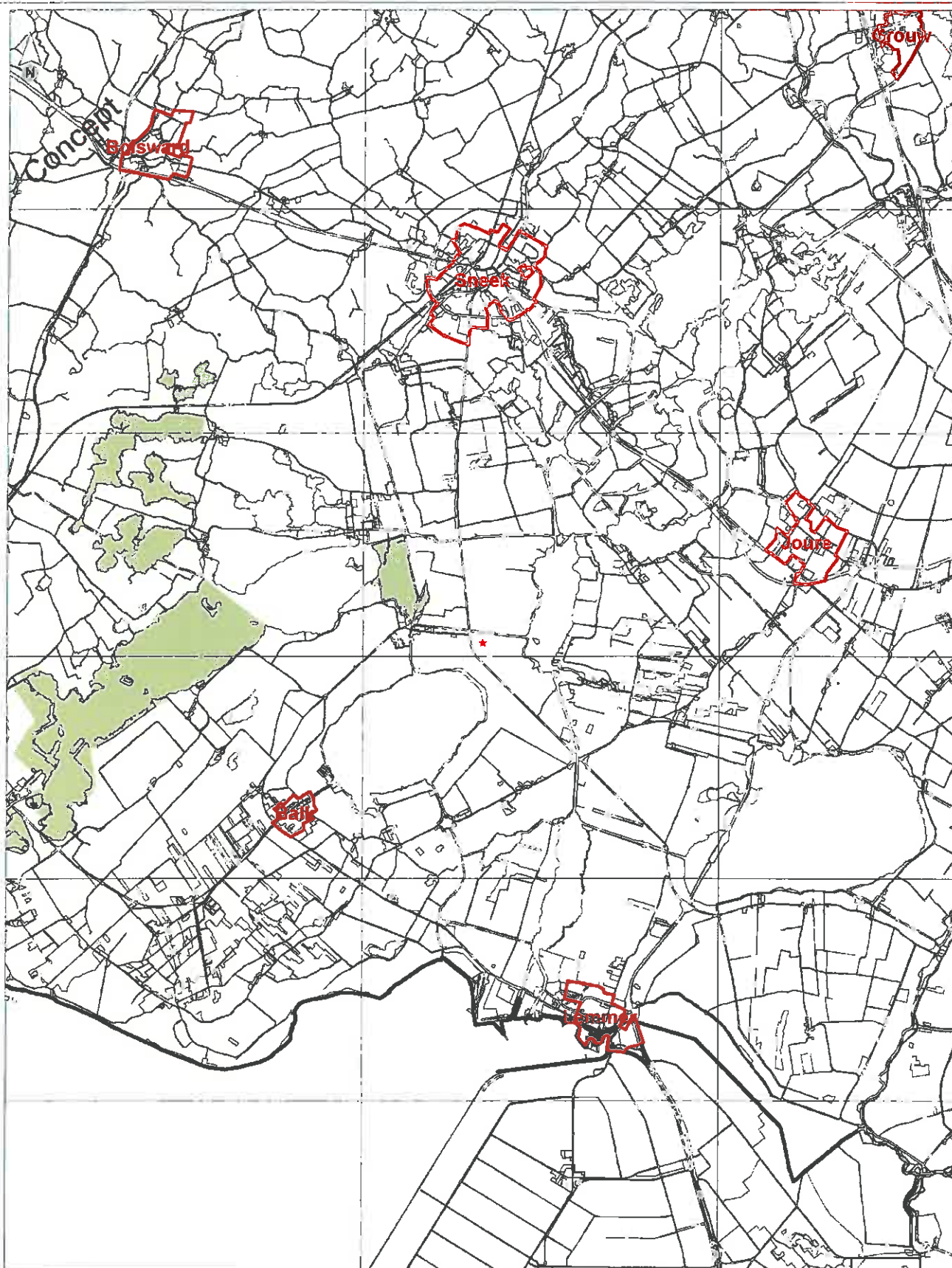
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-02-2008

Schaal:
1:125000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

0.2 - 0.05

< 0.05

★ Onttrekking

Plaatsen

EHS-gebied

Titel:
Verlaging grondwaterstand
2 miljoen m³/j, Spannenburg (1)
(3662)
Project:

Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:

Vitens

Datum:

19-02-2008

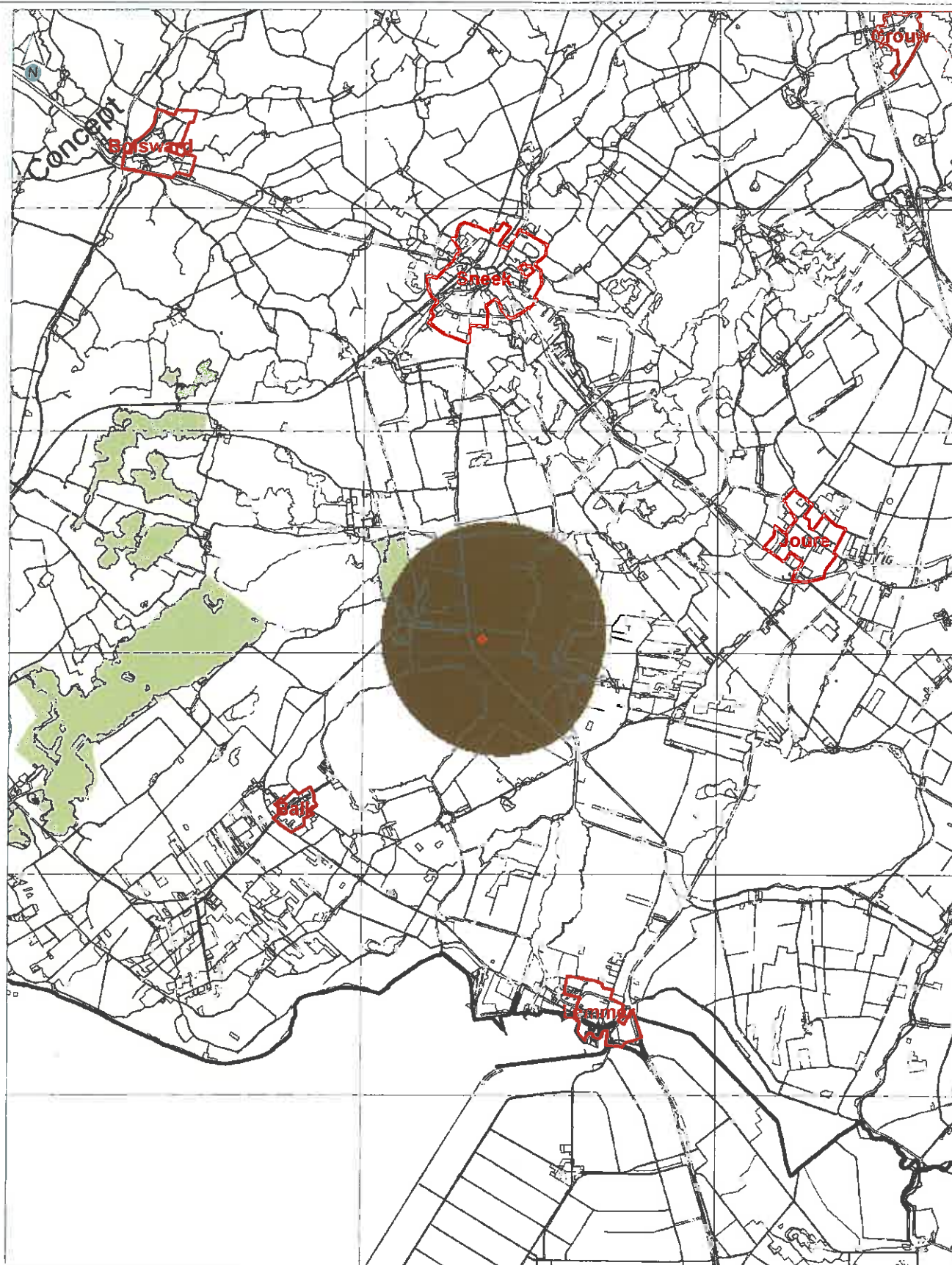
Schaal:

1:150000

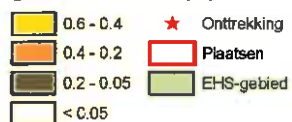
Figuur:

X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging stijghoogte vijfde
watervoerend pakket 2 miljoen
m³/j, Spannenburg (1) (3662)
Project:
Bronnenstudie Friesland

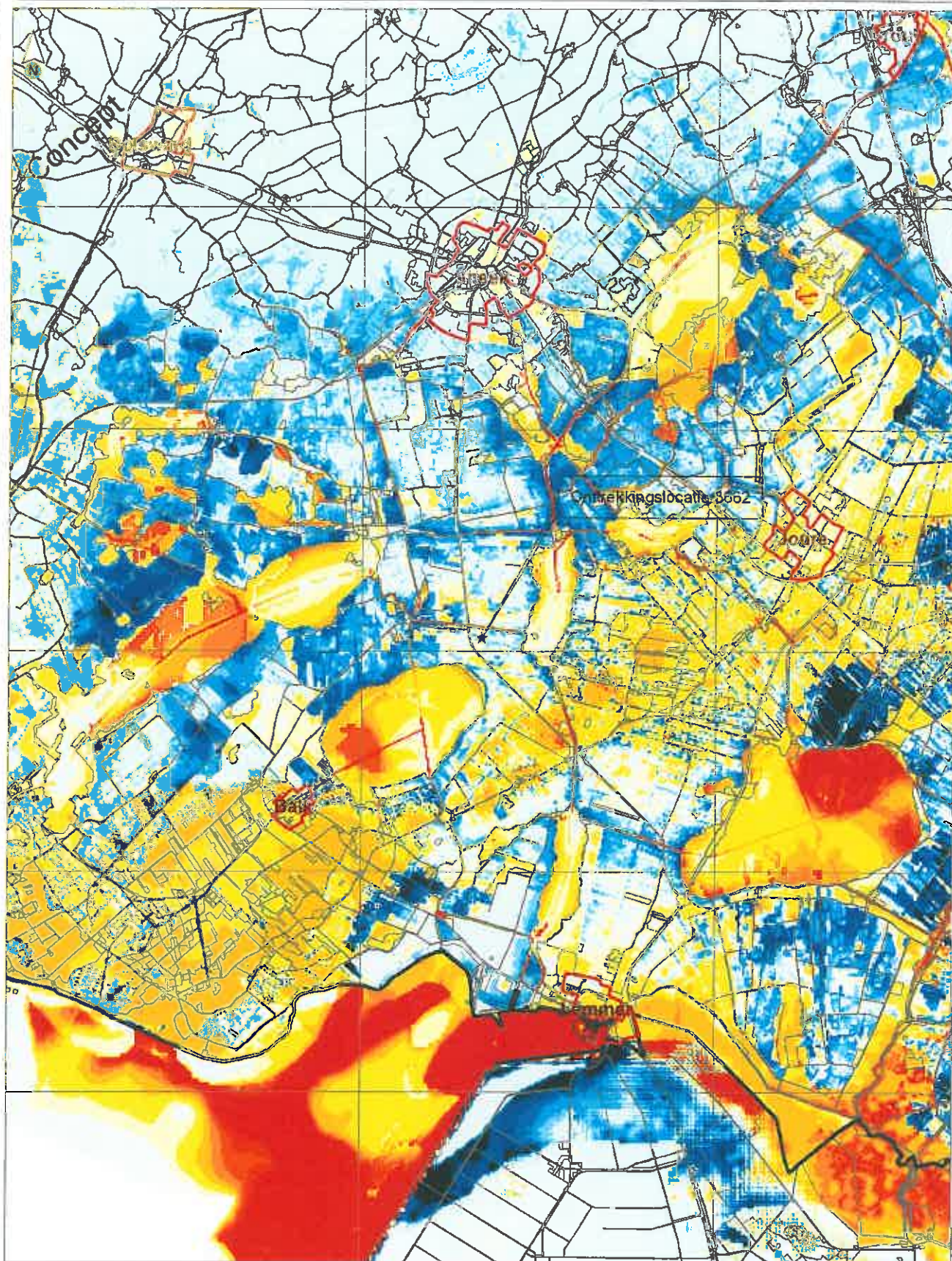
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens



Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000



Kwel(mm/dag)

Dark Blue	> 6
Blue	6-5
Light Blue	5-4
Very Light Blue	4-3
White	3-2
Light Yellow	2-1
Yellow	1-0.5
White	0.5 - 0.5 (intermedlar)

Infiltratie(mm/dag)

White	0.5 - 1
Light Yellow	1-2
Yellow	2-3
Orange	3-4
Red-Orange	4-5
Red	5-6
Dark Red	> 6

- ★ Onttrekking
- Plaatsen

Titel:
Kwel en infiltratie laag 1,
2 miljoen m3/j, Spannenburg (1)
(3662)
Project:

Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
21-02-2008

Schaal:
1:150000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

< 0.05



Onttrekking



Plaatsen



EHS-gebied

Titel:
Verlaging grondwaterstand
2 miljoen m³/j, Spannenburg (2)
(4339)
Project:

Bronnenstudie Friesland

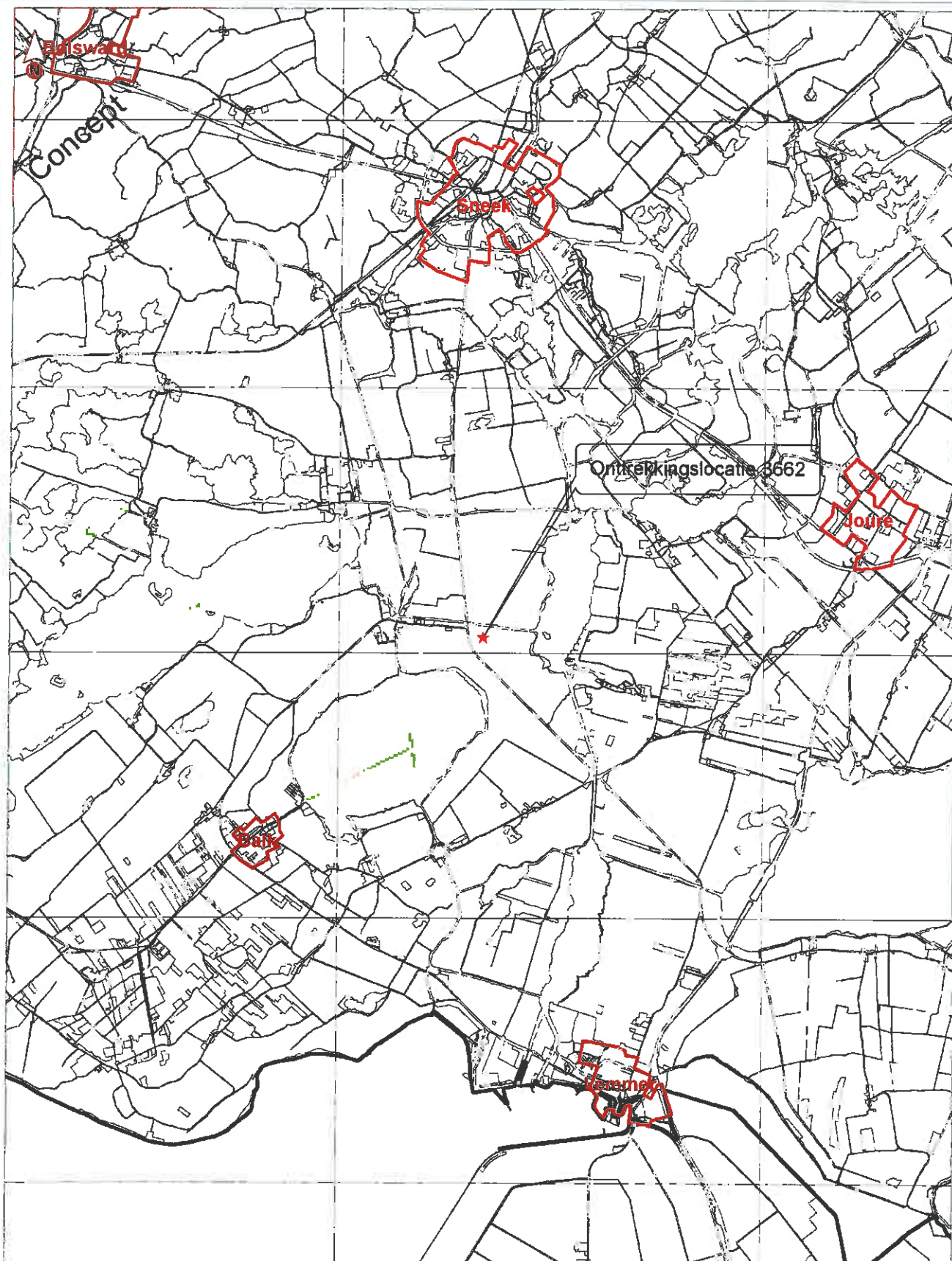
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
19-02-2008

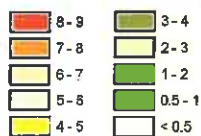
Schaal:
1:150000

Figuur:
X





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



★ Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1,
2 miljoen m³/j, Spannenburg (1)
(3662) minus huidige
Project:

Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-02-2008

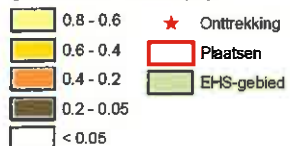
Schaal:
1:125000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging stijghoogte vijfde
watervoerend pakket 2 miljoen
m³/j, Spannenburg (2) (4439)
Project:

Bronnenstudie Friesland

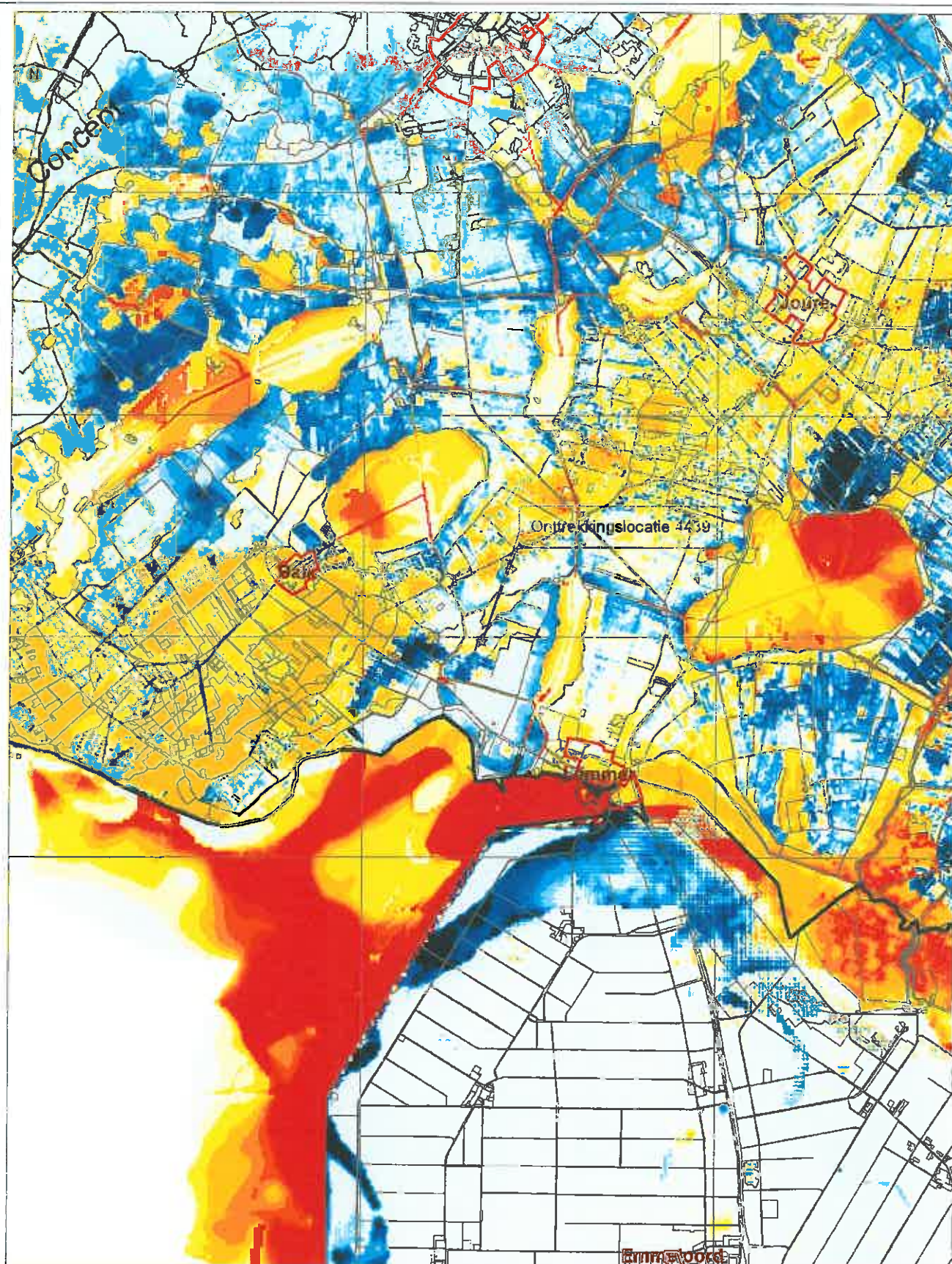
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000

Figuur:
X





Kwel(mm/dag)	Infiltratie(mm/dag)	
> 6	0.5 - 1	★ Onttrekking
6 - 5	1 - 2	□ Plaatsen
5 - 4	2 - 3	
4 - 3	3 - 4	
3 - 2	4 - 5	
2 - 1	5 - 6	
1 - 0.5	> 6	
0.5 - 0.5 (intermediar)		

Titel:
 Kwel en infiltratie laag 1,
 2 miljoen m³/j. Spanneburg (2)
 (4439)
 Project:
 Bronnenstudie Friesland

Figuur:
 X

Opdrachtgever:
 Vitens

Datum:
 21-02-2008

Schaal:
 1:150000





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



• Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1,
2 miljoen m³/j, Spanneburg (2)
(4439) minus huidig
Project:

Bronnenstudie Friesland

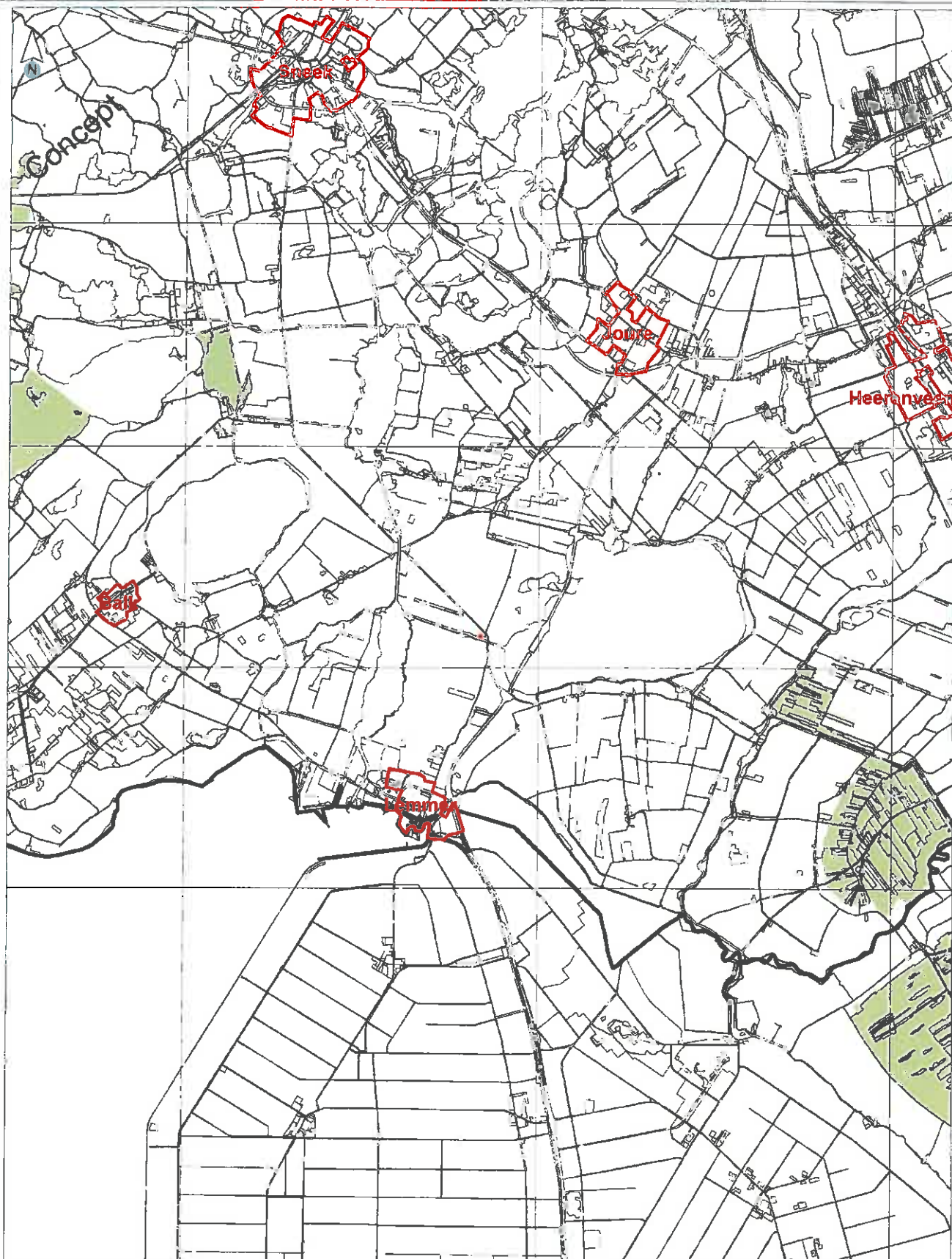
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-02-2008

Schaal:
1:125000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

□ < 0.05

★ Onttrekking

□ Plaatsen

■ EHS-gebied

Titel:
Verlaging grondwaterstand
2 miljoen m³/j, Spannenburg (3)
(4332)
Project:

Bronnenstudie Friesland

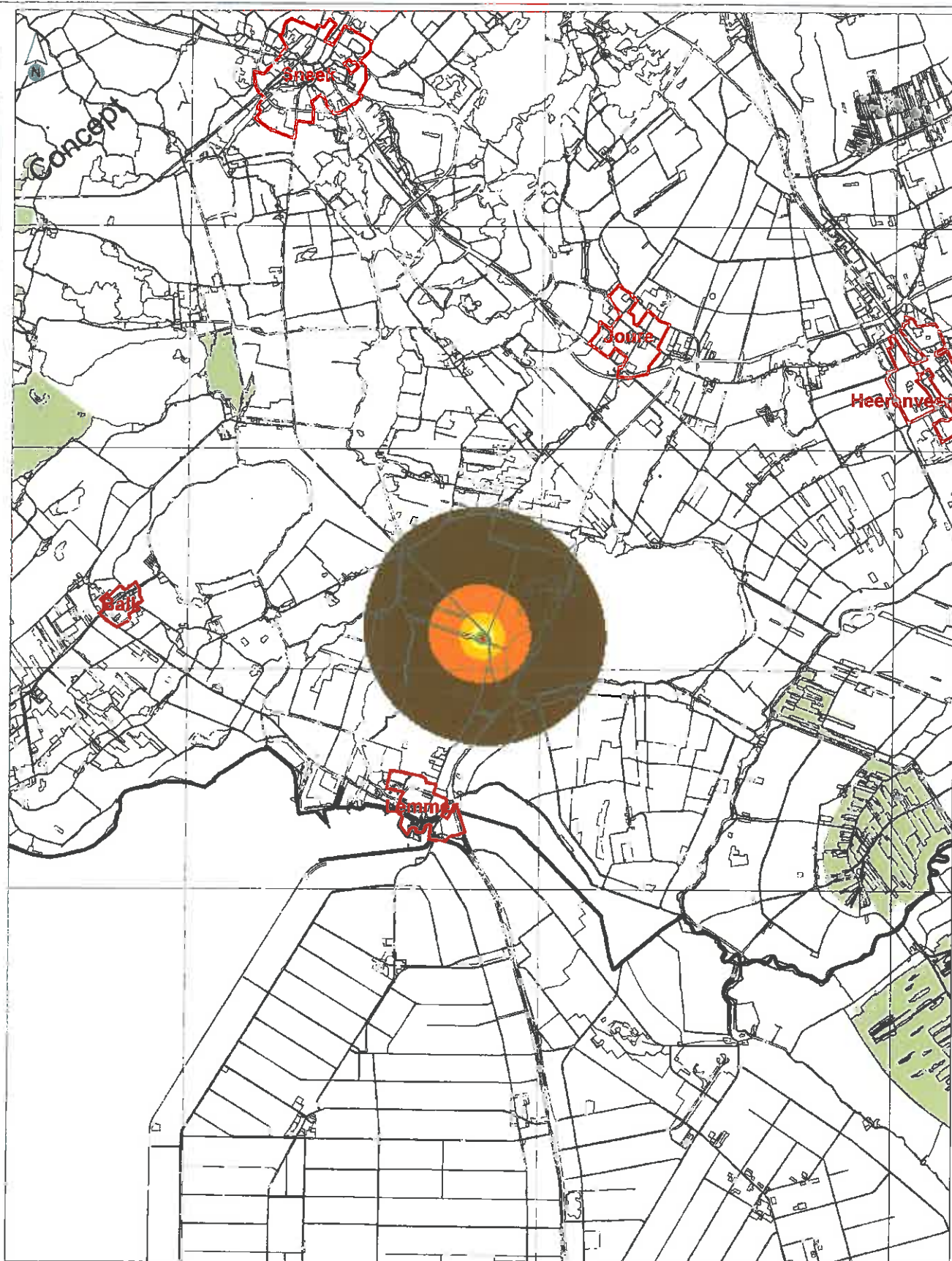
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
19-02-2008

Schaal:
1:150000

Figuur:
X





**Verfaging
grondwaterstand (m)**

1.8 - 1.6	0.4 - 0.2
1.6 - 1.4	0.2 - 0.05
1.4 - 1.2	< 0.05
1.2 - 1	★ Onttrekking
1 - 0.8	□ Plaatsen
0.8 - 0.6	■ EHS-gebied
0.6 - 0.4	

Titel:
Verfaging stijghoogte vijfde
watervoerend pakket 2 miljoen
m³/j, Spannenburg (3) (4332)
Project:
Bronnenstudie Friesland

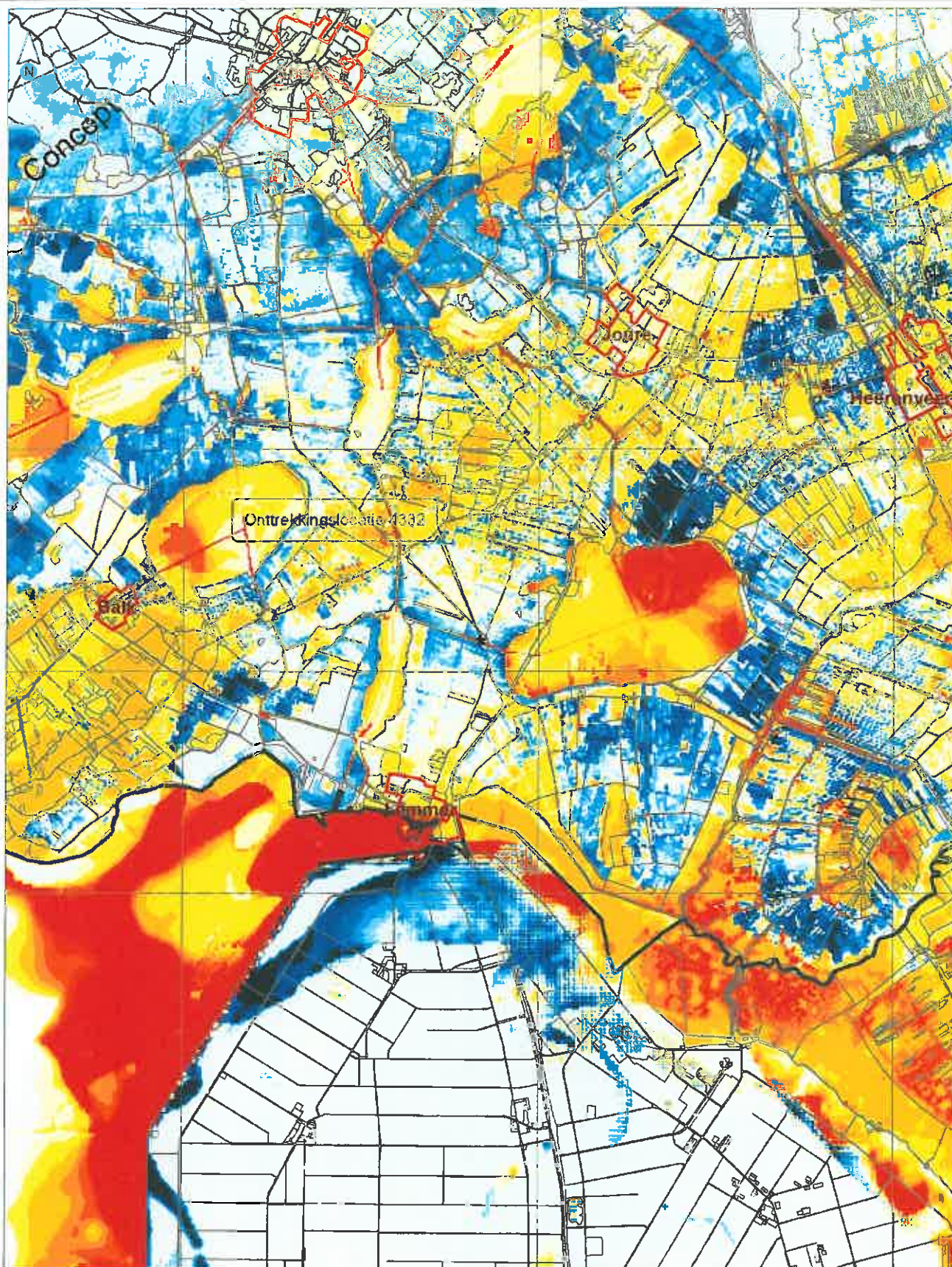
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000





Kwel(mm/dag)	Infiltratie(mm/dag)	
> 6	0.5 - 1	★ Onttrekking
6 - 5	1 - 2	□ Plaatsen
5 - 4	2 - 3	
4 - 3	3 - 4	
3 - 2	4 - 5	
2 - 1	5 - 6	
1 - 0.5	> 6	
0.5 - 0.5 (intermedier)		

Titel:
 Kwel en infiltratie laag 1,
 2 miljoen m³/j, Spannenburg (3)
 (4332)
 Project:
 Bronnenstudie Friesland

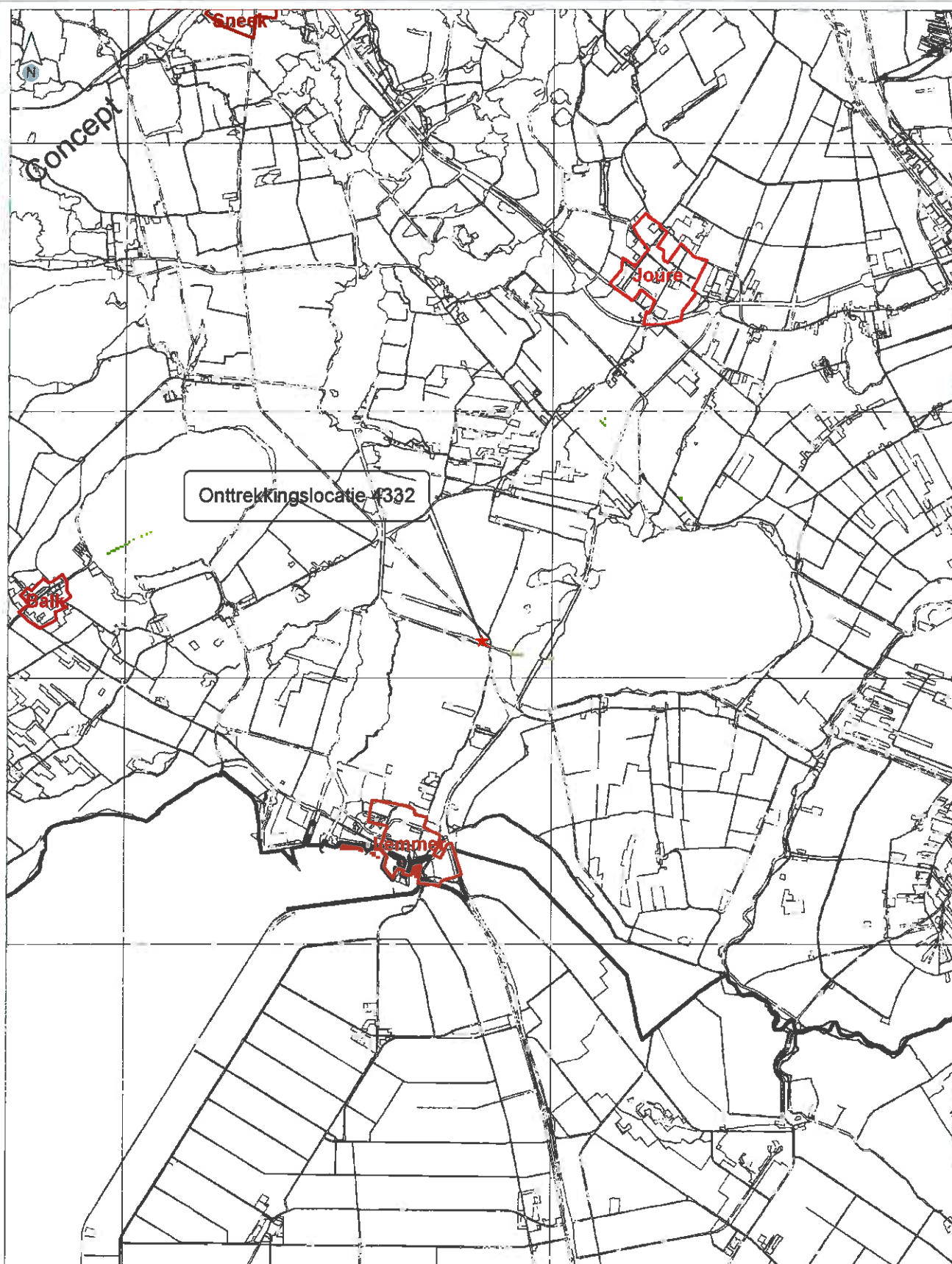
Figuur:
 X

Opdrachtgever:
 Vitens

Datum:
 21-02-2008

Schaal:
 1:150000





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1.
2 miljoen m³/j, Spannenburg (3)
(4332) minus huidig
Project:

Bronnenstudie Friesland

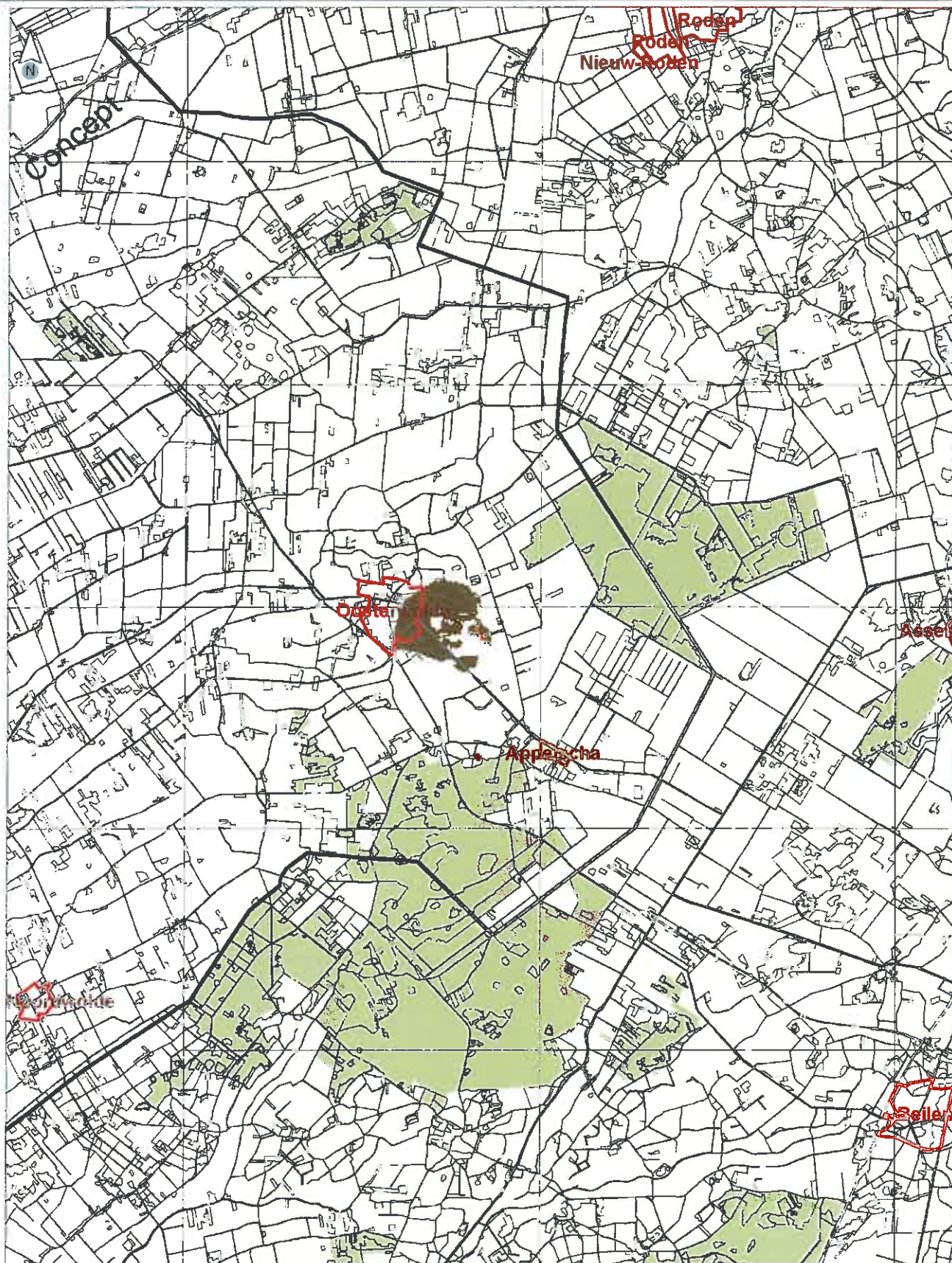
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-02-2008

Schaal:
1:125000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

- 0.4 - 0.2
- 0.2 - 0.05
- < 0.05

- ★ Onttrekking
- Plaatsen
- EHS-gebied

Titel:
Verlaging grondwaterstand
2 miljoen m³/j, Tervisscha
(3155)
Project:
Bronnenstudie Friesland

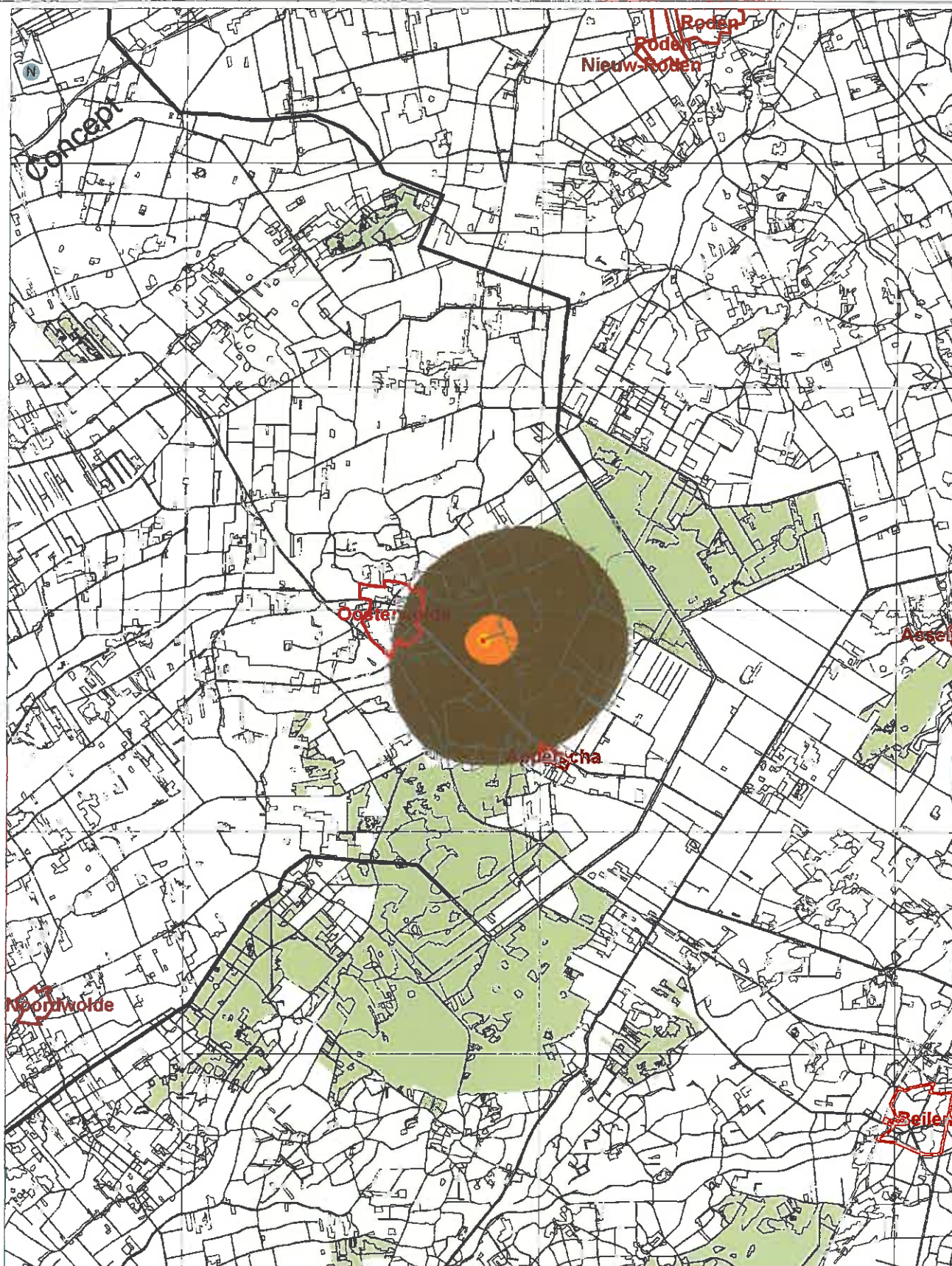
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

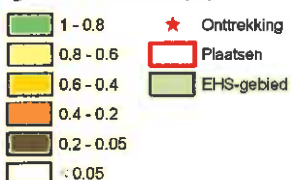
Datum:
19-02-2008

Schaal:
1:150000





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging stijghoogte vijfde
watervoerend pakket 2 miljoen
m³/j. Terwisscha (3155)
Project:
Bronnenstudie Friesland

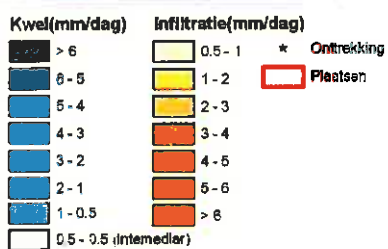
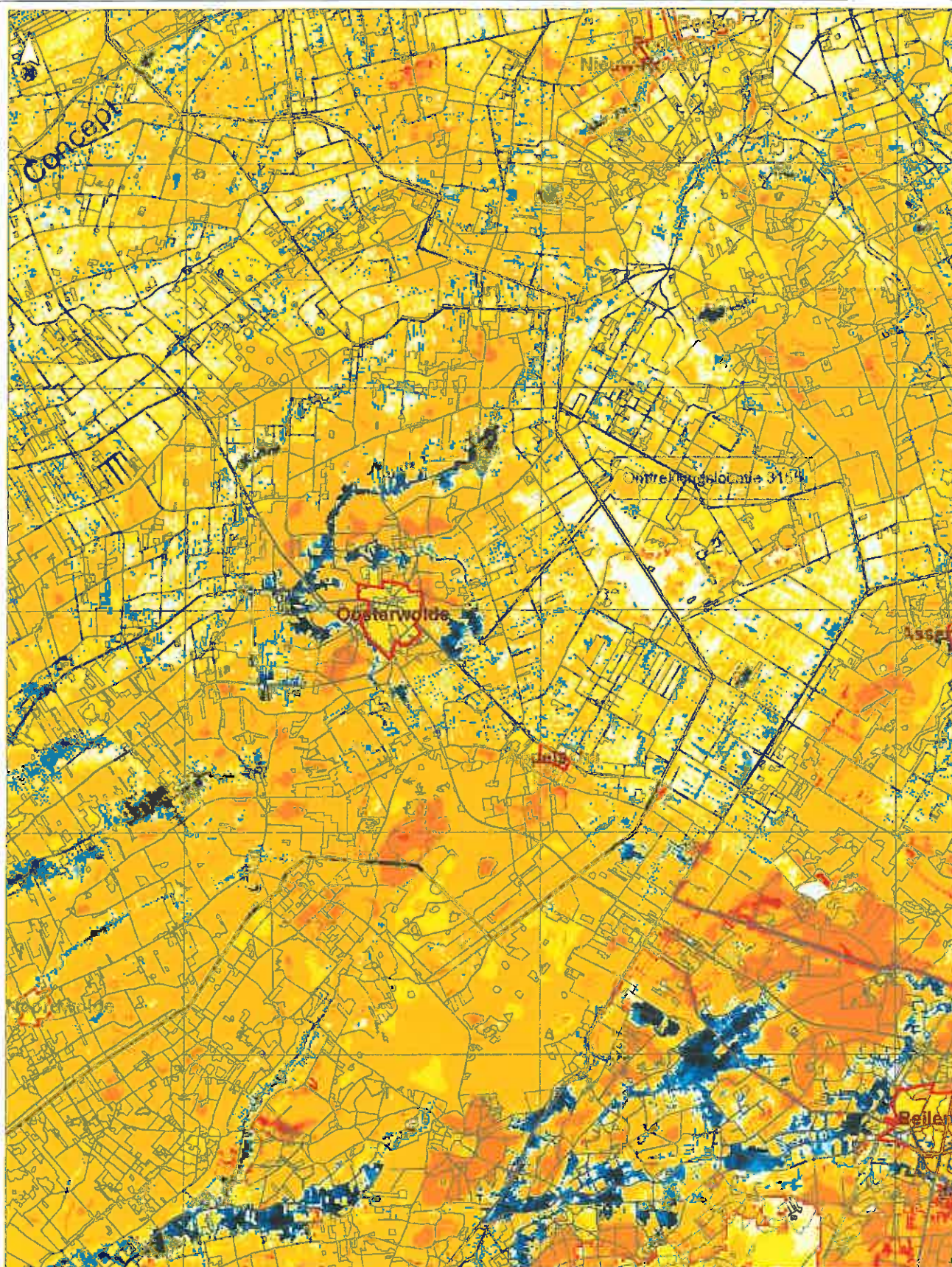
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens



Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000



Titel:
 Kwel en infiltratie laag 1,
 2 miljoen m3/j, Terwisscha
 (3155)
 Project:

Bronnenstudie Friesland

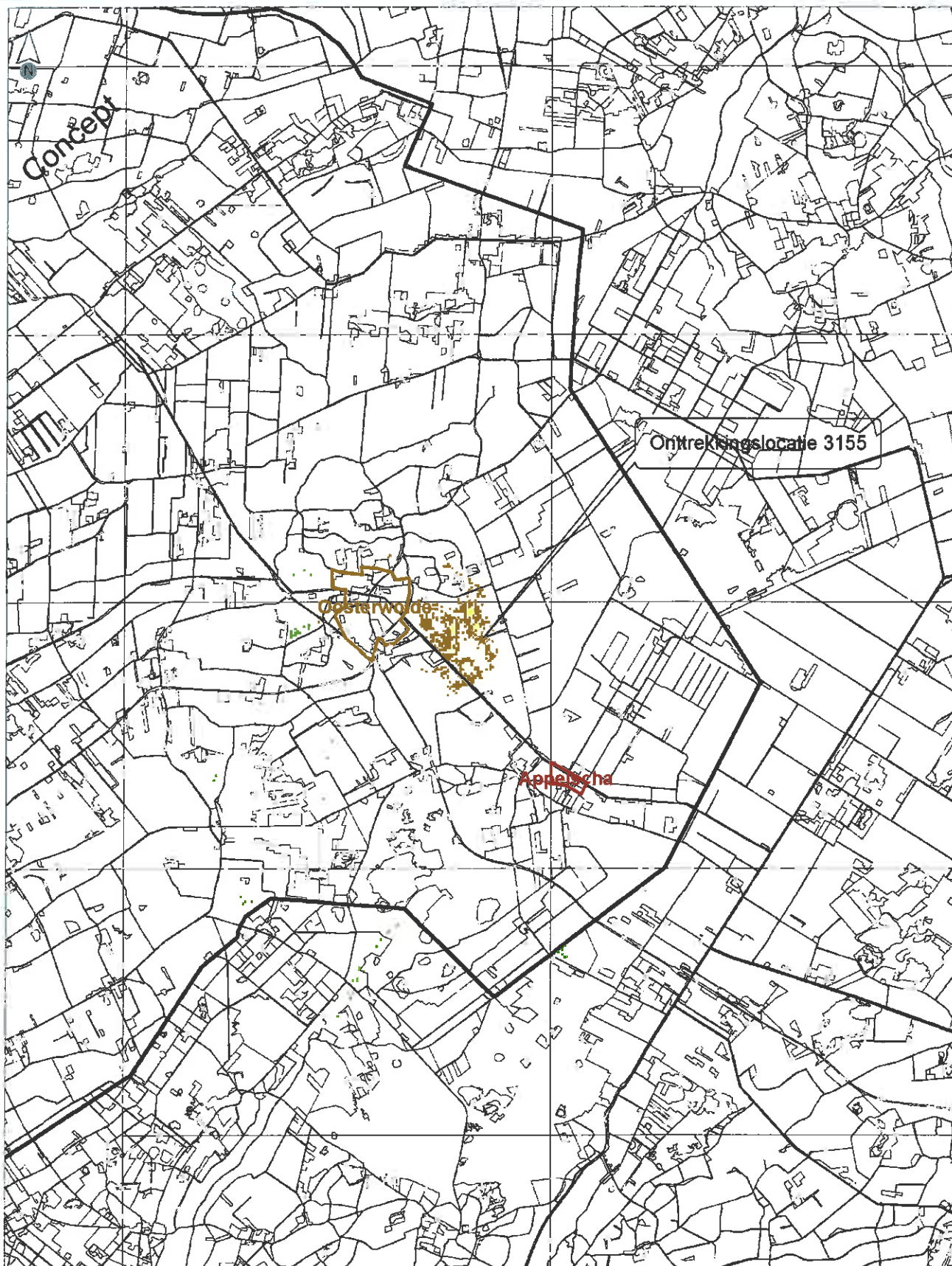
Opdrachtgever:
 Vitens

Datum:
 21-02-2008

Schaal:
 1:150000

Figuur:
 X





**Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)**

> 10	4-5
9-10	3-4
8-9	2-3
7-8	1-2
6-7	0.5-1
5-6	< 0.5

- ★ Onttrekking
- Plaatsen

Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1,
2 miljoen m³/j, Terwisscha
(3155) minus huidig
Project:

Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
Vitens

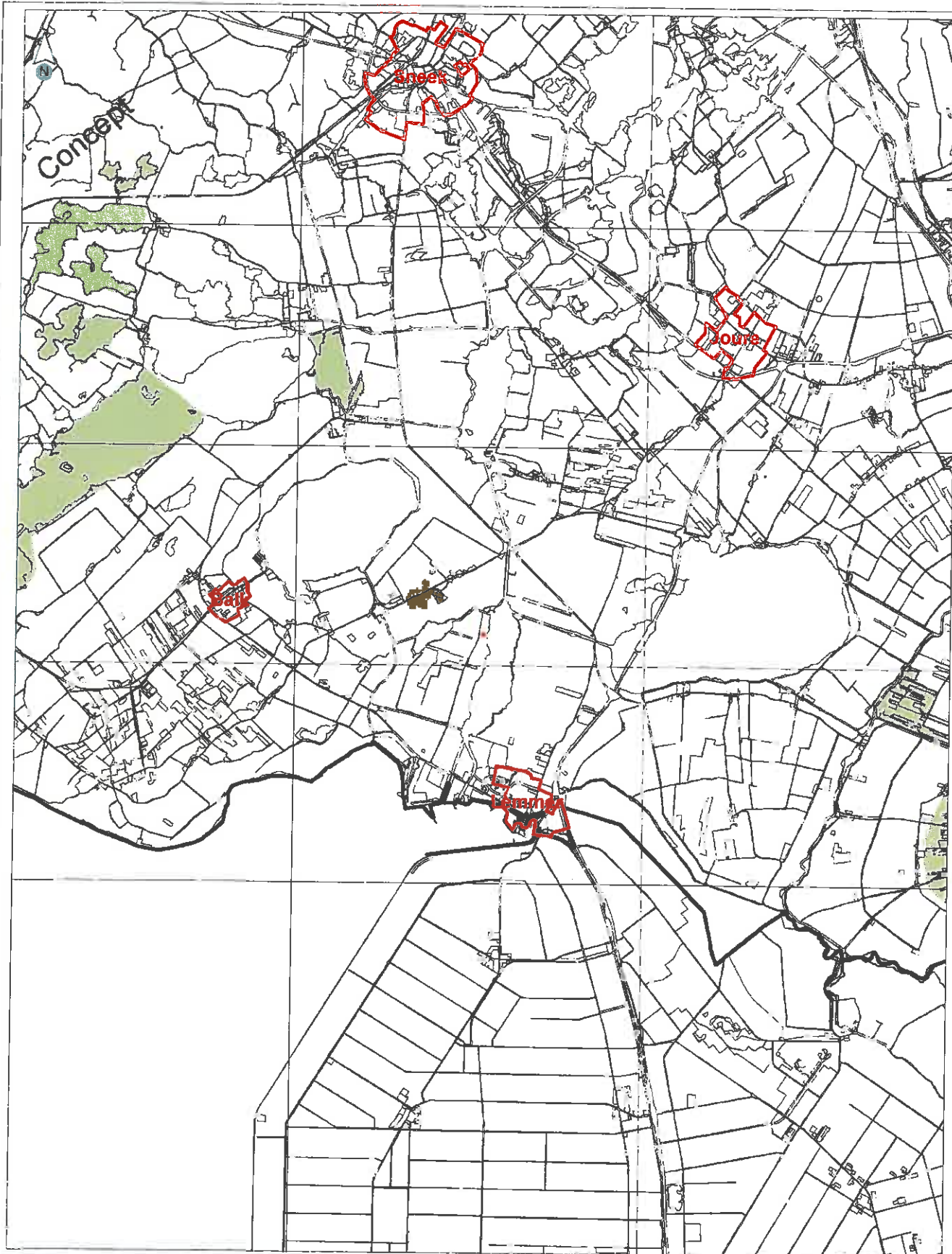
Datum:
27-02-2008

Figuur:
X

Schaal:
1:125000



Winningslocaties 3 miljoen m³/jaar



**Verlaging
grondwaterstand (m)**

0.2 - 0.05
< 0.05

★ Onttrekking
□ Plaatsen
■ EHS-gebied

Titel:
Verlaging grondwaterstand
3 miljoen m³/j, Sloten
(3312)
Project:
Bronnenstudie Friesland

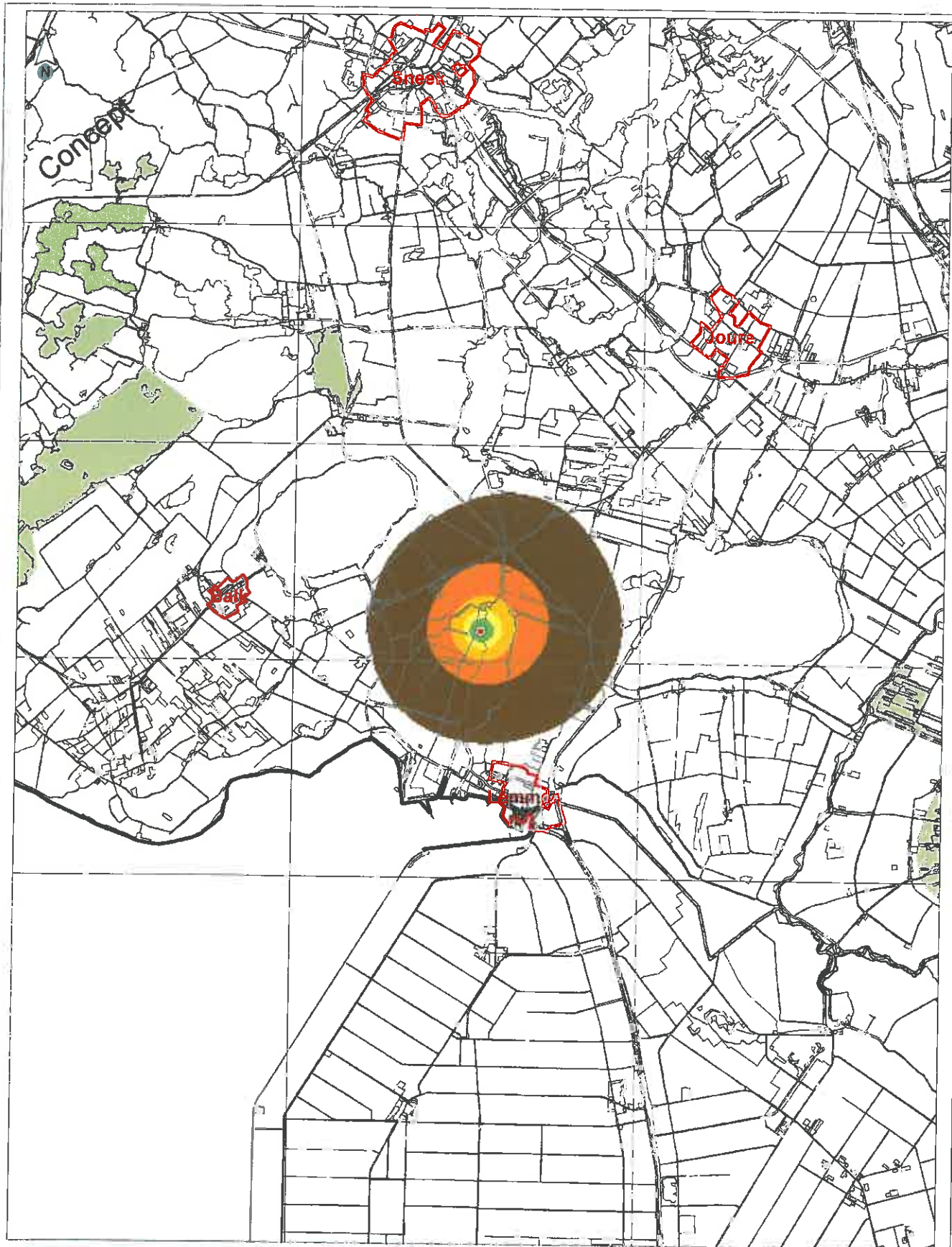
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
19-02-2008

Schaal:
1:150000





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

	> 1.8		0.4 - 0.2
	1.8 - 1.6		0.2 - 0.05
	1.6 - 1.4		< 0.05
	1.4 - 1.2		Onttrekking
	1.2 - 1		Plaatsen
	1 - 0.8		EHS-gebied
	0.8 - 0.6		
	0.6 - 0.4		

Titel:
Verlaging stijghoogte vijfde
watervoerend pakket 3 miljoen
m³/j, Sloten (3312)
Project:
Bronnenstudie Friesland

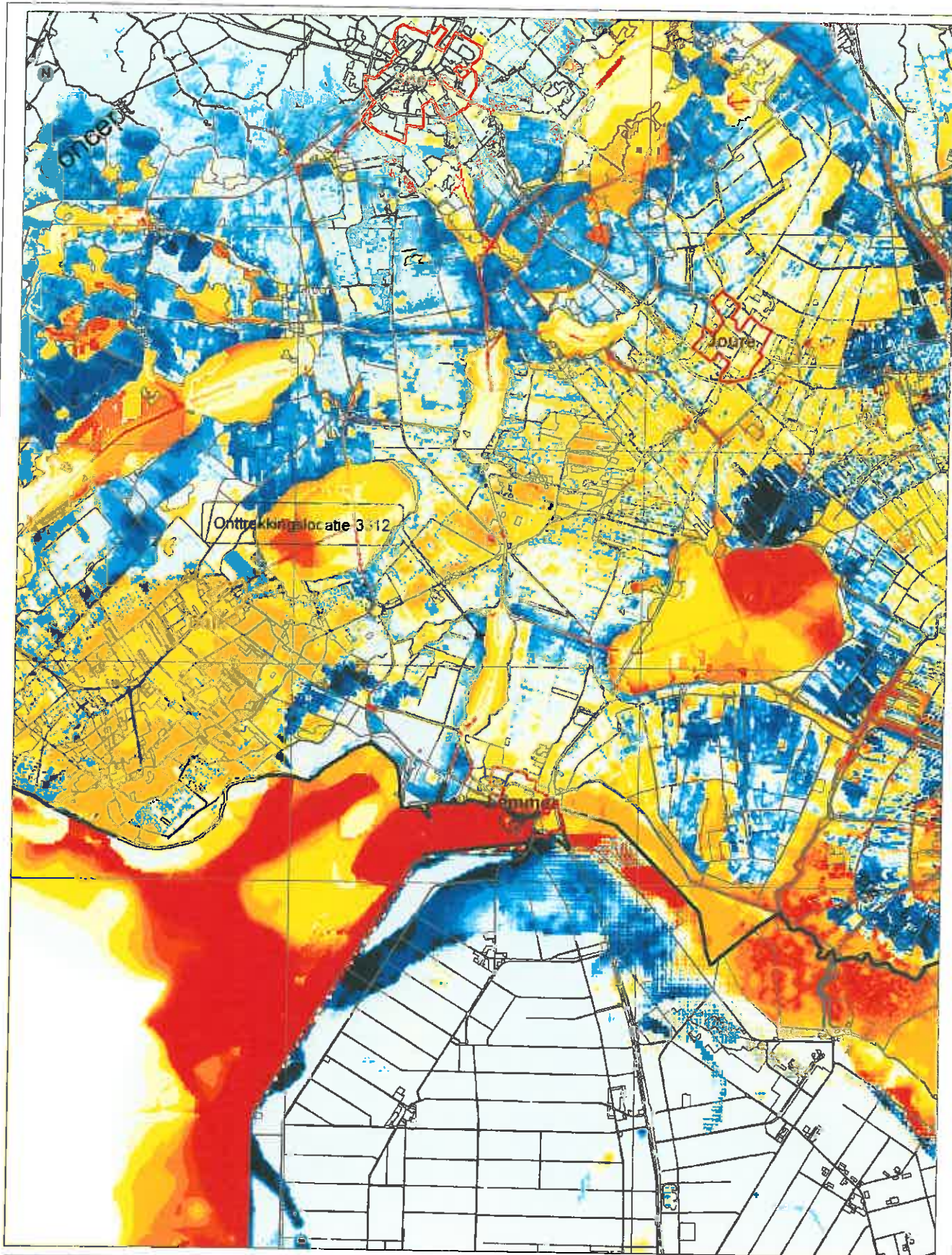
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000





Kwel(mm/dag)	Infiltratie(mm/dag)	
> 6	0.5 - 1	★ Onttrekking
6 - 5	1 - 2	□ Plaatsen
5 - 4	2 - 3	
4 - 3	3 - 4	
3 - 2	4 - 5	
2 - 1	5 - 6	
1 - 0.5	> 6	
0.5 - 0.5 (intermedial)		

Titel:
Kwel en infiltratie laag 1,
3 miljoen m³/j, Sloten (3312)

Figuur:
X

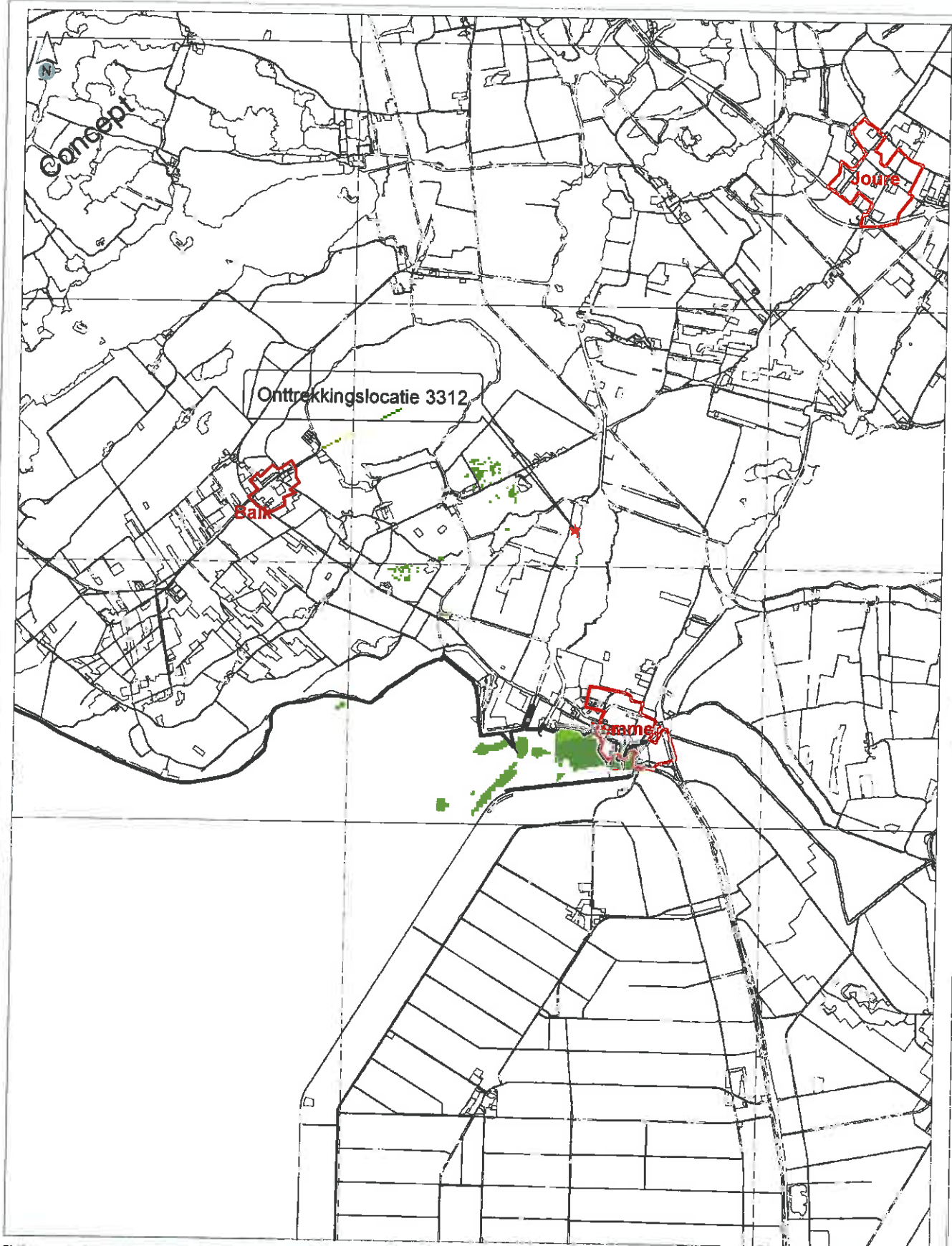
Project:
Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



★ Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1,
3 miljoen m³/j, Sloten (3312)
minus huidige
Project:
Bronnenstudie Friesland

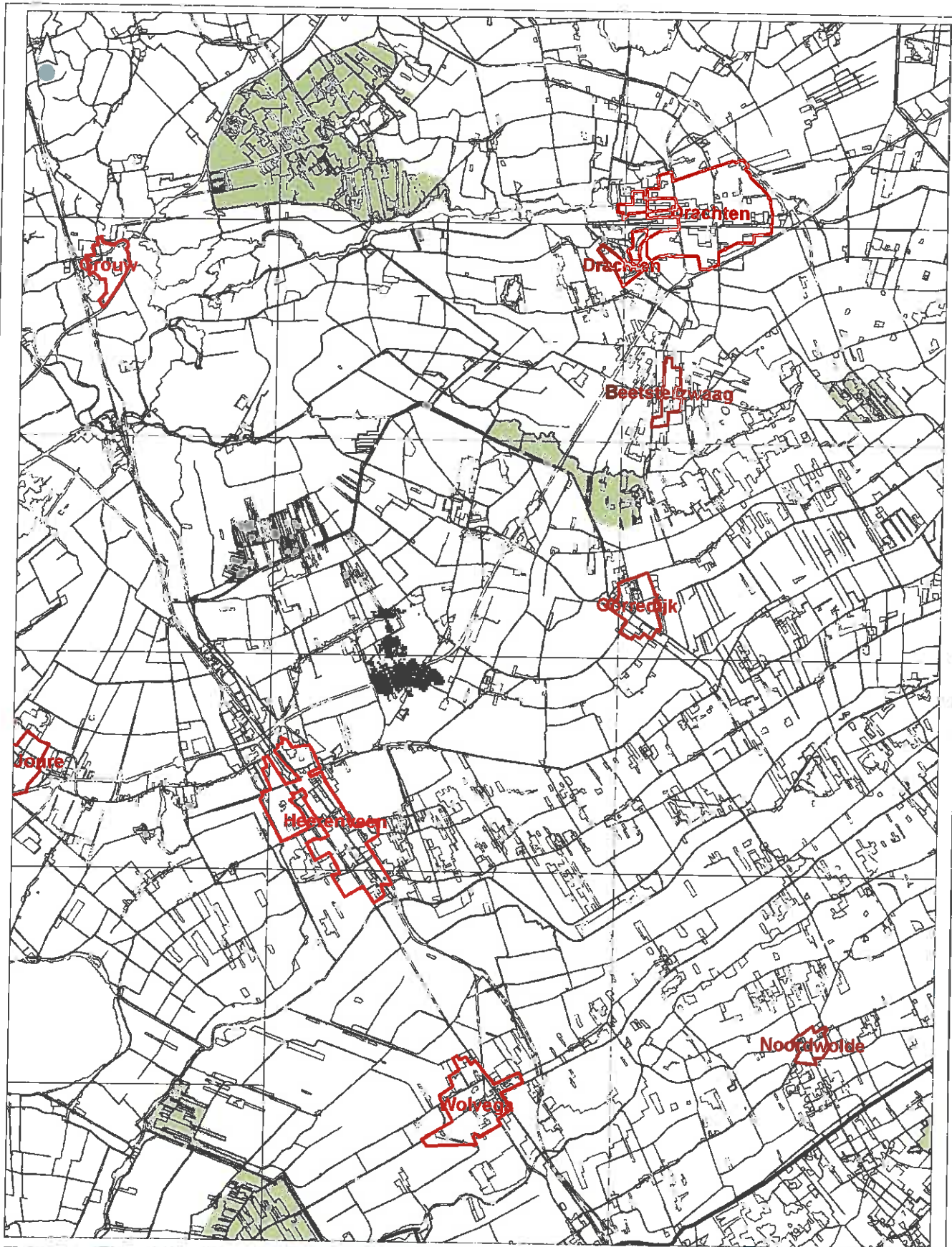
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-03-08

Schaal:
1:125000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

- | | |
|------------|---------------|
| 0.2 - 0.05 | ★ Onttrekking |
| < 0.05 | □ Plaatsen |
| | ■ EHS-gebied |

Titel:
Verlaging grondwaterstand
3 miljoen m³/j, 4e- en 5e
Veendistrict
Project:
Bronnenstudie Friesland

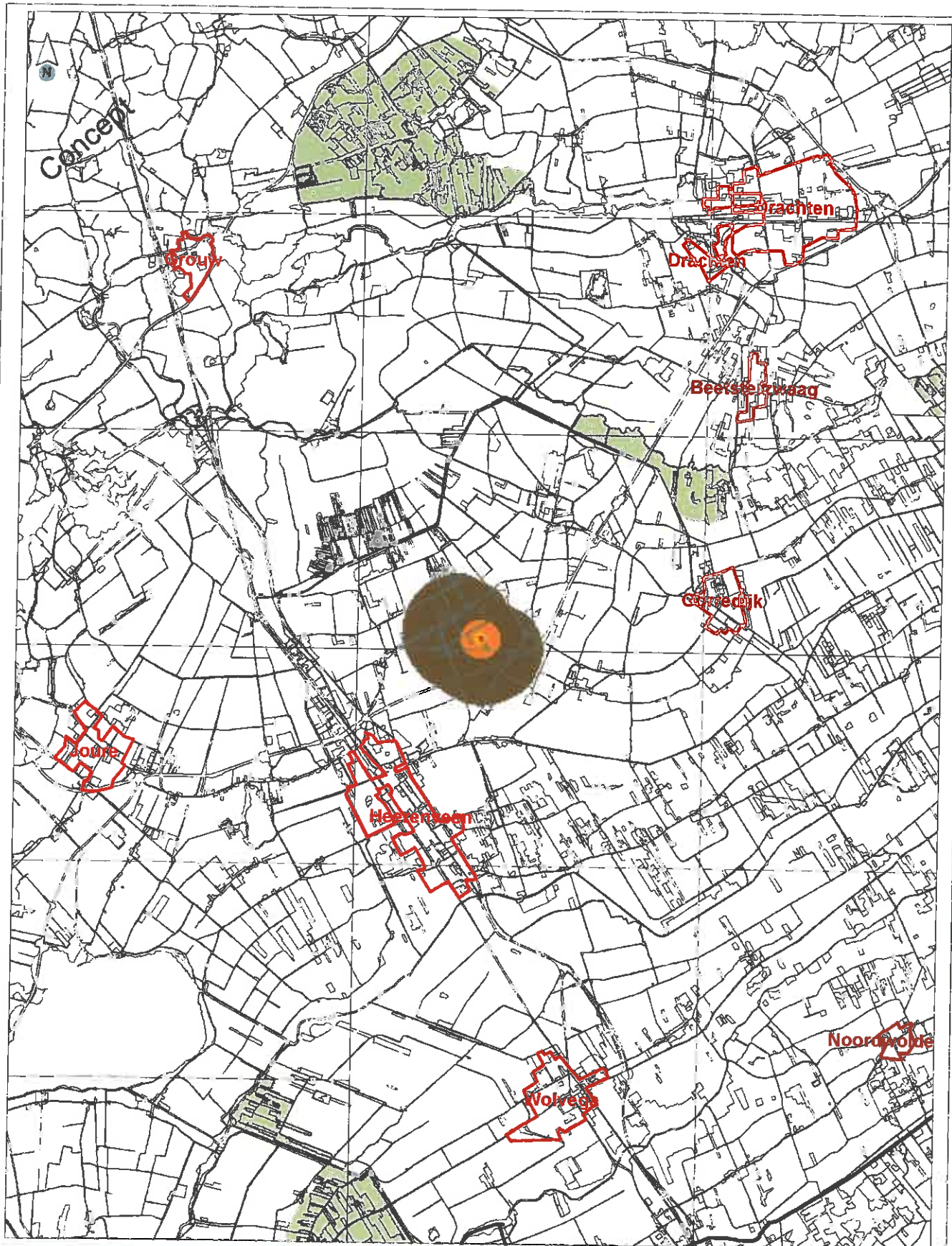
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
25-03-2008

Schaal:
1:150000





Verlaging grondwaterstand (m)

1.4 - 1.2	0.4 - 0.2
1.2 - 1	0.2 - 0.05
1 - 0.8	< 0.05
0.8 - 0.6	★ Onttrekking
0.6 - 0.4	□ Plaatsen
	■ EHS-gebied

Titel:
 Verlaging stijghoogte
 watervoerend pakket 5.3 miljoen
 m³/j, 4e en 5e Veendistrict
 Project:
 Bronnenstudie Friesland

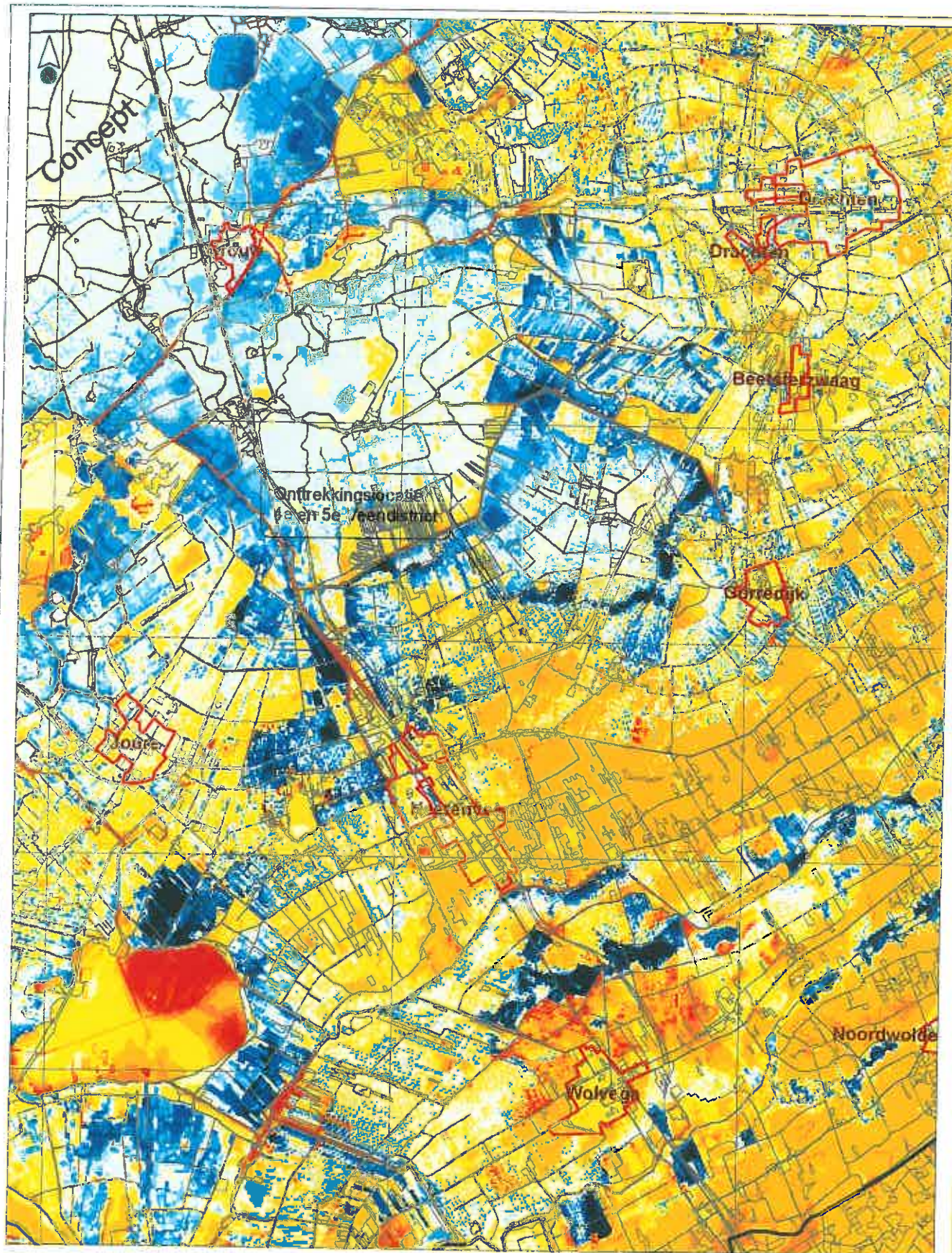
Figuur:
 X

Opdrachtgever:
 Vitens

Datum:
 25-03-2008

Schaal:
 1:150000





Kwel(mm/dag)

> 6
6 - 5
5 - 4
4 - 3
3 - 2
2 - 1
1 - 0.5
0.5 - 0.5 (intermediar)

Infiltratie(mm/dag)

0.5 - 1
1 - 2
2 - 3
3 - 4
4 - 5
5 - 6
> 6

★ Onttrekking
 [Red Outline] Plaatsen

Titel:
 Kwel en infiltratie laag 1
 3 miljoen m³/j, 4e en 5e
 Veendistrict
Project:
 Bronnenstudie Friesland

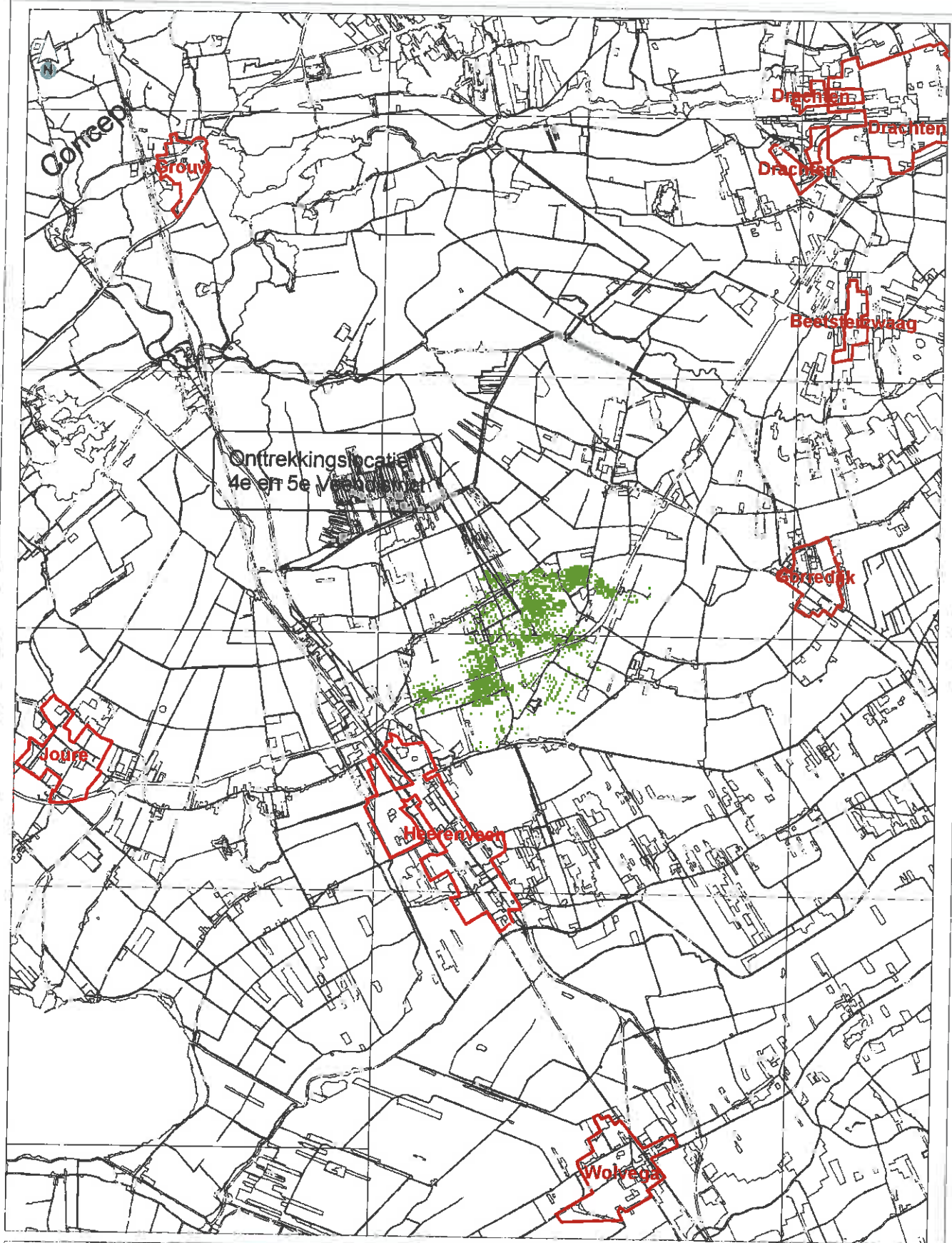
Opdrachtgever:
 Vitens

Datum:
 25-03-2008

Schaal:
 1:150000

Figuur:
 X





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)

> 10	4-5
9-10	3-4
8-9	2-3
7-8	1-2
6-7	0.5-1
5-6	< 0.5

★ Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verskil kwel en infiltratie laag 1
3 miljoen m³/j, 4e en 5e
Veendistrict minus huidig
Project:
Bronnenstudie Friesland

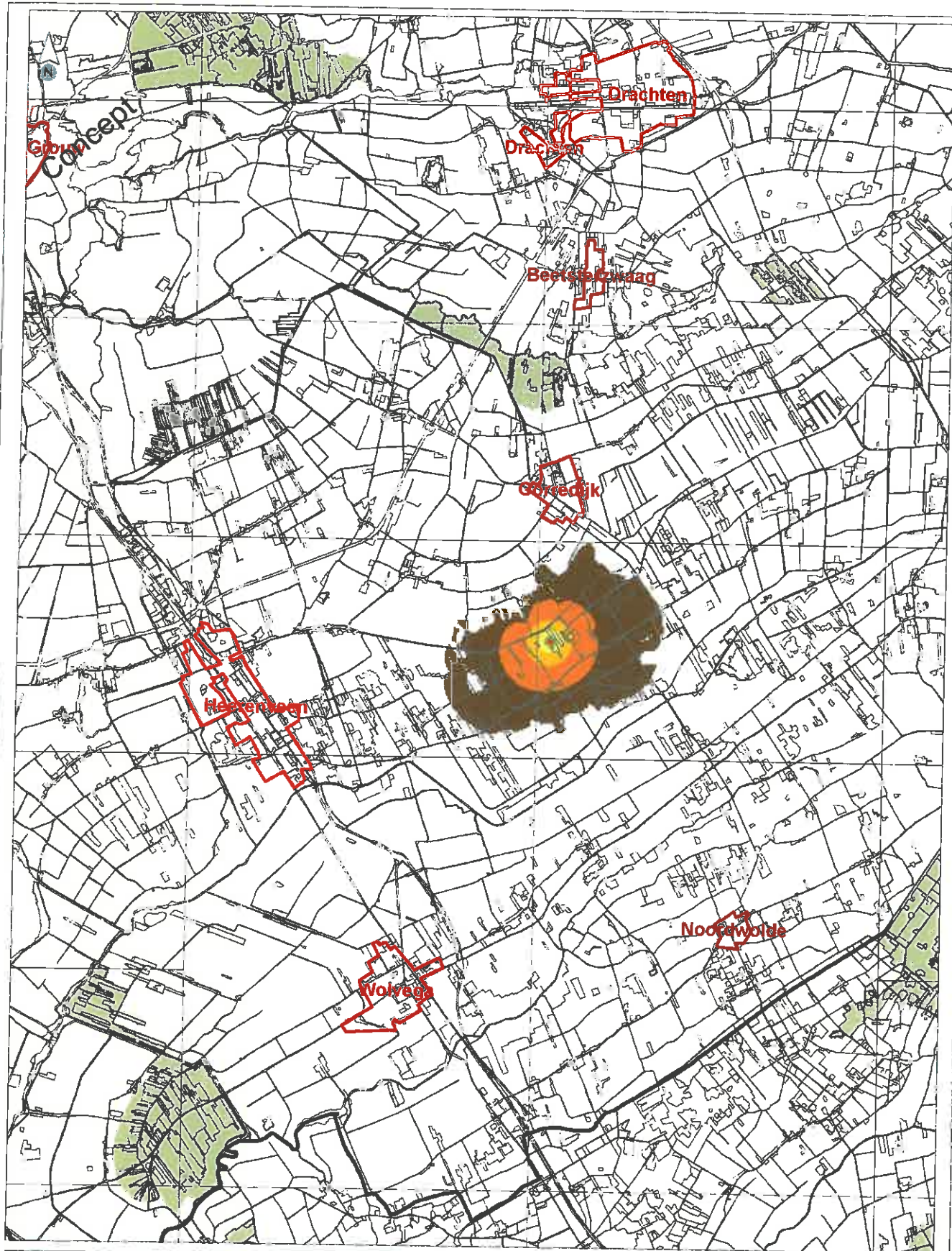
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-03-2008

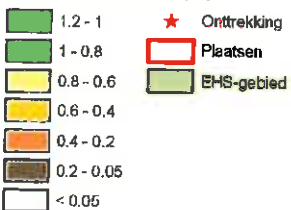
Schaal:
1:125000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging grondwaterstand
3 miljoen m³/j, Heerenveen-Oost
(2999)
Project:
Bronnenstudie Friesland

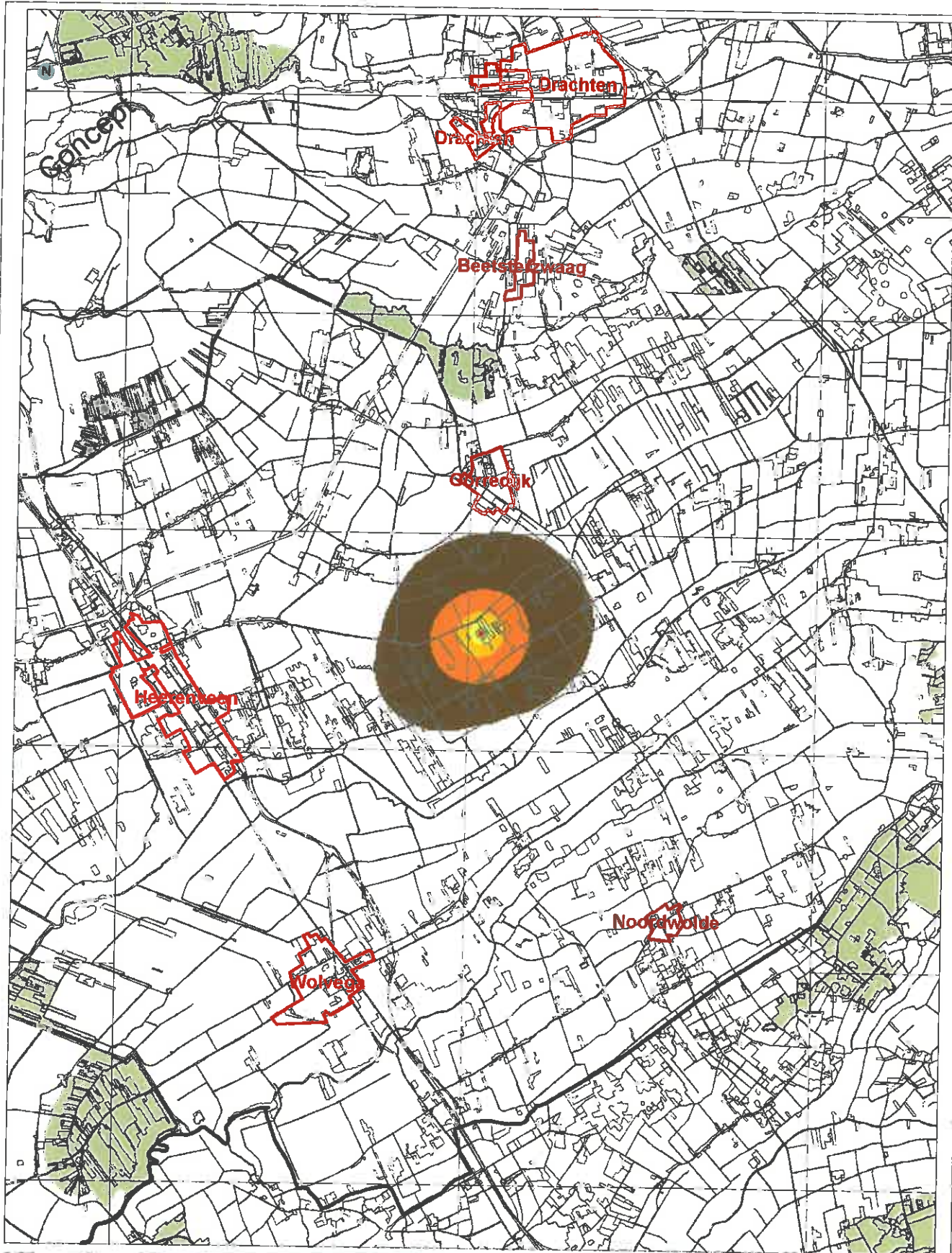
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

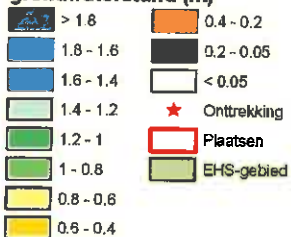
Datum:
18-02-2008

Schaal:
1:150000





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging stijghoogte
watervoerend pakket 5.3 miljoen
m³/j. Heerenveen-Oost (2999)
Project:
Bronnenstudie Friesland

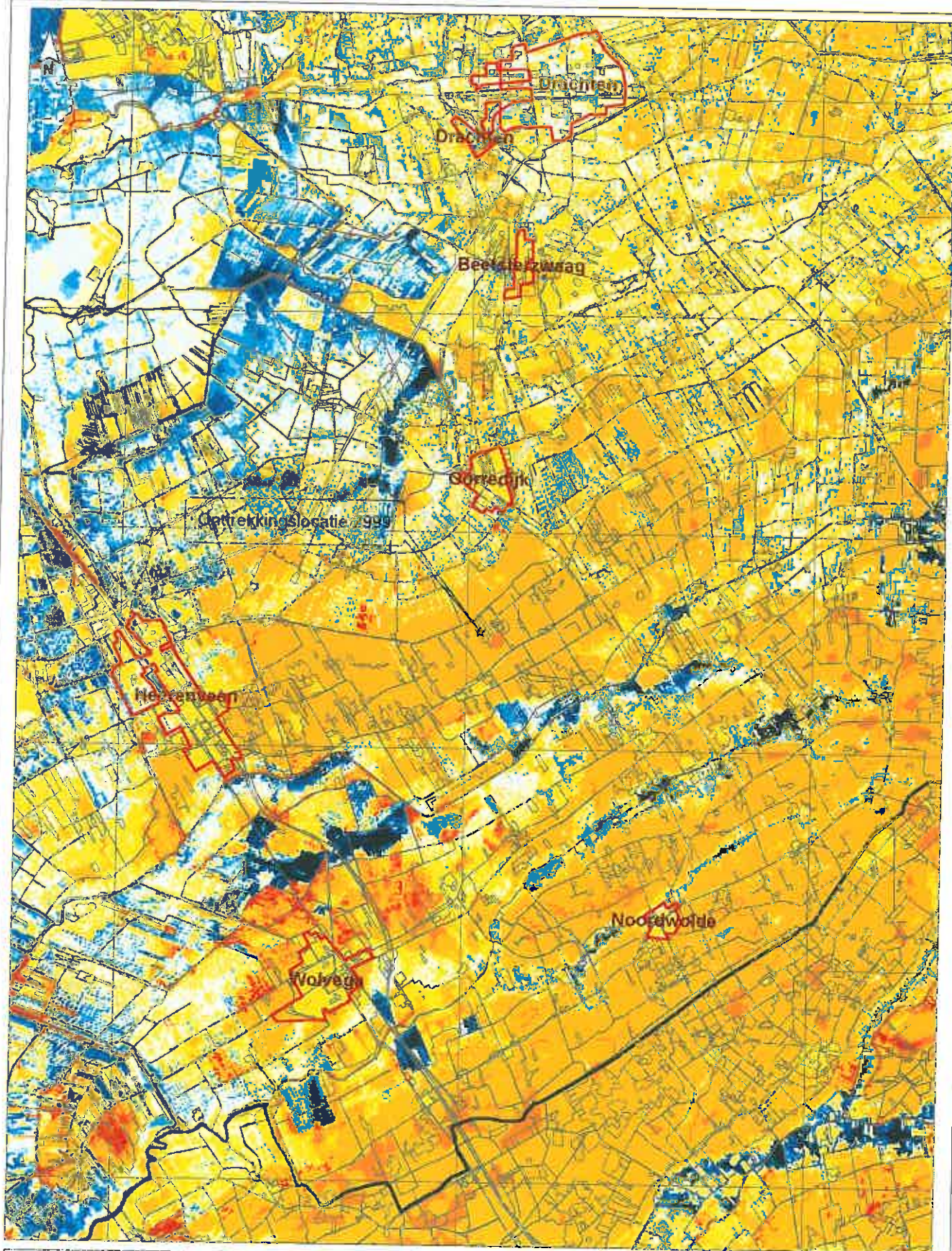
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000

Figuur:
X





Kwal(mm/dag)	Infiltratie(mm/dag)	Onttrekking
> 6	0.5 - 1	★
6 - 5	1 - 2	Plaatzen
5 - 4	2 - 3	
4 - 3	3 - 4	
3 - 2	4 - 5	
2 - 1	5 - 6	
1 - 0.5	> 6	
0.5 - 0.5 (intermediar)		

Titel:
 Kwel en infiltratie laag 1
 3 miljoen m³/j, Heerenveen-Oost
 (2999)
Project:
 Bronnenstudie Friesland

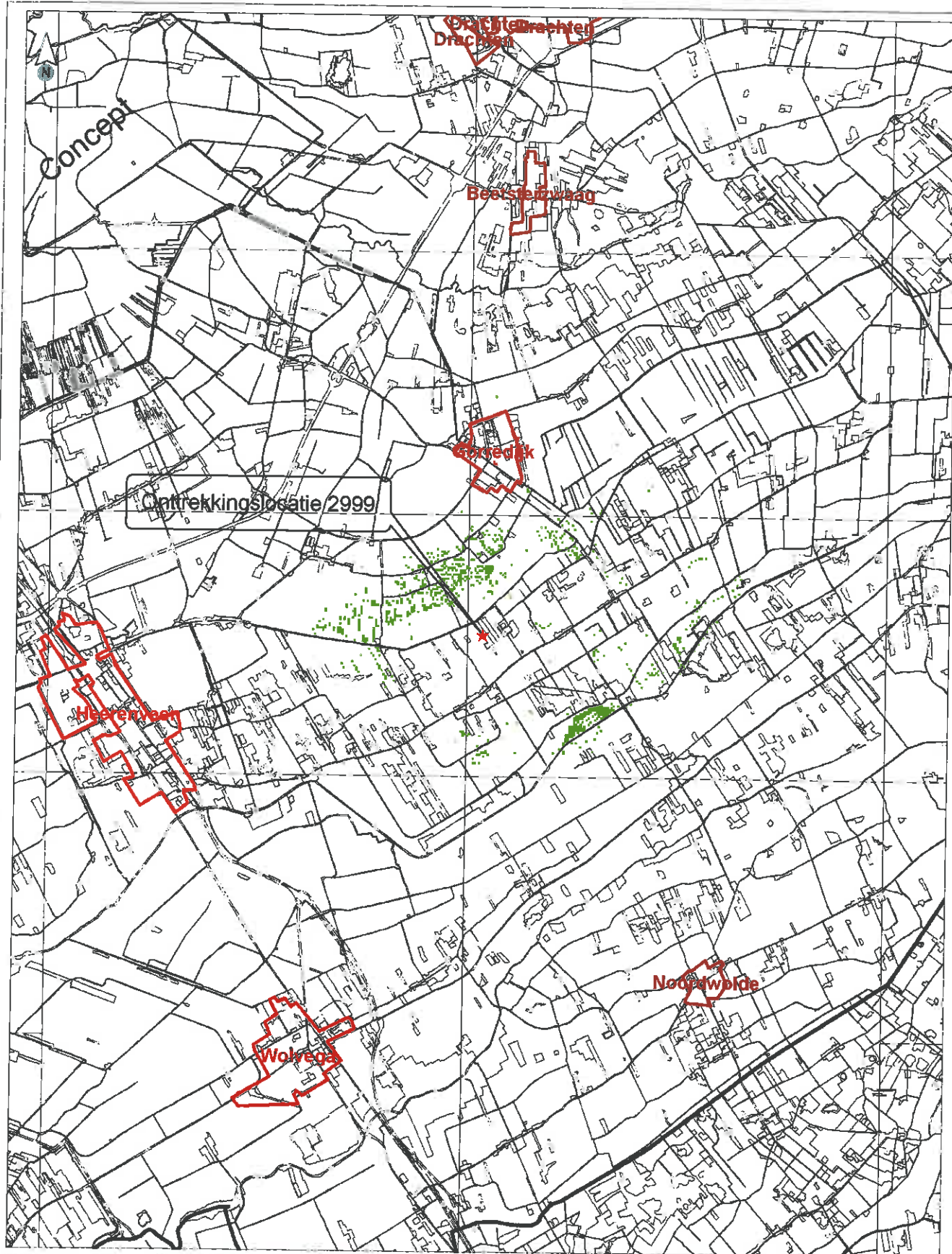
Figuur:
 X

Opdrachtgever:
 Vitens

Datum:
 20-02-2008

Schaal:
 1:150000





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



★ Onttrekking
□ Pluutsen

Titel:
Verskil kwel en infiltratie laag 1
3 miljoen m³/j, Heerenvveen-Oost
(2009) minus huidige
Project:
Bronnenstudie Friesland

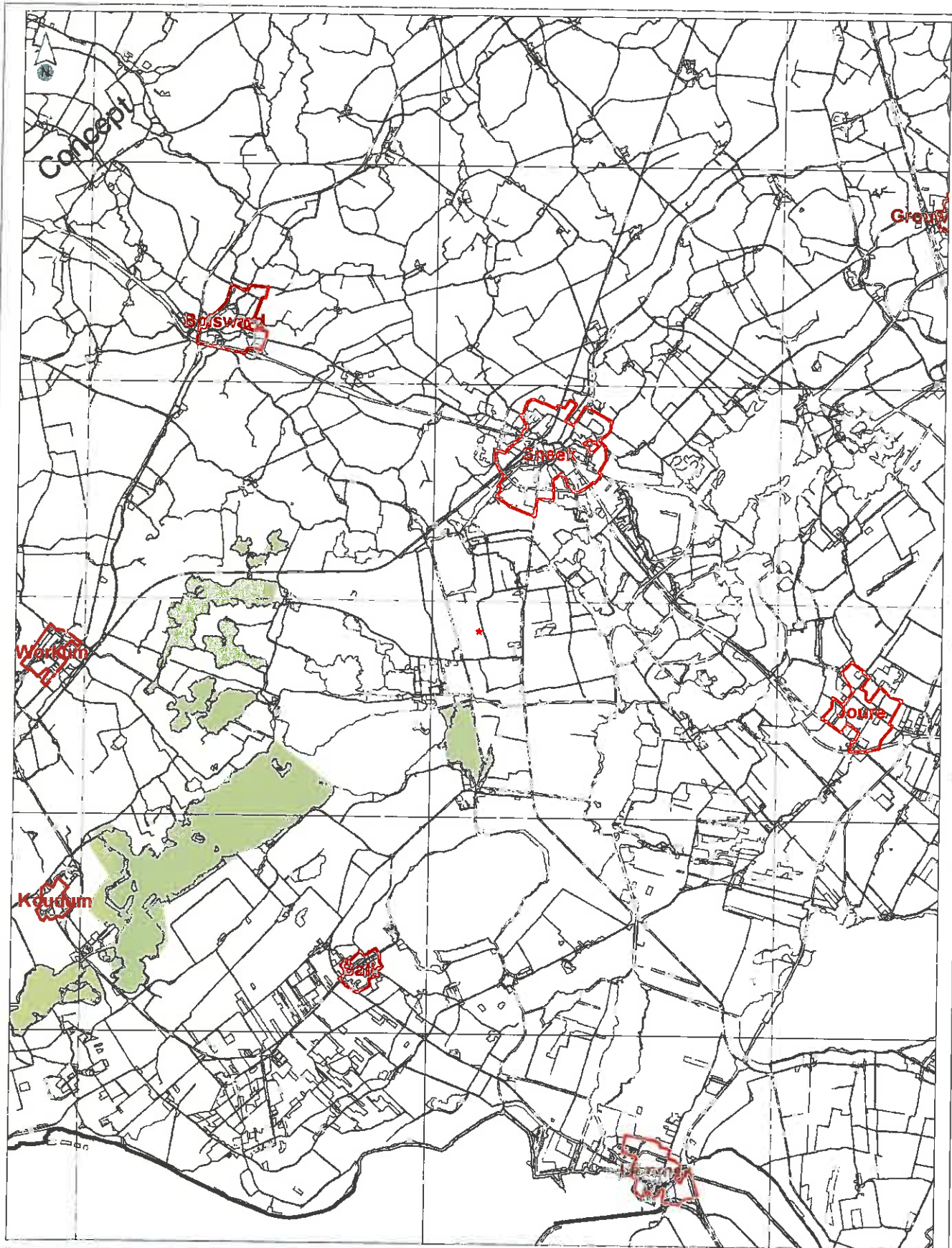
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-02-2008

Schaal:
1:125000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

□ < 0.05

★ Onttrekking

□ Plaatsen

■ EHS-gebied

Titel:
Verlaging grondwaterstand
3 miljoen m³/j, Osingahuizen
(2830)
Project:
Bronnenstudie Friesland

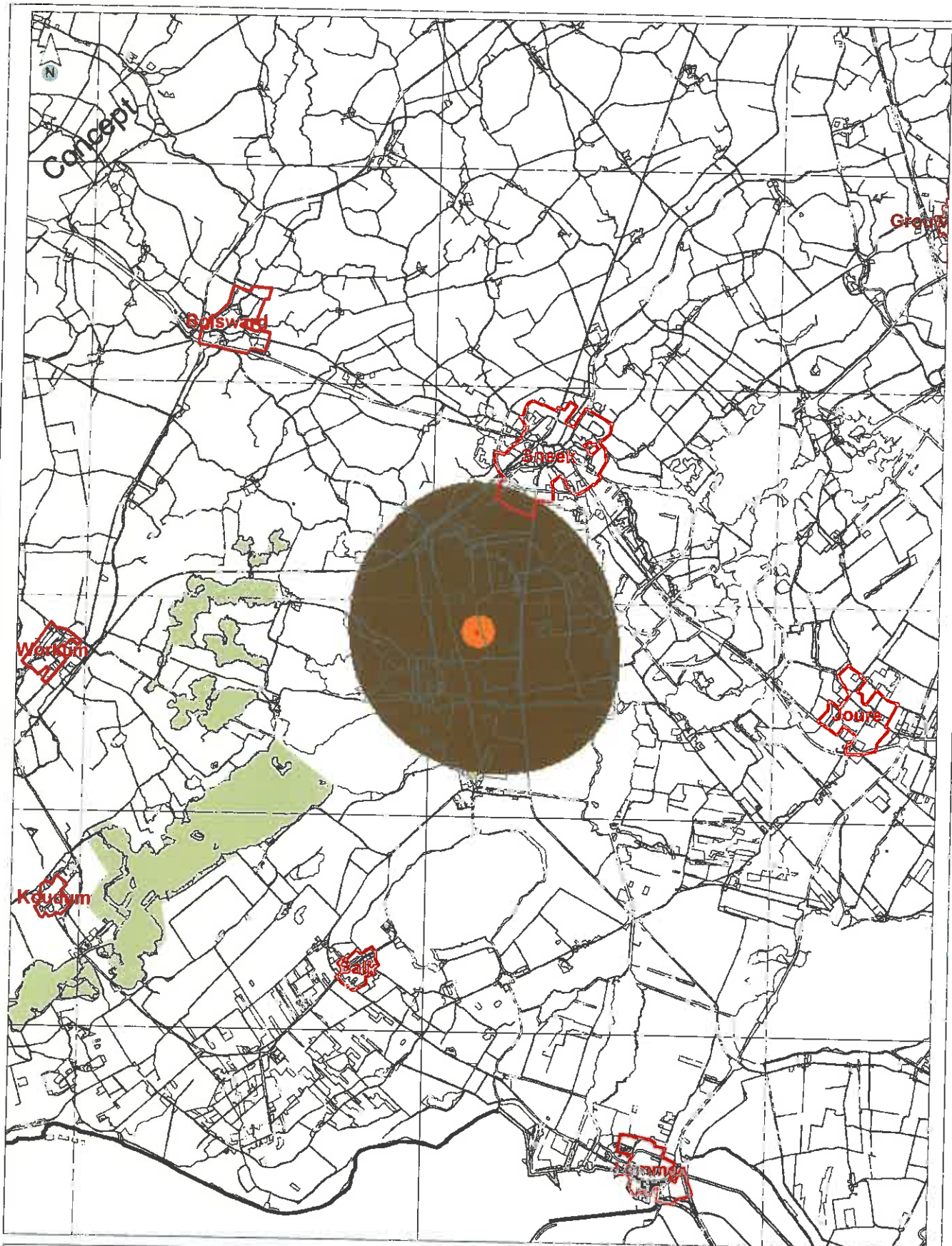
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

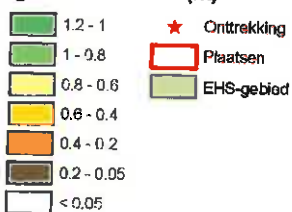
Datum:
19-02-2008

Schaal:
1:150000





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging stijghoogte vijfde
watervoerend pakket 3 miljoen
m³/j. Osingahuizen (2830)
Project:

Bronnenstudie Friesland

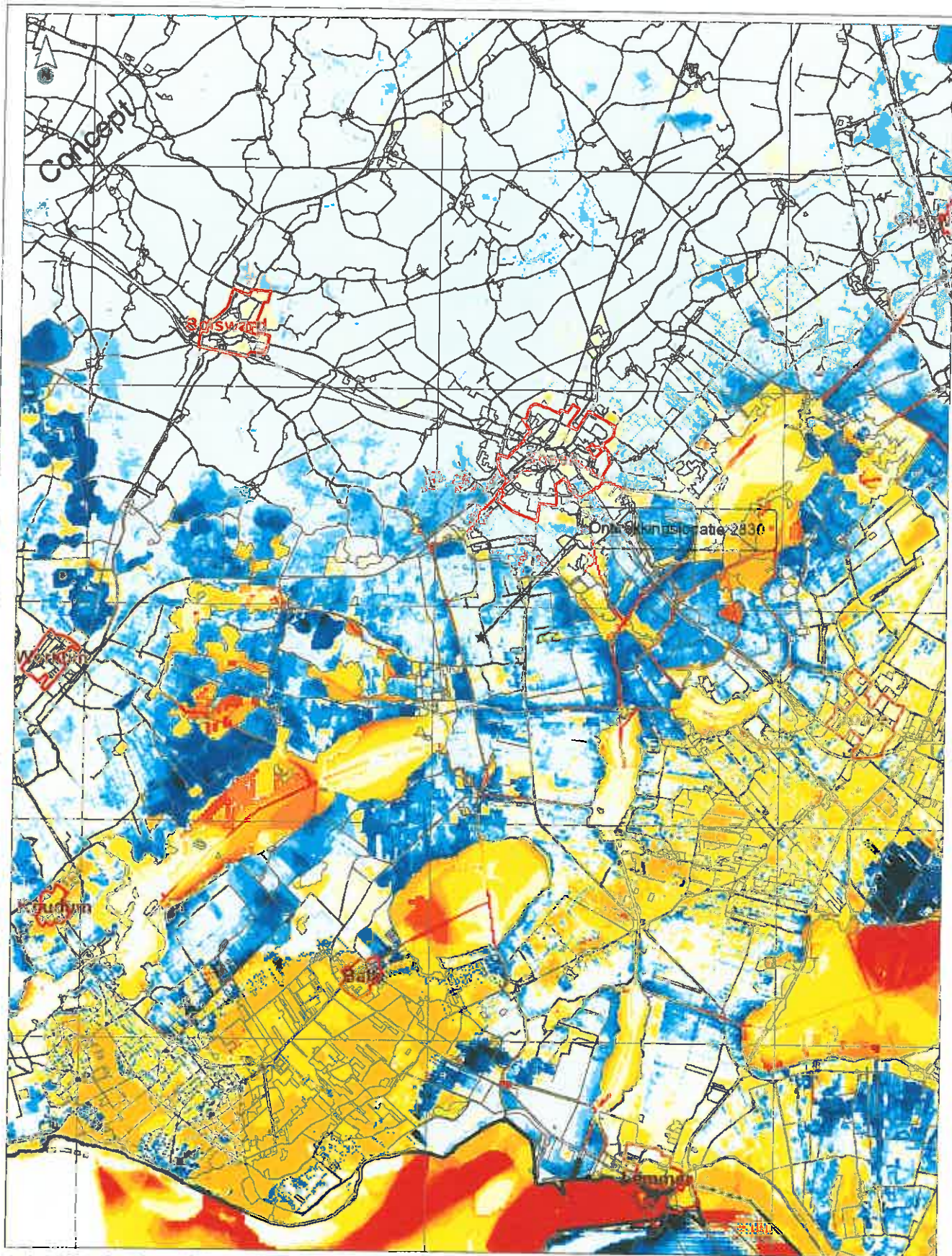
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000

Figuur:
X





Kwel(mm/dag)	Infiltratie(mm/dag)	
> 6	0.5 - 1	★ Onttrekking
6 - 5	1 - 2	□ Plaatsen
5 - 4	2 - 3	
4 - 3	3 - 4	
3 - 2	4 - 5	
2 - 1	5 - 6	
1 - 0.5	> 6	
0.5 - 0.5 (Intermediar)		

Titel:
 Kwel en infiltratie laag 1,
 3 miljoen m3/j, Osingahuizen
 (2830)
 Project:
 Bronnenstudie Friesland

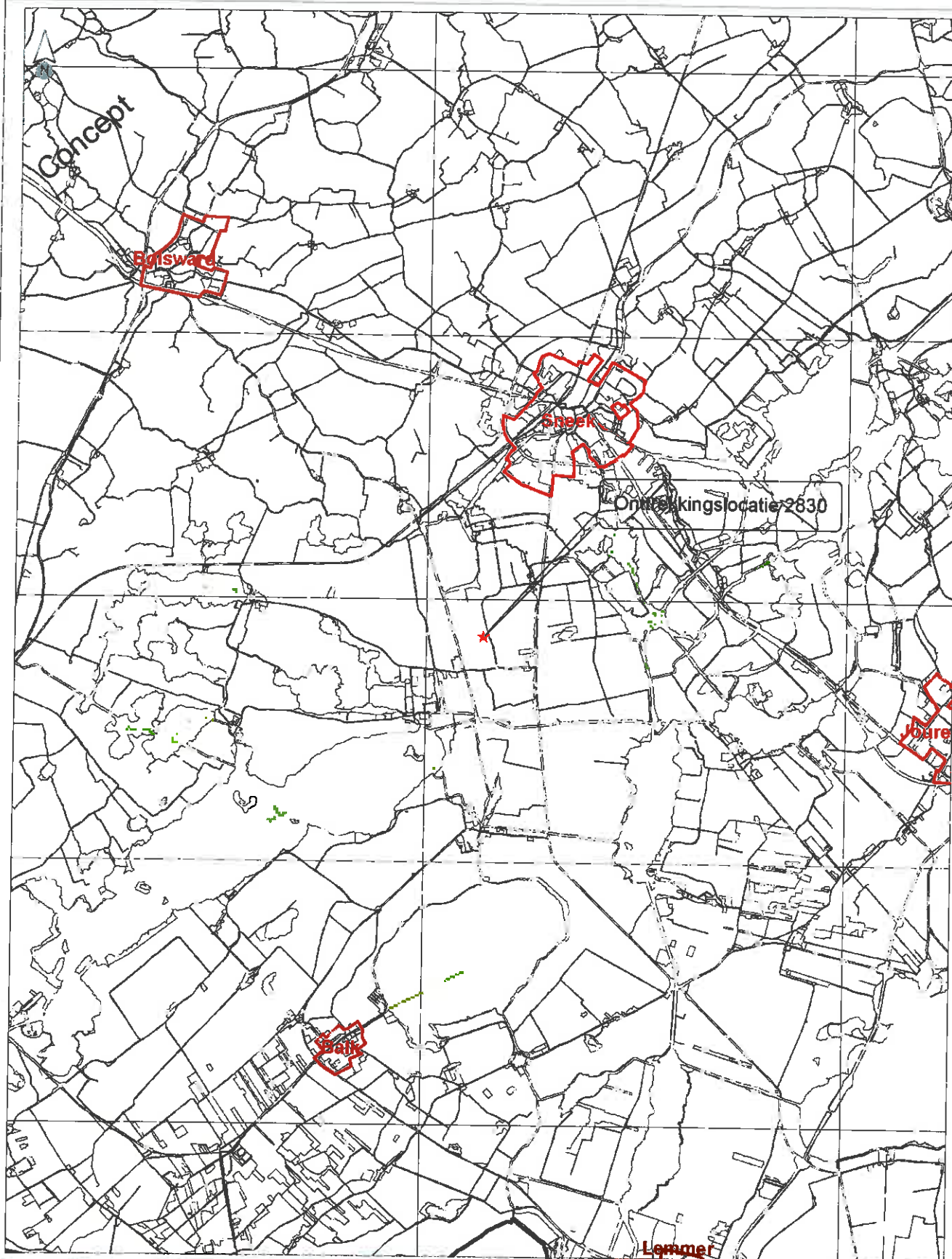
Figuur:
 X

Opdrachtgever:
 Vitens

Datum:
 21-02-2008

Schaal:
 1:150000





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



★ Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1,
3 miljoen m³/j, Ozingahuizen
(2830) minus huidige
Project

Bronnenstudie Friesland

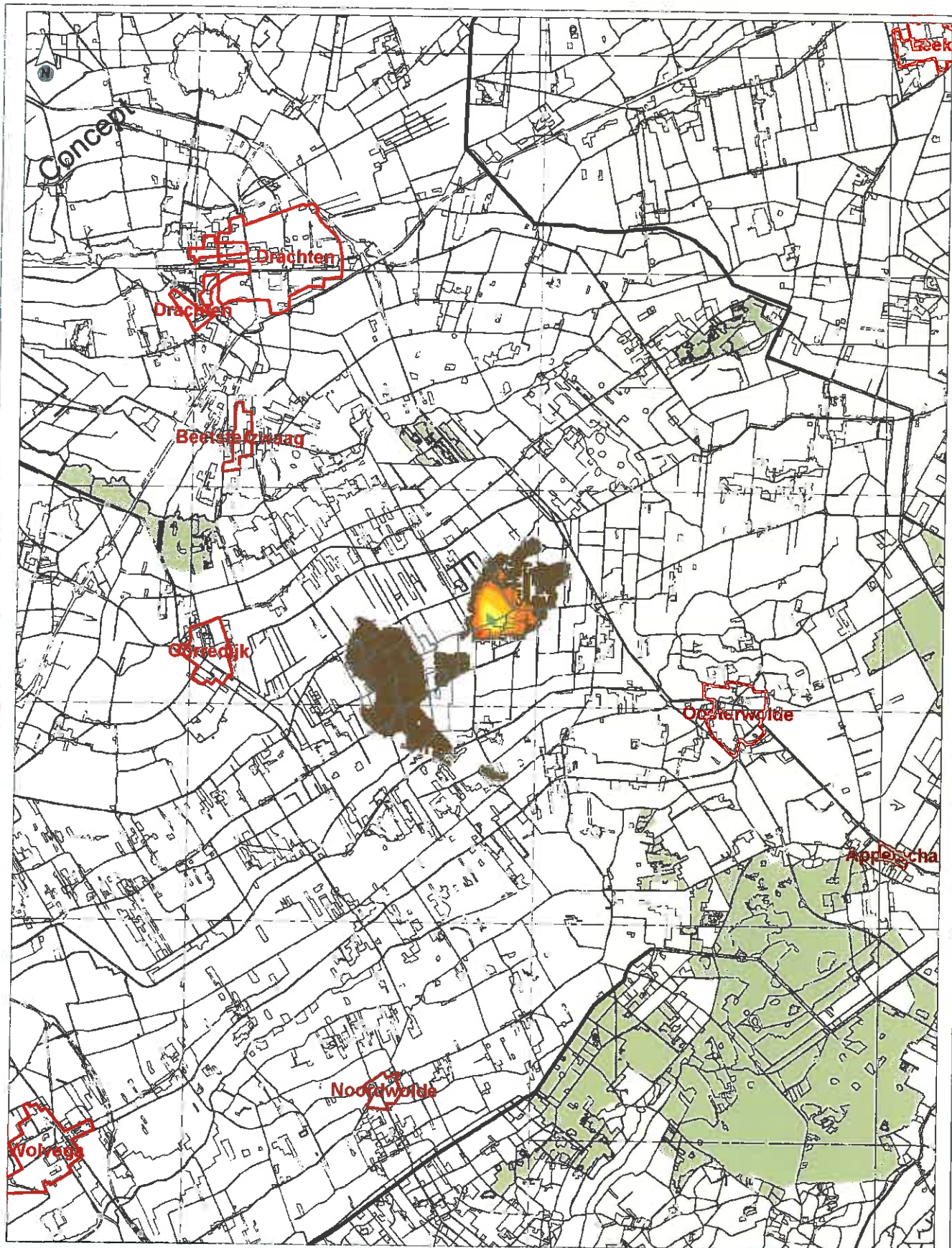
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-02-2008

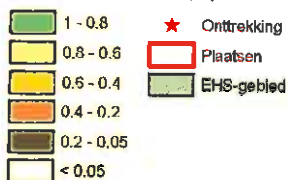
Schaal:
1:125000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging grondwaterstand
3 miljoen m³/j, Hoornsterzwaag
(2648)
Project:
Bronnenstudie Friesland

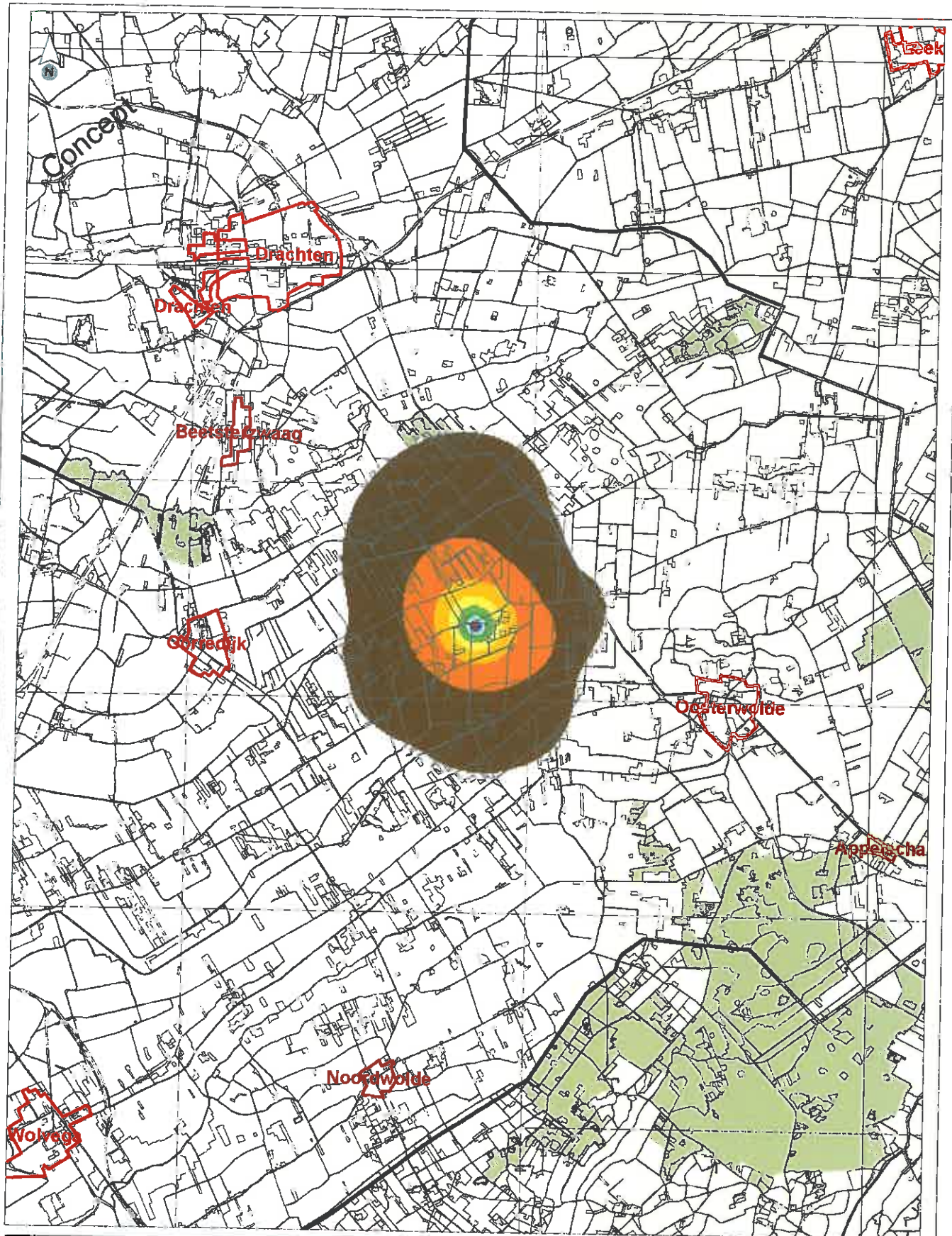
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

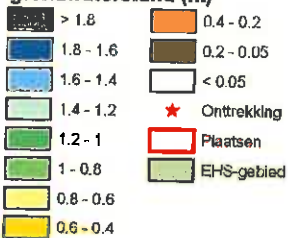


Datum:
19-02-2008

Schaal:
1:150000



**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging stijghoogte vijfde
watervoerend pakket 3 miljoen
m³/j, Hoornsterzwaag (2648)
Project:

Bronnenstudie Friesland

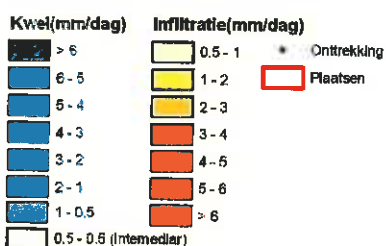
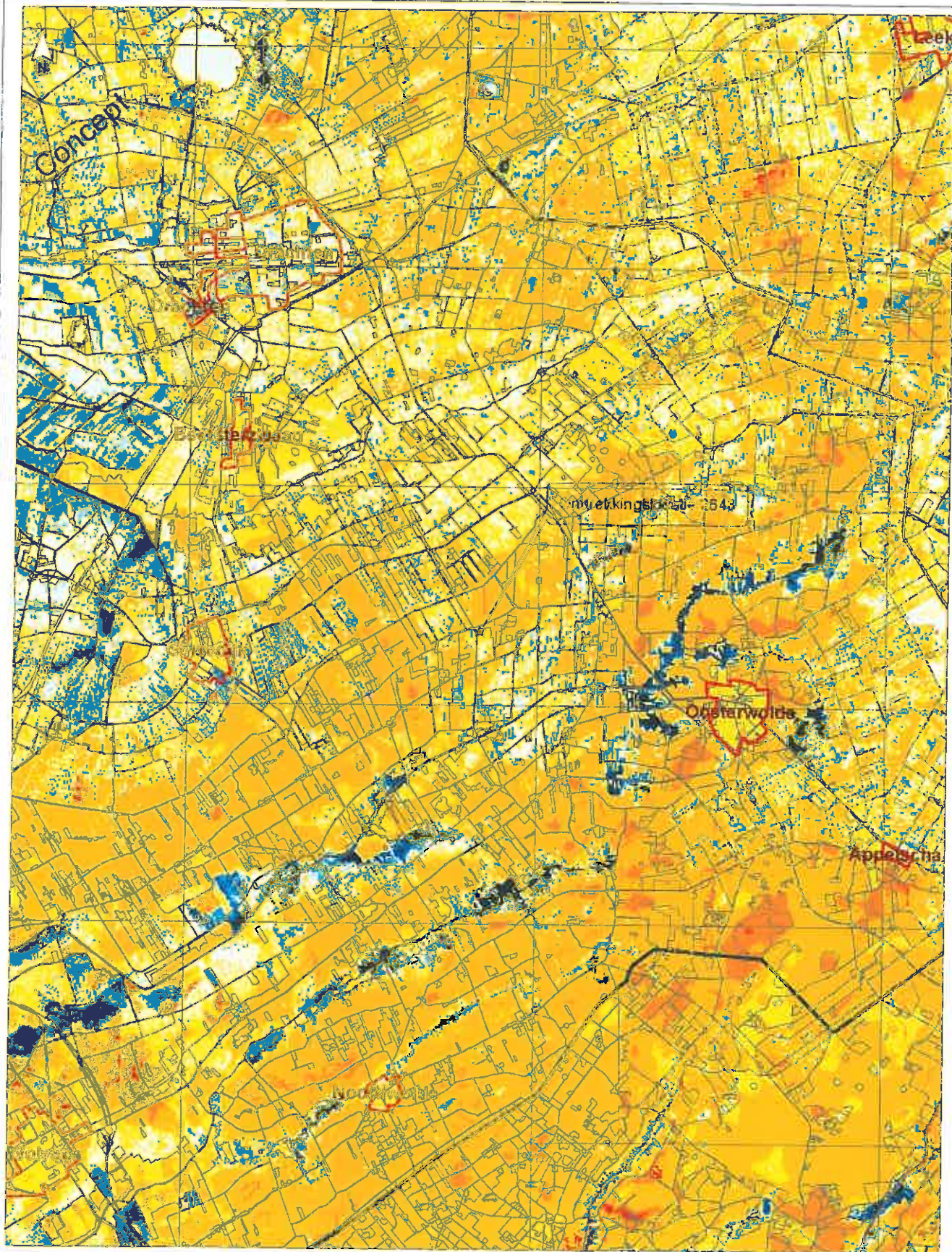
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000

Figuur:
X





Titel:
Kwel en infiltratie laag 1,3
miljoen m3/j, Hoornsterwaag
(2648)
Project

Bronnenstudie Friesland

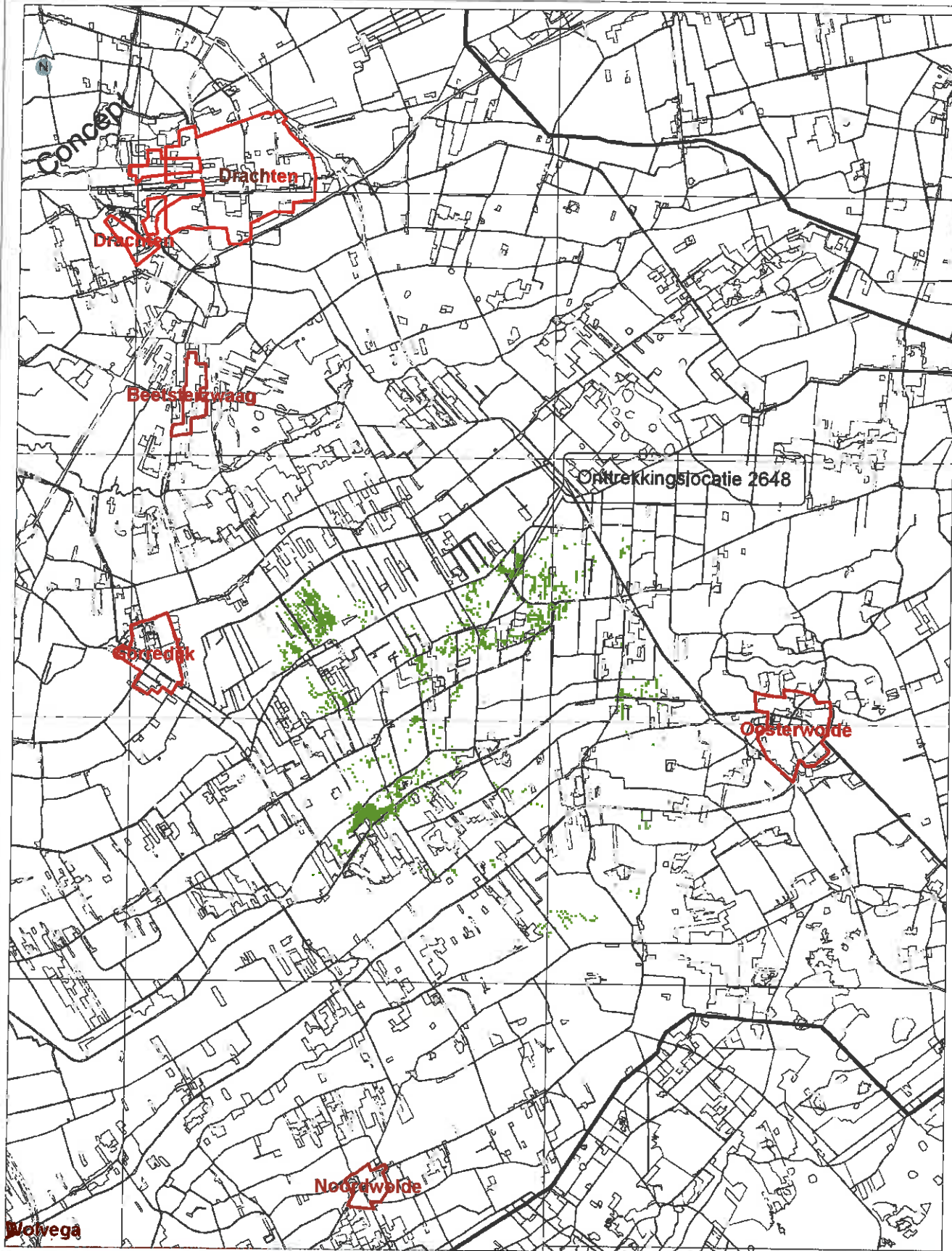
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

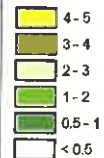
Schaal:
1:150000

Figuur:
X





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



★ Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1,3
miljoen m³/j, Hoornsterzwaag
(2648) minus huidige
Project:

Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
Vitens

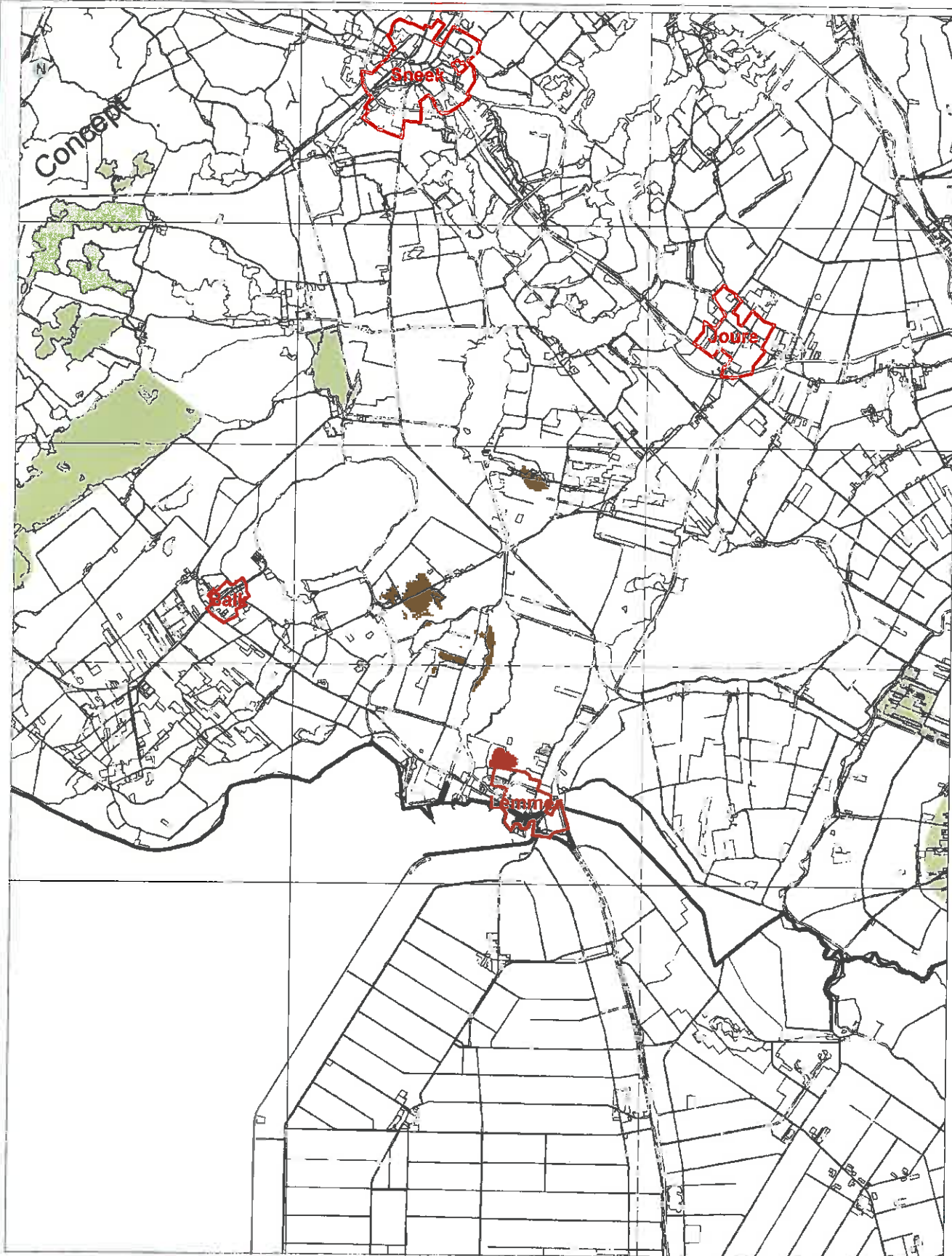
Datum:
27-02-2008

Schaal:
1:125000

Figuur:
X



Winningslocaties, 6 miljoen m³/jaar



**Verlaging
grondwaterstand (m)**

- 0.4 - 0.2
- 0.2 - 0.05
- < 0.05

- ★ Cnttrekking
- Plaatsen
- EHS-gebied

Titel:
Verlaging grondwaterstand
6 miljoen m³/j, Sloten
(3312)
Project:
Bronnenstudie Friesland

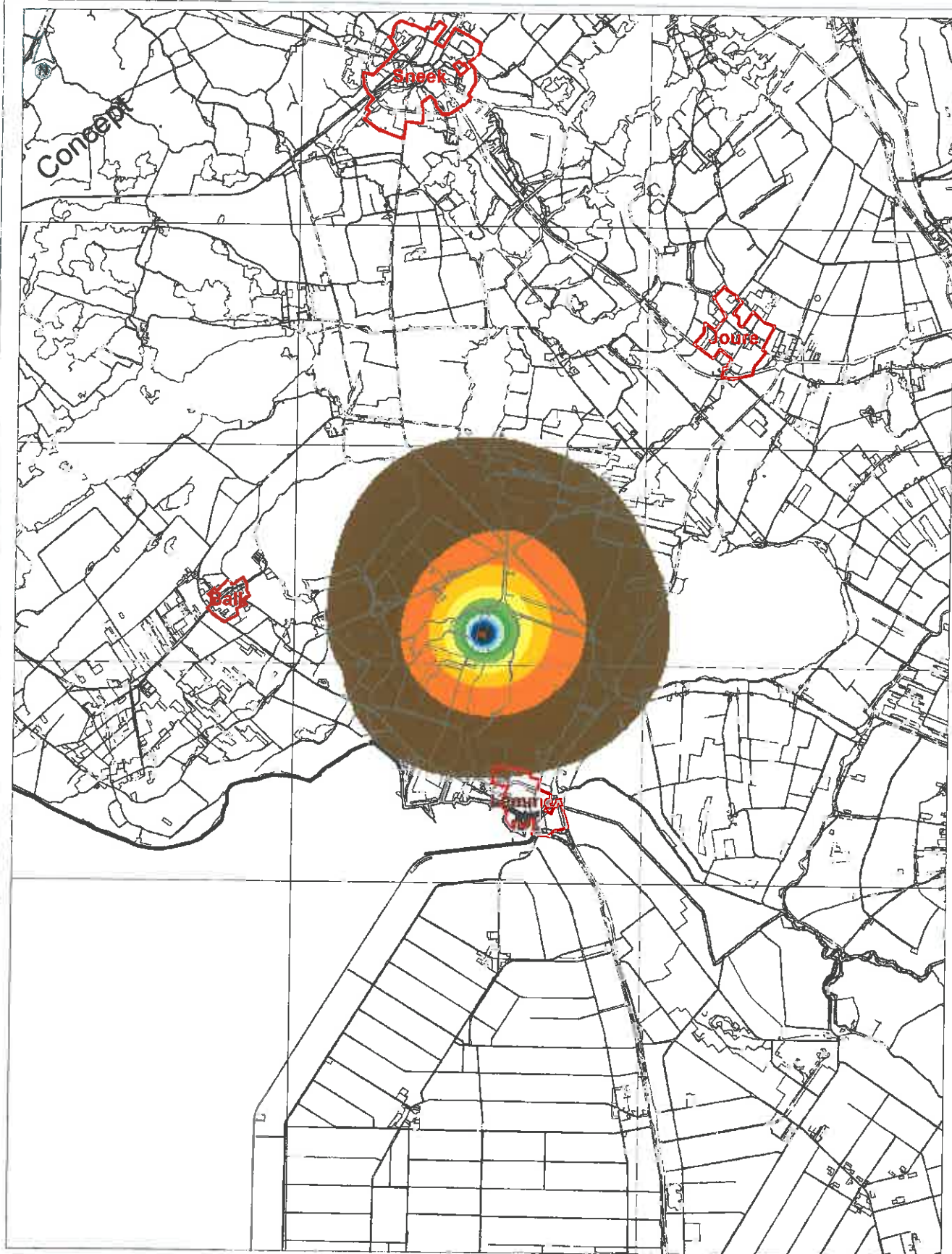
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
19-02-2008

Schaal:
1:150000





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

	> 1.8		0.4 - 0.2
	1.8 - 1.6		0.2 - 0.05
	1.6 - 1.4		< 0.05
	1.4 - 1.2		Onttrekking
	1.2 - 1		Plaatsen
	1 - 0.8		EHS-gebied
	0.8 - 0.6		
	0.6 - 0.4		

Titel:
Verlaging stijghoogte vijfde
wervoerend pakket 6 miljoen
m³/j, Sloten (3312)
Project:
Bronnenstudie Friesland

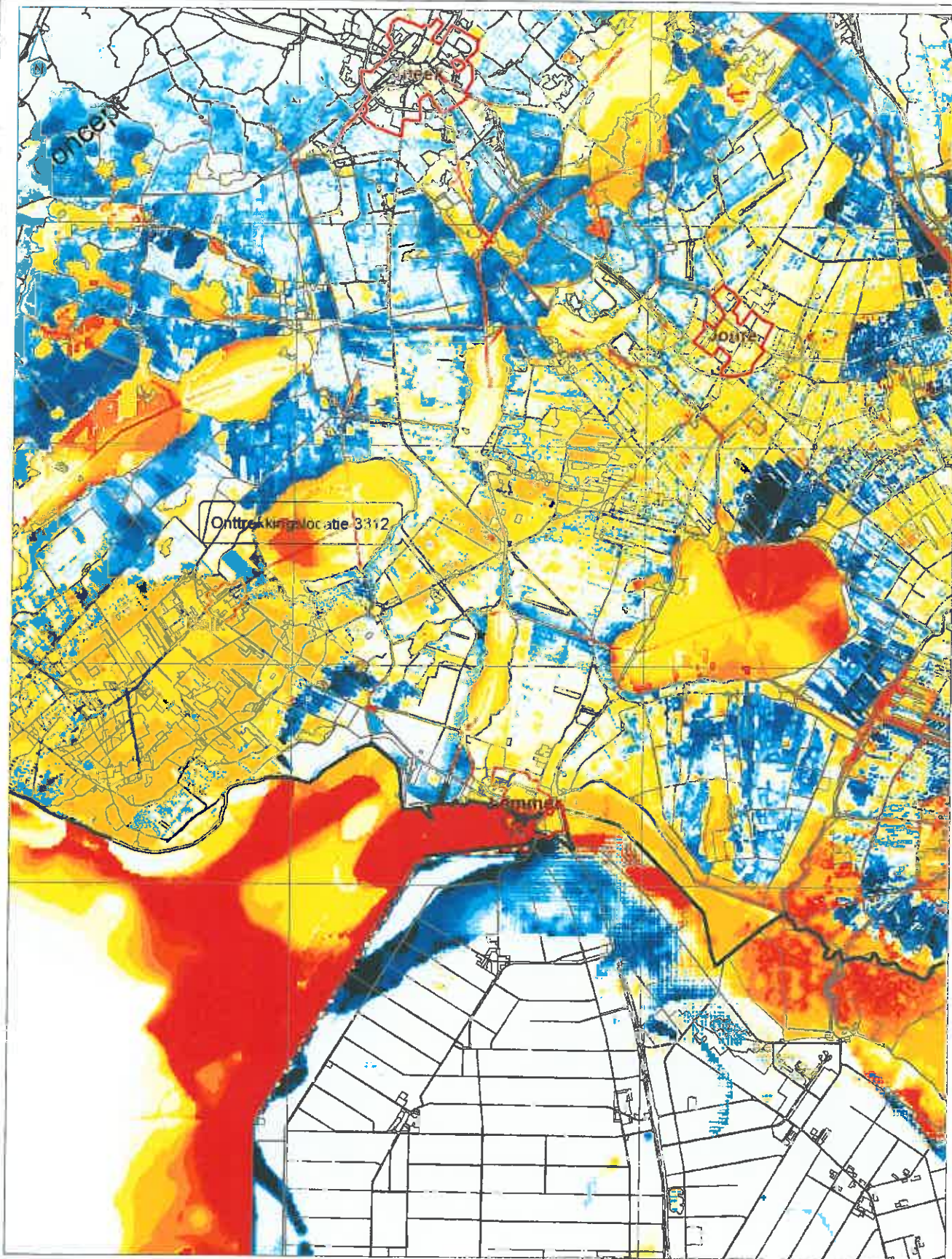
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000





Kwel(mm/dag)	Infiltratie(mm/dag)	
> 6	0.5 - 1	* Onttrekking
6-5	1-2	□ Plaatsen
5-4	2-3	
4-3	3-4	
3-2	4-5	
2-1	5-6	
1-0.5	> 6	
0.5 - 0.5 (intermedier)		

Titel:
Kwel en infiltratie laag1,
6 miljoen m3/j, Sloten (3312)

Figuur:
X

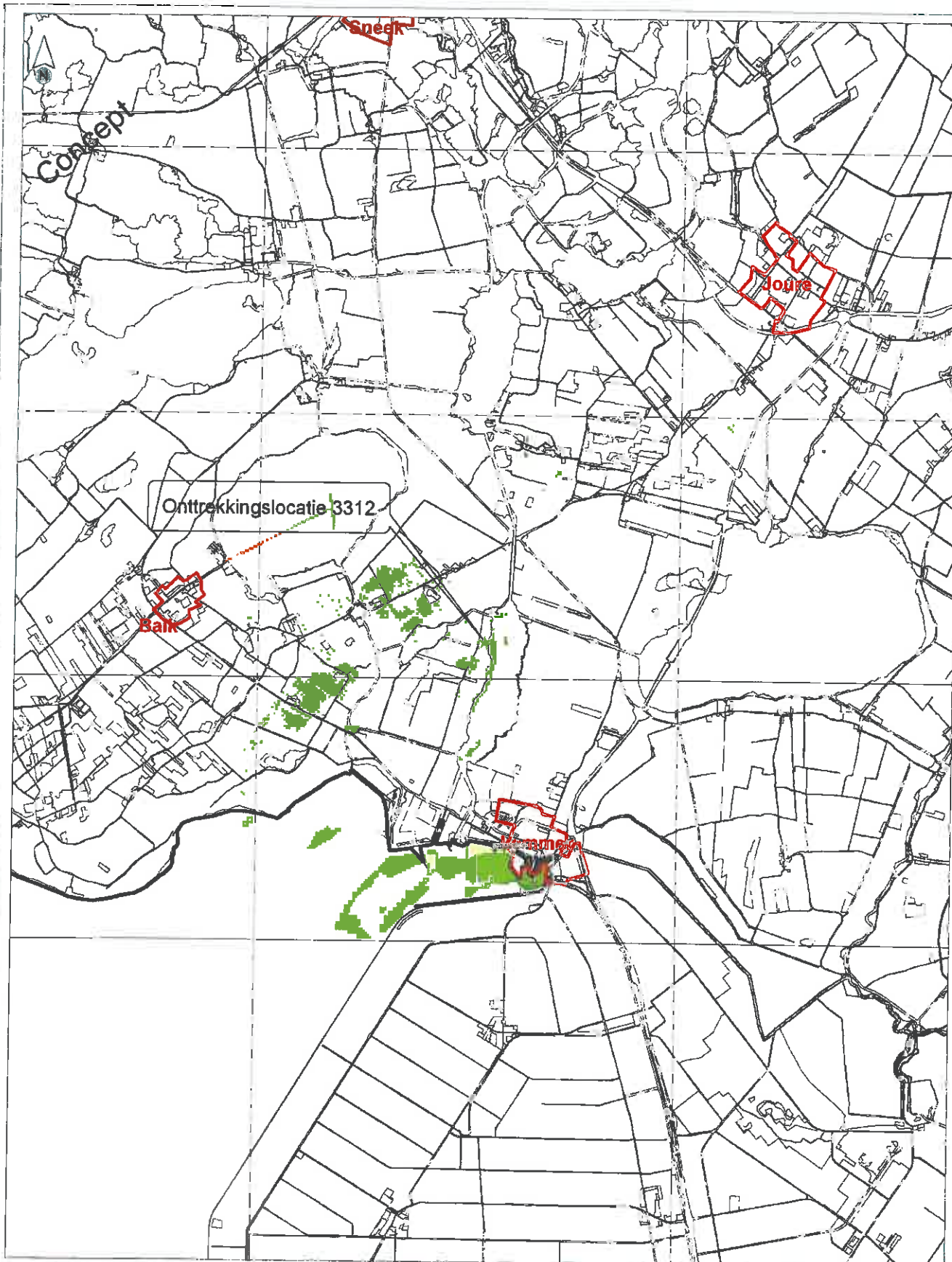
Project:
Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
Vitens

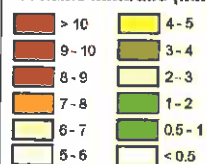


Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000



Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



★ Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag1,
6 miljoen m³/j, Sloten (3312)
minus huidige
Project.

Bronnenstudie Friesland

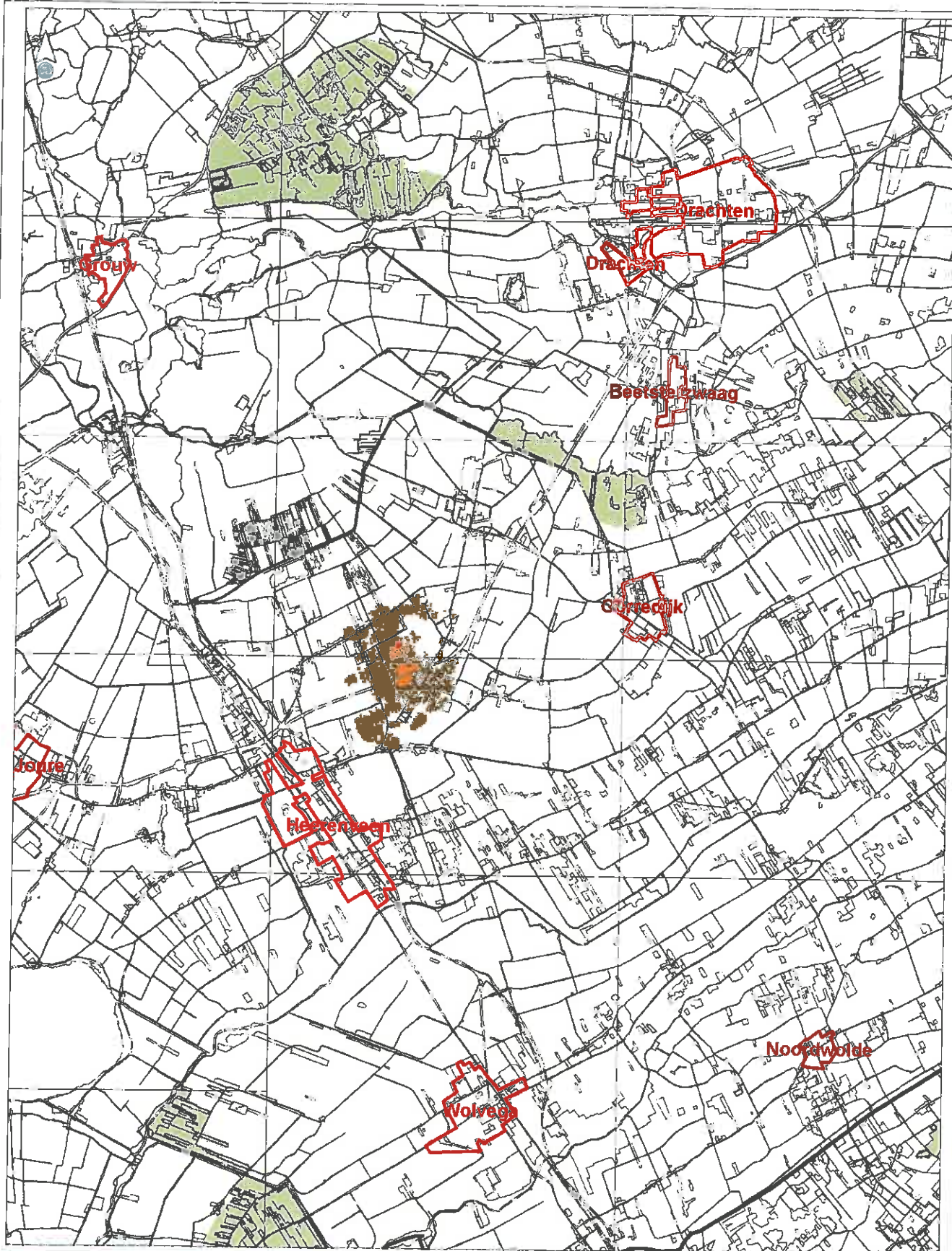
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-02-2008

Schaal:
1:125000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging grondwaterstand
6 miljoen m3/j, 4e- en 5e
Veendistrict
Project:
Bronnenstudie Friesland

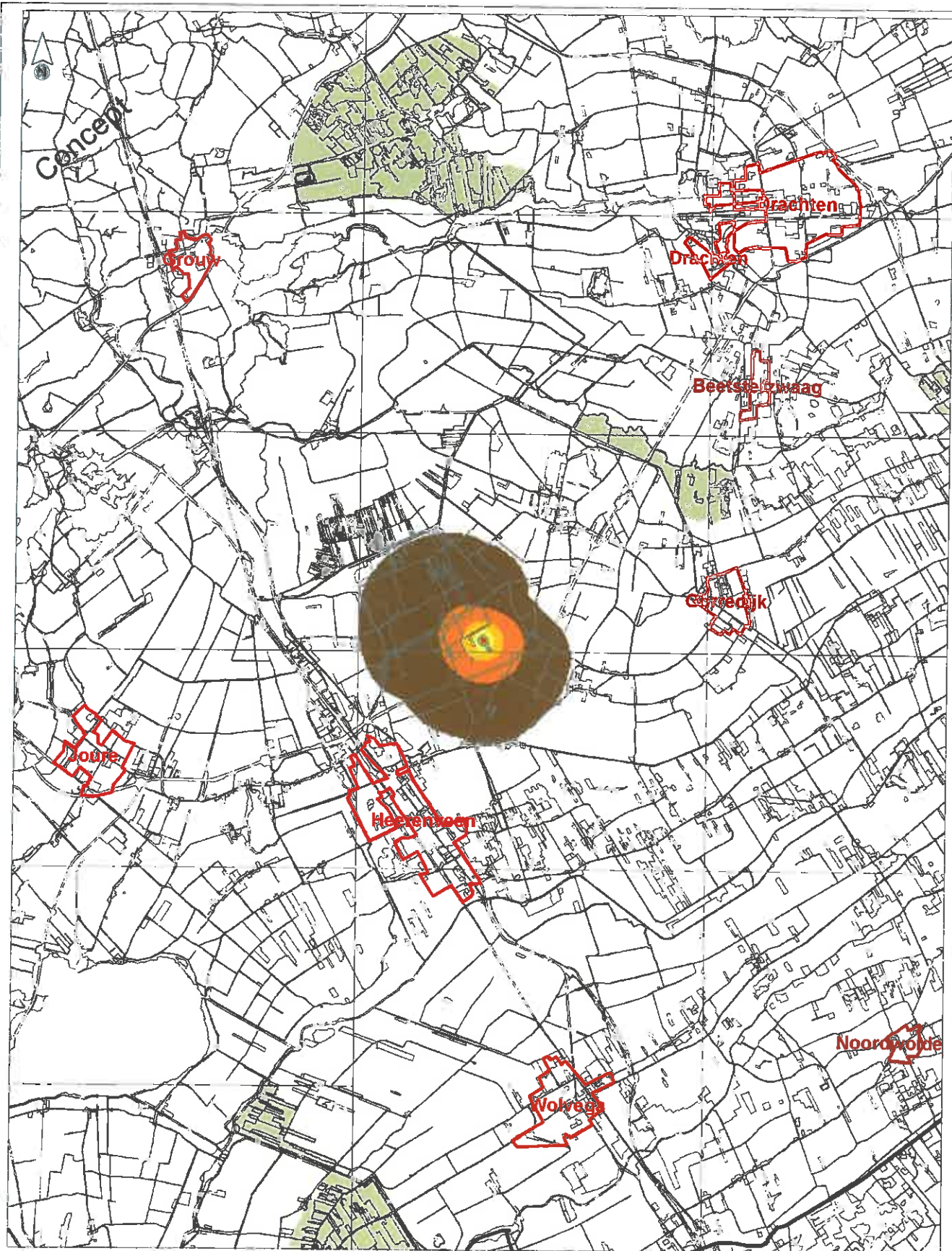
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
25-03-2008

Schaal:
1:150000





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

1.4 - 1.2	0.4 - 0.2
1.2 - 1	0.2 - 0.05
1 - 0.8	< 0.05
0.8 - 0.6	★ Onttrekking
0.6 - 0.4	□ Plaatsen
	■ EHS-gebied

Titel:
Verlaging stijghoogte
watervoerend pakket 5 6 miljoen
m³/j. 4e en 5e Veendistrict
Project:
Bronnenstudie Friesland

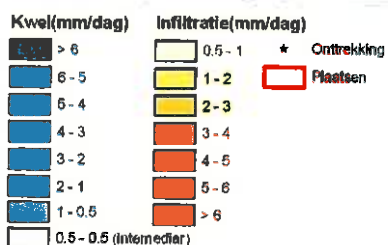
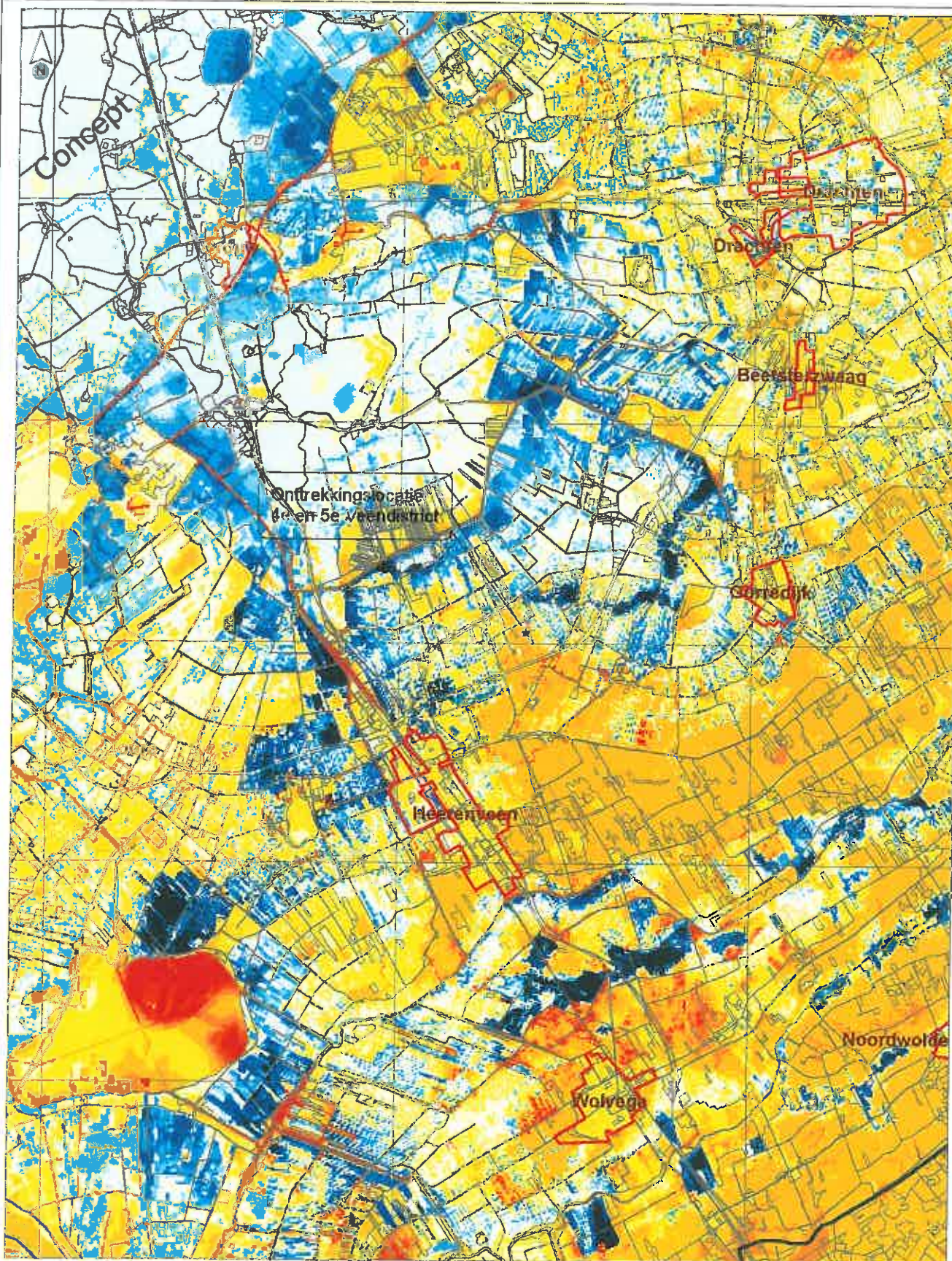
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens



Datum:
25-03-2008

Schaal:
1:150000



Titel:
Kwel en infiltratie laag 1
6 miljoen m³/j, 4e en 5e
Veendistrict
Project:
Bronnenstudie Friesland

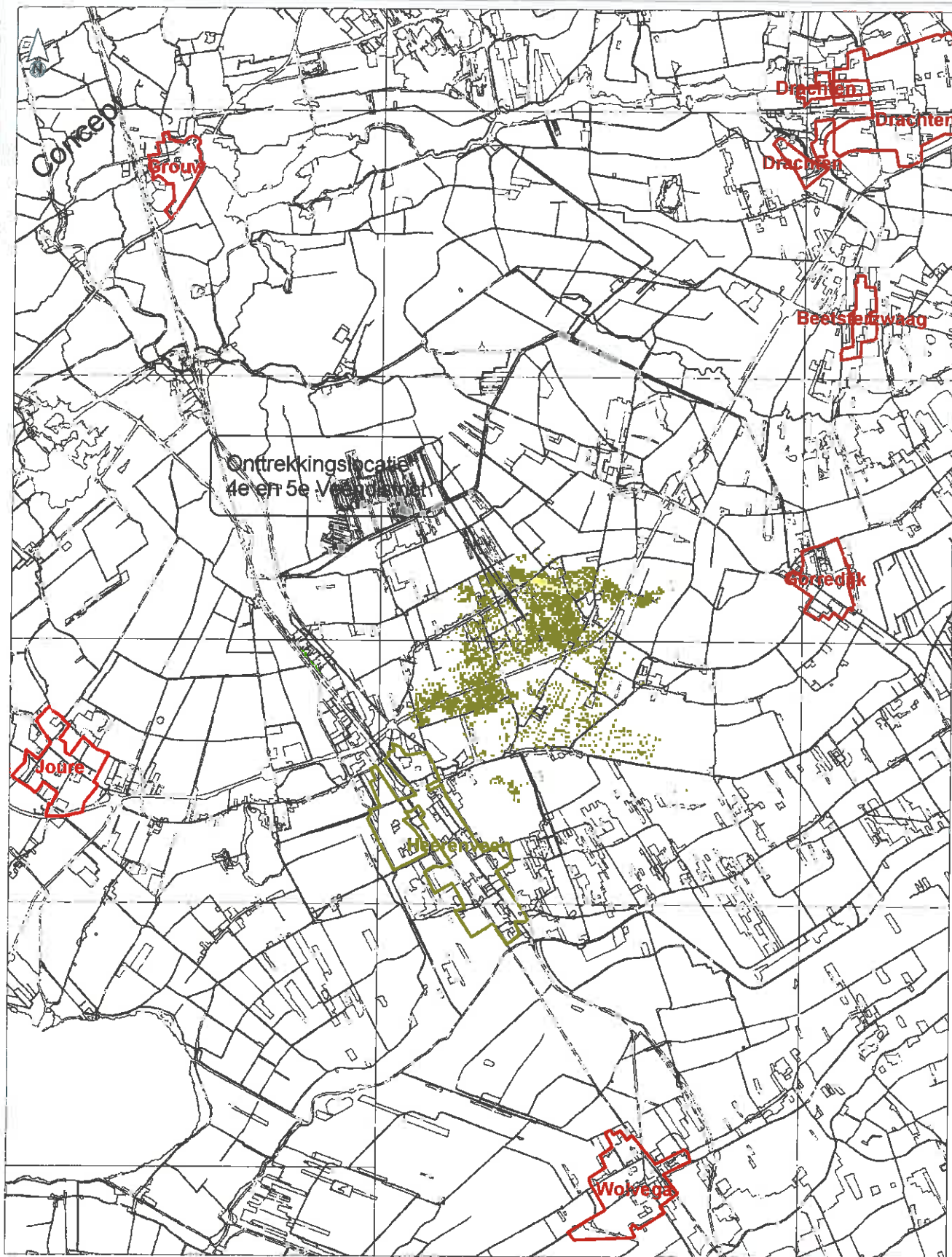
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

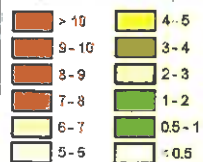
Datum:
25-03-2008

Schaal:
1:150000





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



★ Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1
6 miljoen m³/j, 4e en 5e Veendistrict
minus huidige
Project:
Bronnenstudie Friesland

Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-03-2008

Schaal:
1:125000





Verlaging grondwaterstand (m)

	> 1.8		0.4 - 0.2
	1.8 - 1.6		0.2 - 0.05
	1.6 - 1.4		< 0.05
	1.4 - 1.2		Onttrekking
	1.2 - 1		Plaatsen
	1 - 0.8		EHS-gebied
	0.8 - 0.6		
	0.6 - 0.4		

Titel:
 Verlaging grondwaterstand
 6 miljoen m3/j, Heerenveen-Oost
 (2999)
Project
 Bronnenstudie Friesland

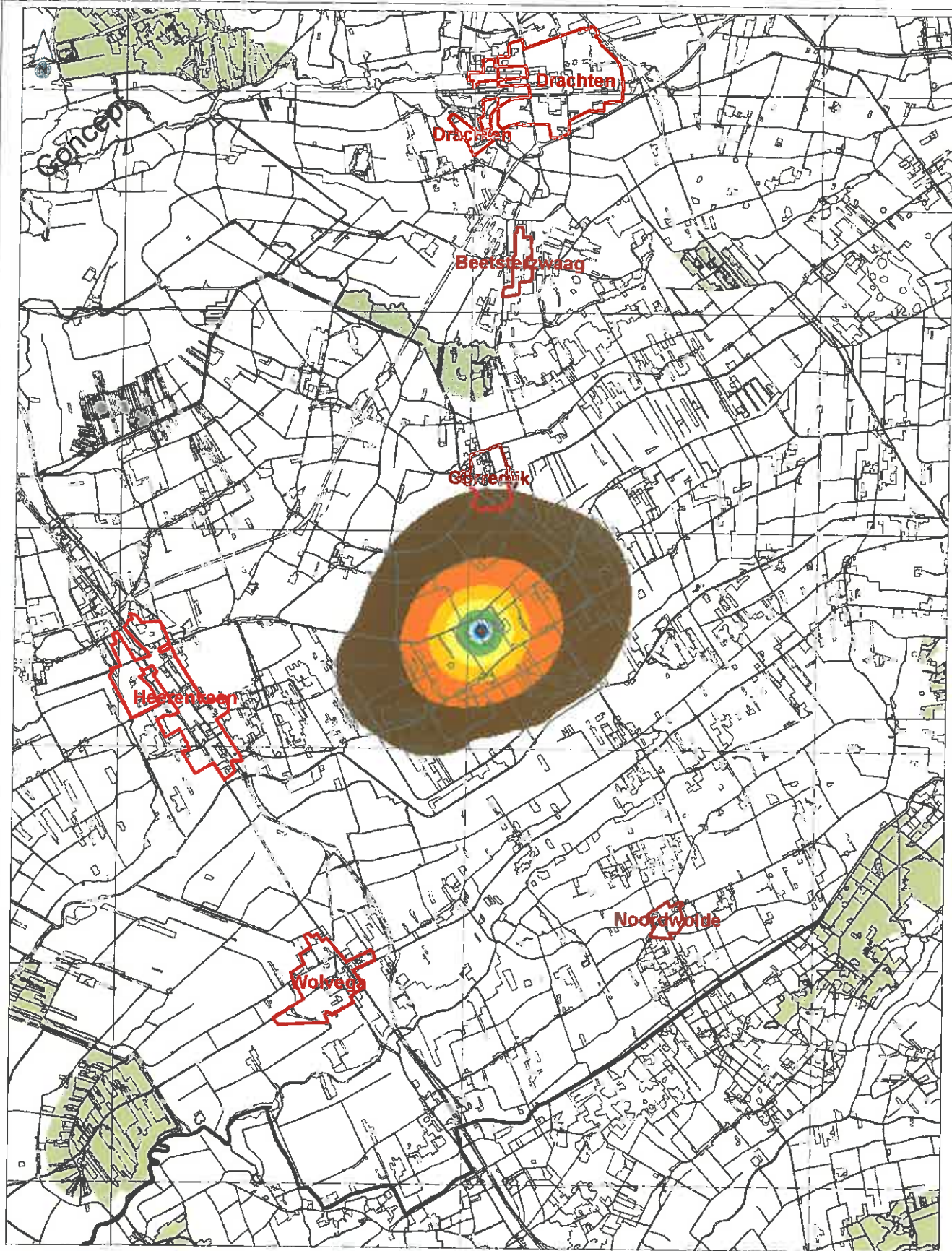
Figuur:
 X

Opdrachtgever:
 Vitens

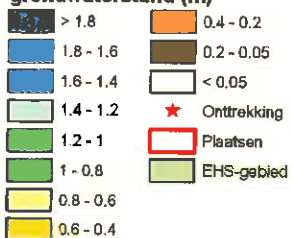
Datum:
 18-02-2008

Schaal:
 1:150000





**Verlaging
grondwaterstand (m)**



Titel:
Verlaging stijghoogte vijfde
wervoerend pakket 6 miljoen
m³/j. Heerenveen-Oost (2999)
Project:
Bronnenstudie Friesland

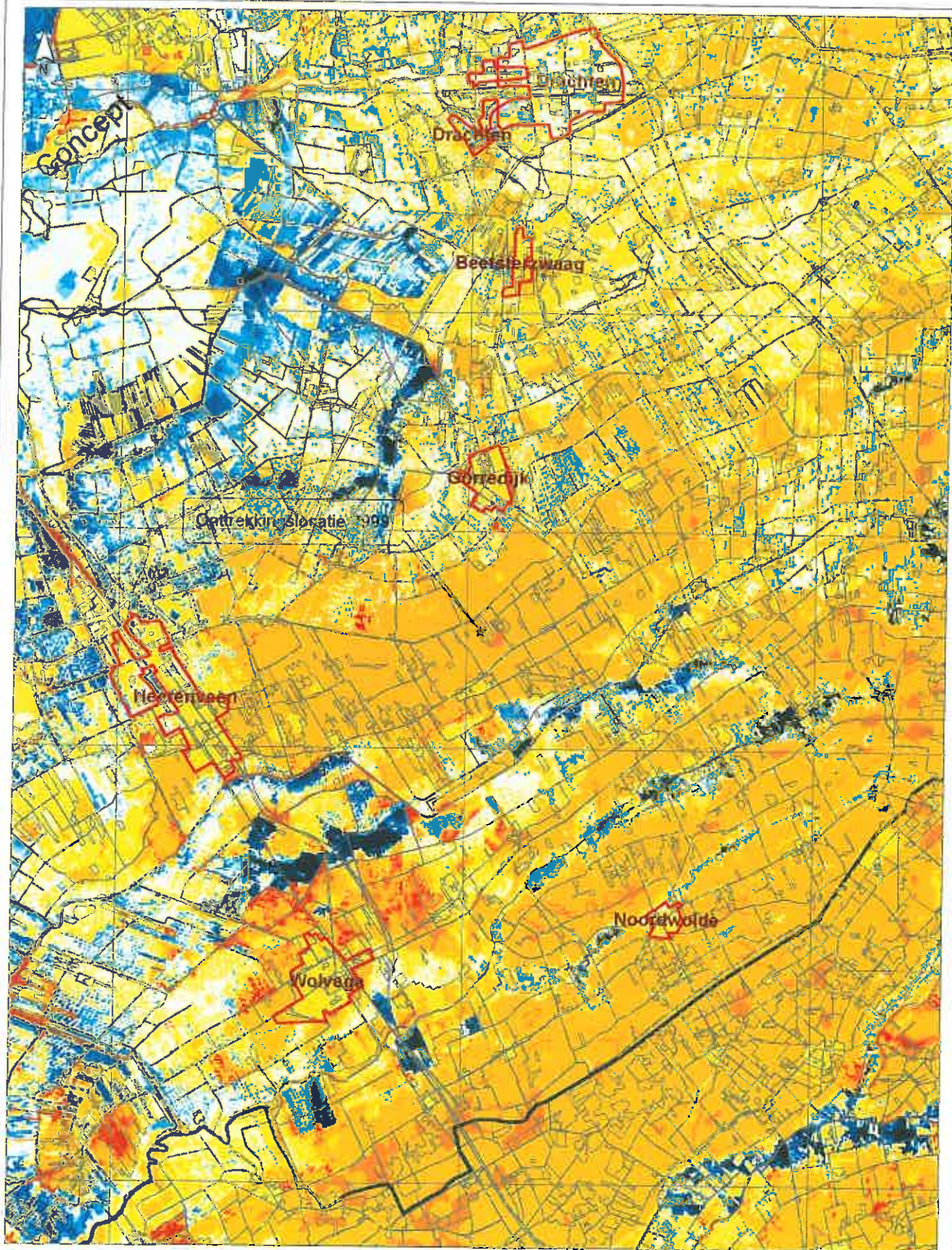
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000

Figuur:
X





Kwel(mm/dag)

> 6
6 - 5
5 - 4
4 - 3
3 - 2
2 - 1
1 - 0.5
0.5 - 0.5 (intermediar)

Infiltratie(mm/dag)

0.5 - 1
1 - 2
2 - 3
3 - 4
4 - 5
5 - 6
> 6

- * Onttrekking
- Plaatzen

Titel:
Kwel en infiltratie laag 1. 6
miljoen m³/j, Heerenveen-Oost
(2999)
Project:
Bronnenstudie Friesland

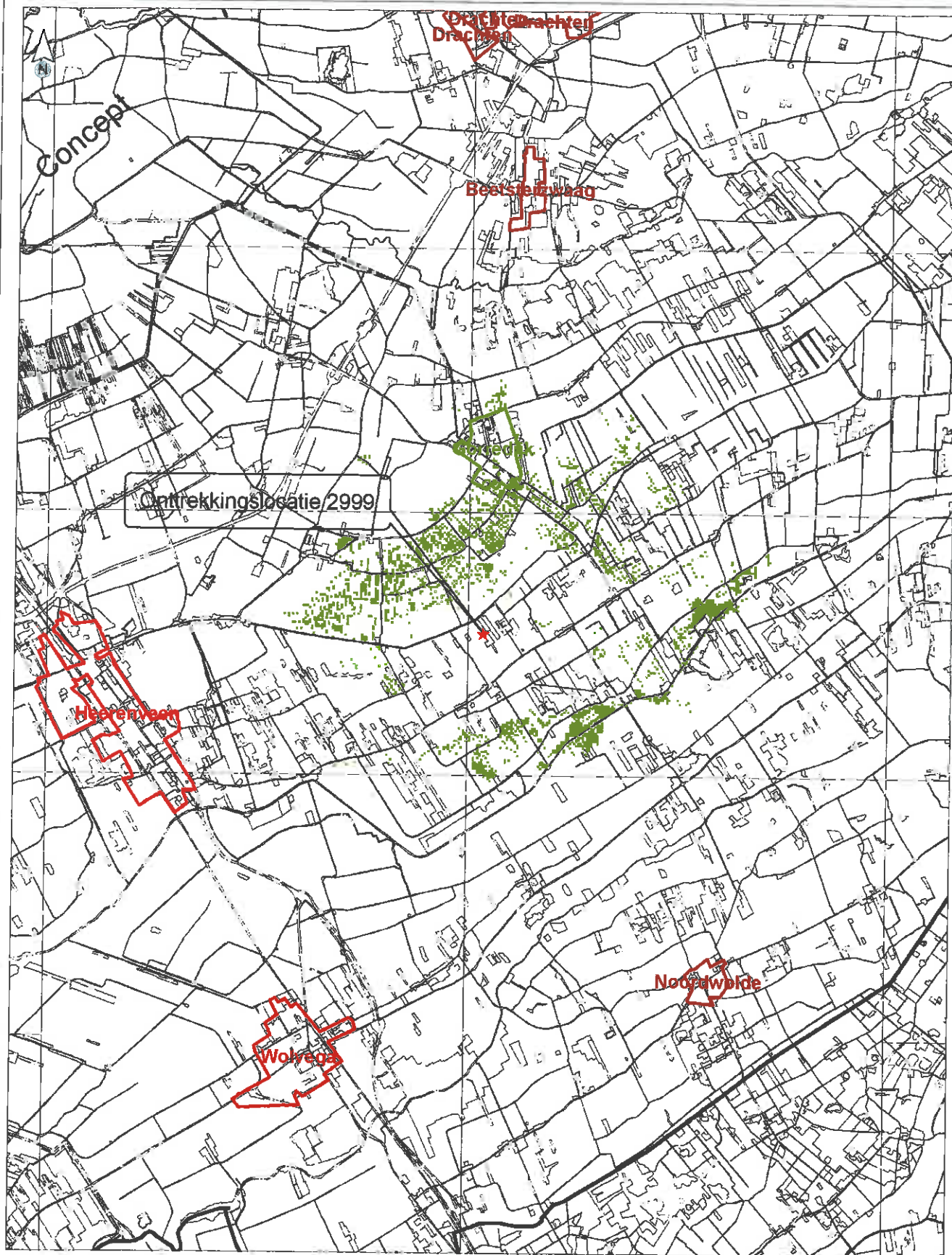
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
20-02-2008

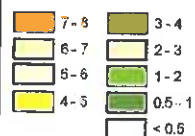
Schaal:
1:150000

Figuur:
X





Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



* Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1, 6
miljoen m³/, Heerenveen-Oost
(2009) minus huidige
Project

Bronnenstudie Friesland

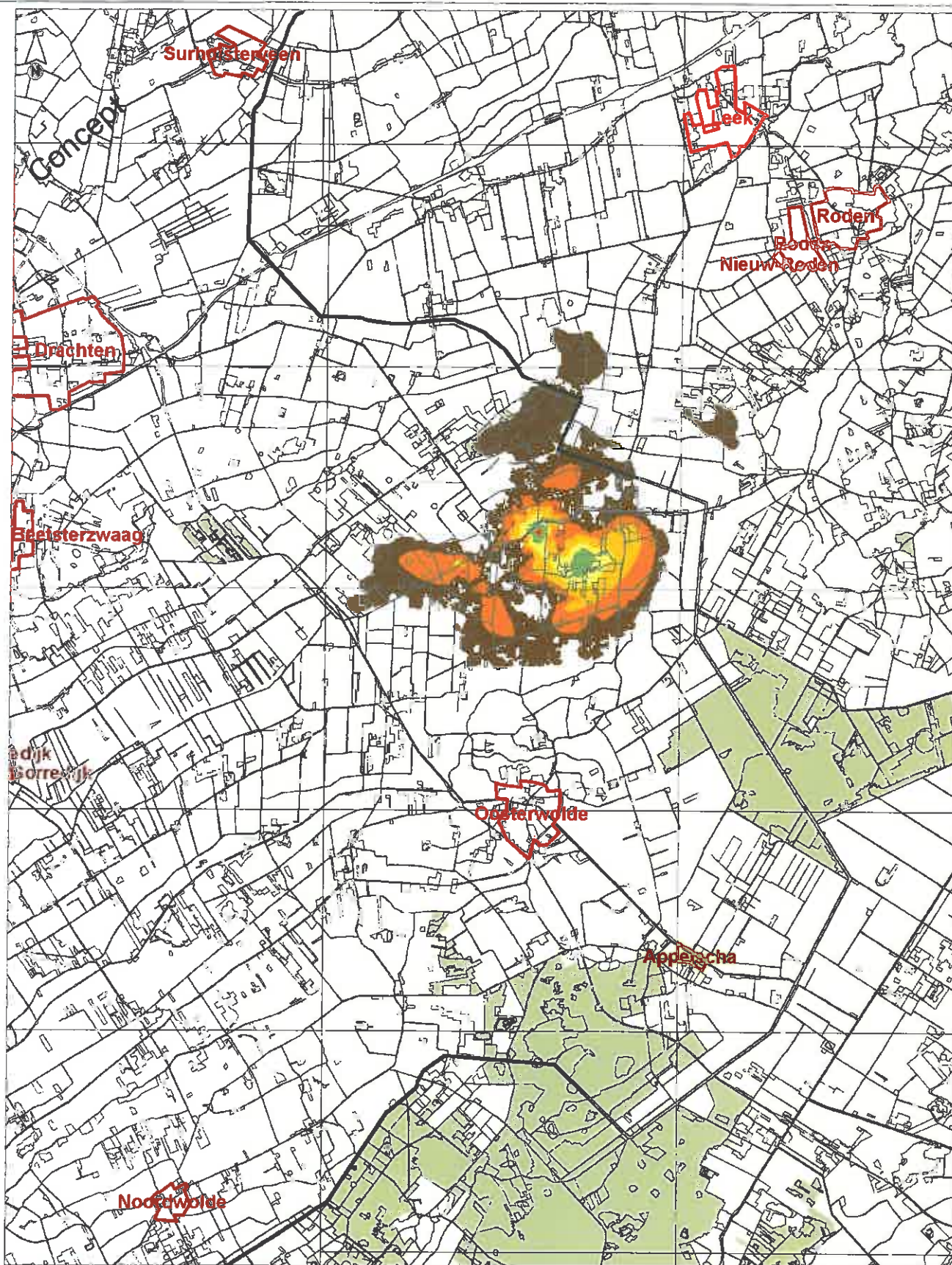
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-02-2008

Schaal:
1:125000

Figuur:
X





Verlaging grondwaterstand (m)

1.2 - 1	0.4 - 0.2
1 - 0.8	0.2 - 0.05
0.8 - 0.6	< 0.05
0.6 - 0.4	★ Onttrekking
	□ Plaatsen
	■ EHS-gebied

Titel:
Verlaging stijghoogte
watervoerend pakket 5 6 miljoen
m³/j, Waskemeer (66)
Project:
Bronnenstudie Friesland

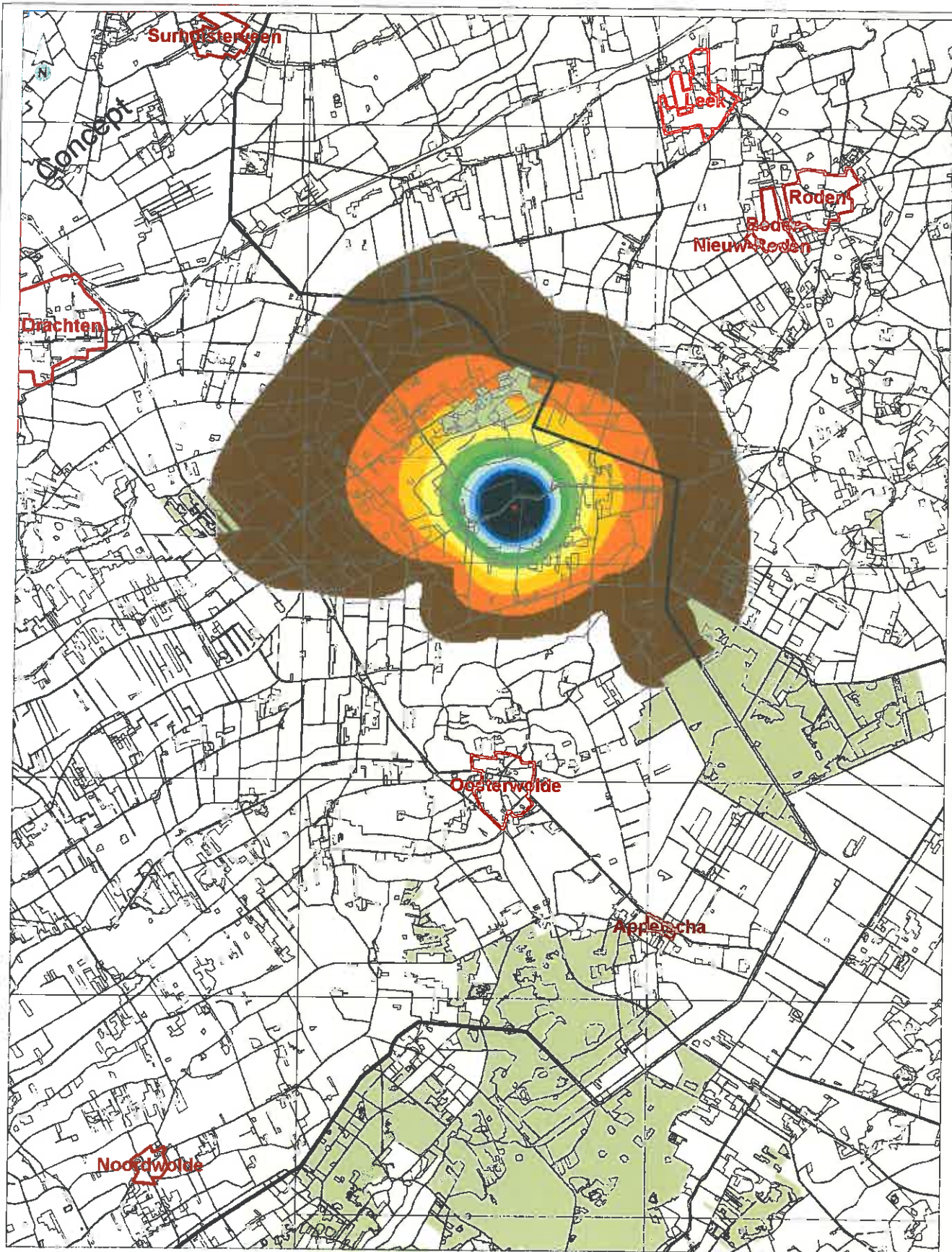
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-03-2008

Schaal:
1:150000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

1.8 - 1.6	0.4 - 0.2
1.6 - 1.4	0.2 - 0.05
1.4 - 1.2	< 0.05
1.2 - 1	★ Onttrekking
1 - 0.8	□ Plaatsen
0.8 - 0.6	■ EHS-gebied
0.6 - 0.4	

Titel:
Verlaging stijghoogte
watervoerend pakket 5 6 miljoen
m³/j, Waskemeer (66)
Project:
Bronnenstudie Friesland

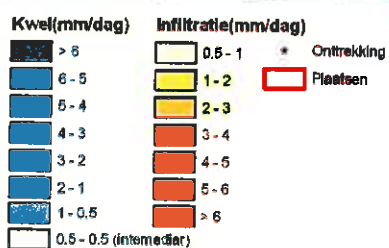
Figuur:
X

Opdrachtgever:
Vitens



Datum:
25-03-2008

Schaal:
1:150000



Titel:
Kwel en infiltratie laag 1,
6 miljoen m3/j, Waskemeer(66)

Figuur:
X

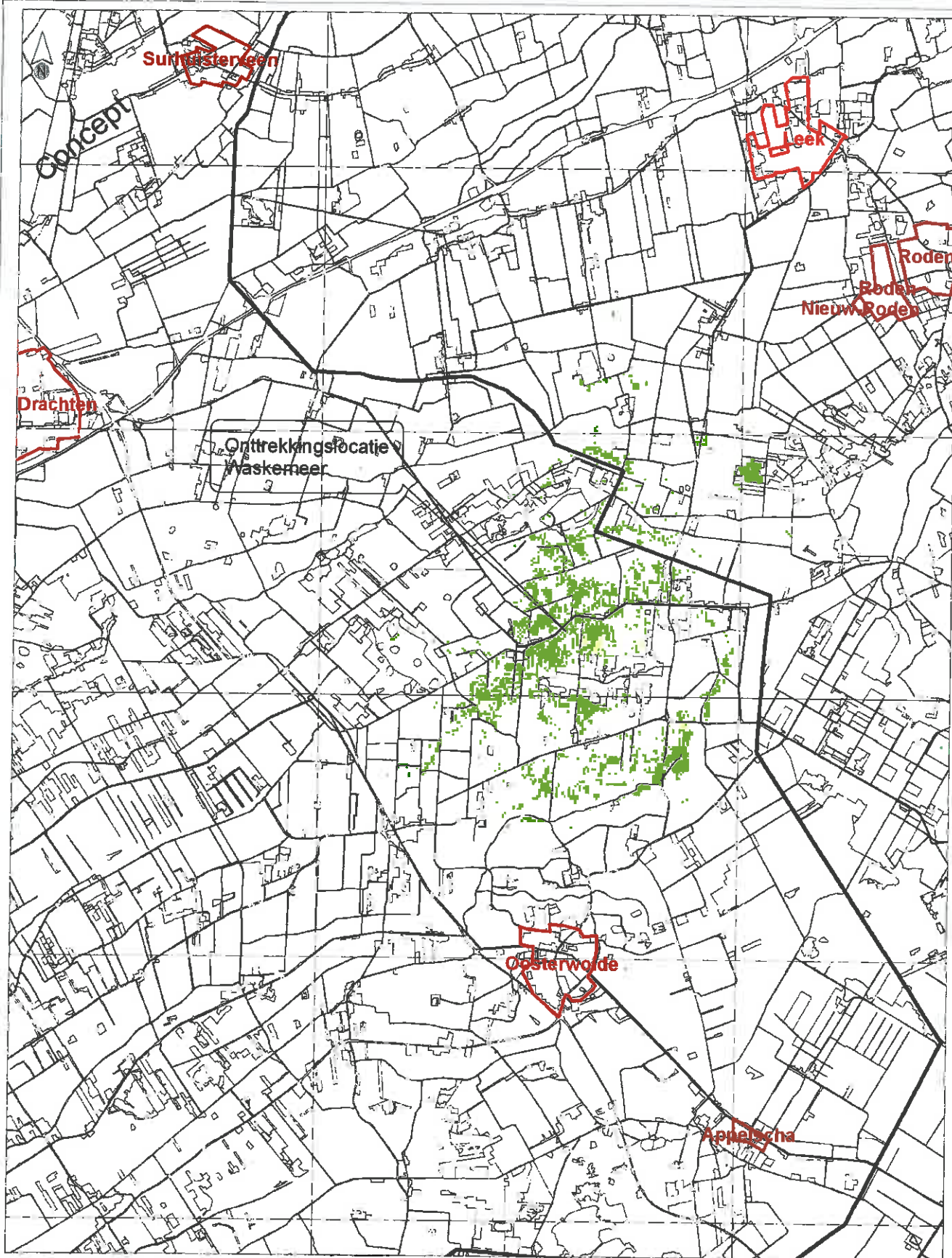
Project:
Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
Vitens

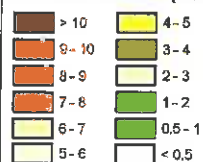


Datum:
20-02-2008

Schaal:
1:150000



Afname kwel/
toename infiltratie (mm/dag)



★ Onttrekking
□ Plaatsen

Titel:
Verskil kwel en infiltratie laag1,
6 miljoen m³/j, Waskemeer(66)
minus huidige
Project:

Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
27-02-2008

Schaal:
1:125000

Figuur:
X





Bijlage 4

Berekeningsresultaten winningen Oudega en Spannenburg

**Verlagings
grondwaterstand (m)**

1 - 0.8	0.4 - 0.2
0.8 - 0.6	0.2 - 0.05
0.6 - 0.4	< 0.05

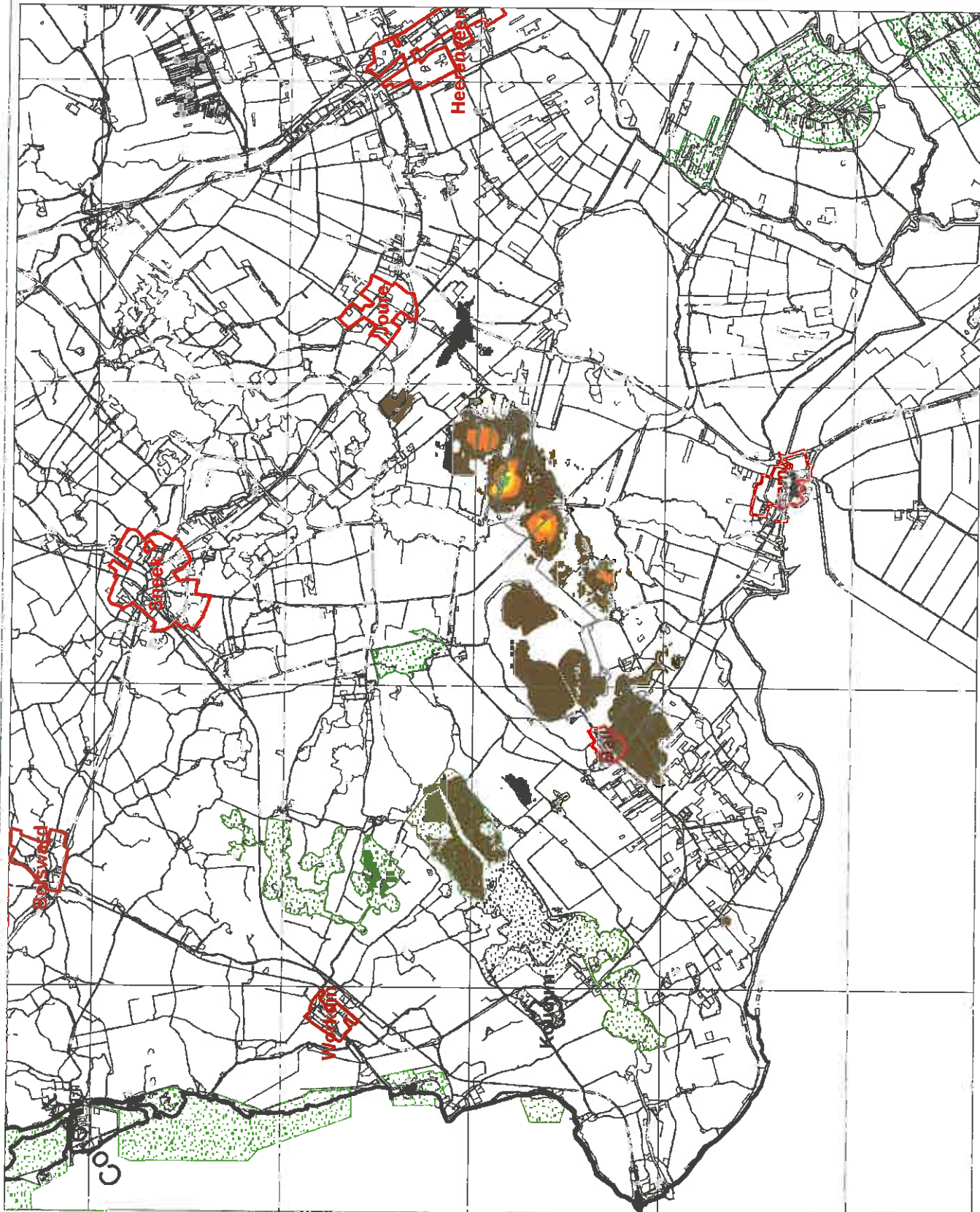
★ Onttrekking
 □ Plaatsen
 ■ EHS-gebied

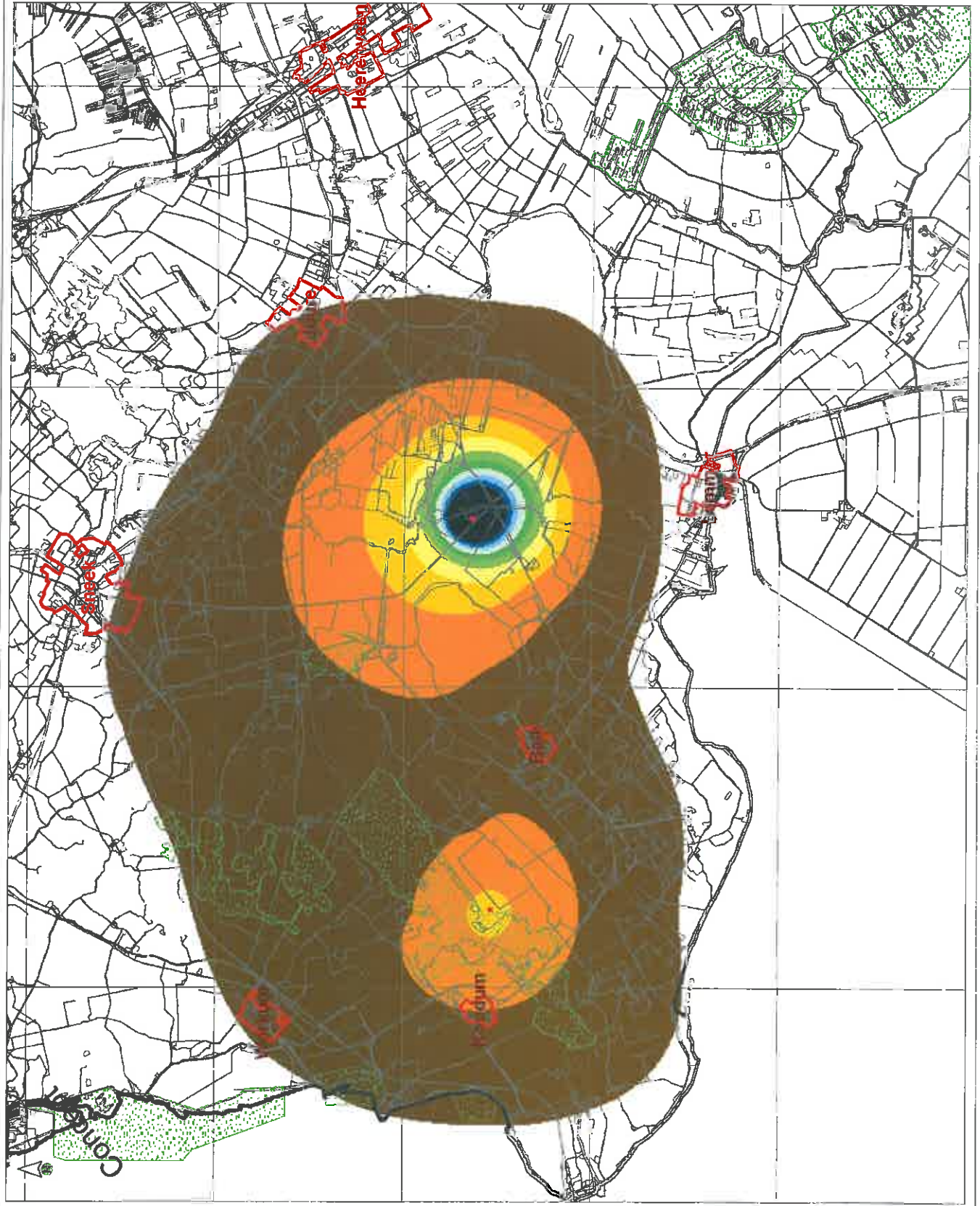
Titel:
 Verlagings grondwaterstand 10
 miljoen m³/j Oudega, 15 miljoen
 m³/j Spannenburg t.o.v. geen winning
Project:
 Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
 Vistens

Datum:
 28-03-2008
Schaal:
 1:175000

Figuur:
 X





Titel:
Verlagings stijghoogte wps 5 10
miljoen m3/j Oudega, 15 miljoen
m3/j Spannenburg t.o.v. geen winning
Project:
Bronnenstudie Friesland

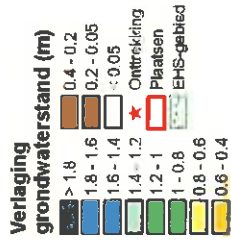
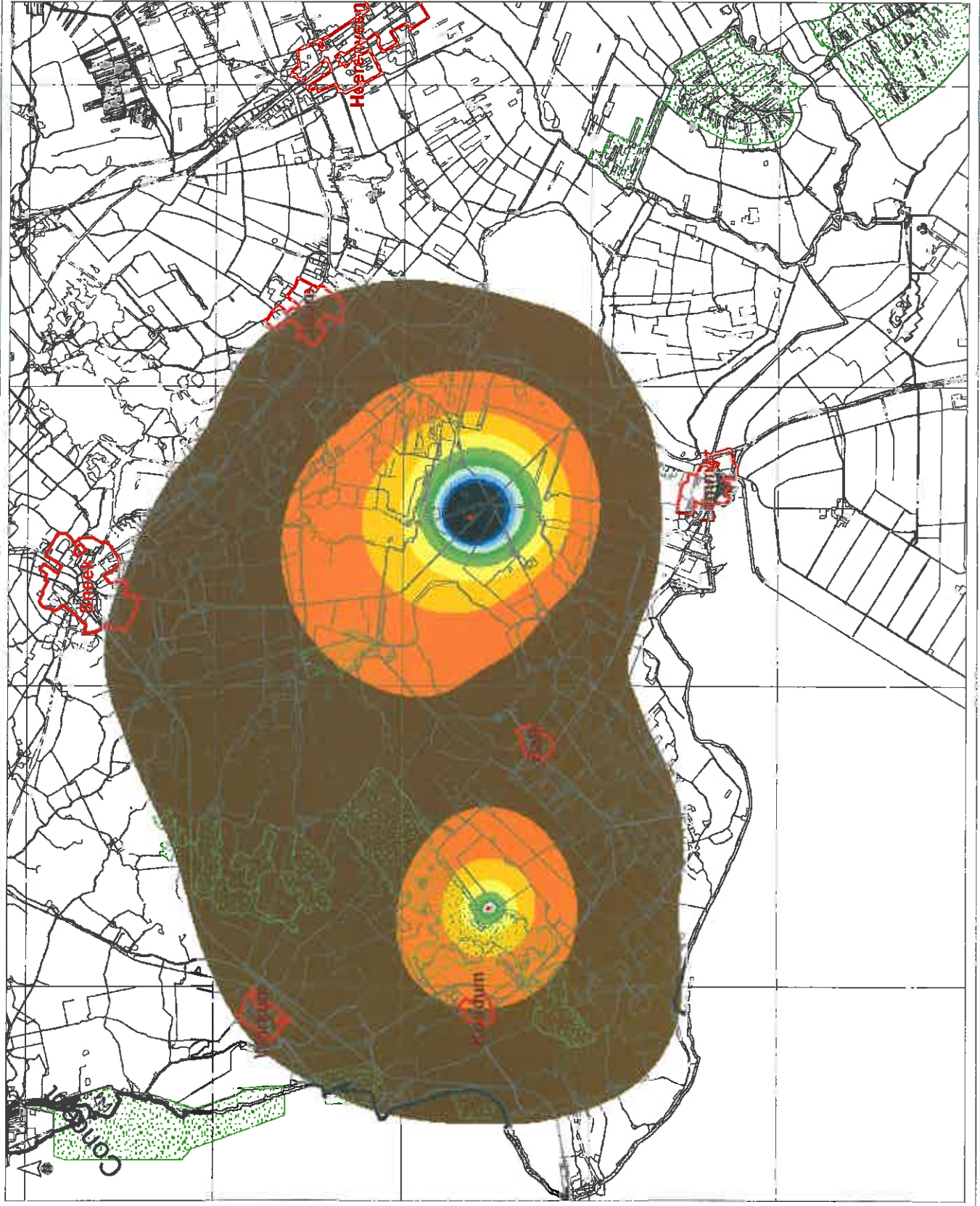
Opdrachtgever:
Vistens

Datum:
26-03-2008

Schaal:
1:175000

Figuur:
X





Titel:
Verlagings stijghoogte wvp6 10
miljoen m3/j Oudega, 15 miljoen
m3/j Spannenburg t.o.v. geen winning

Project:
Bronnenstudie Friesland

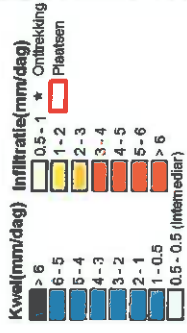
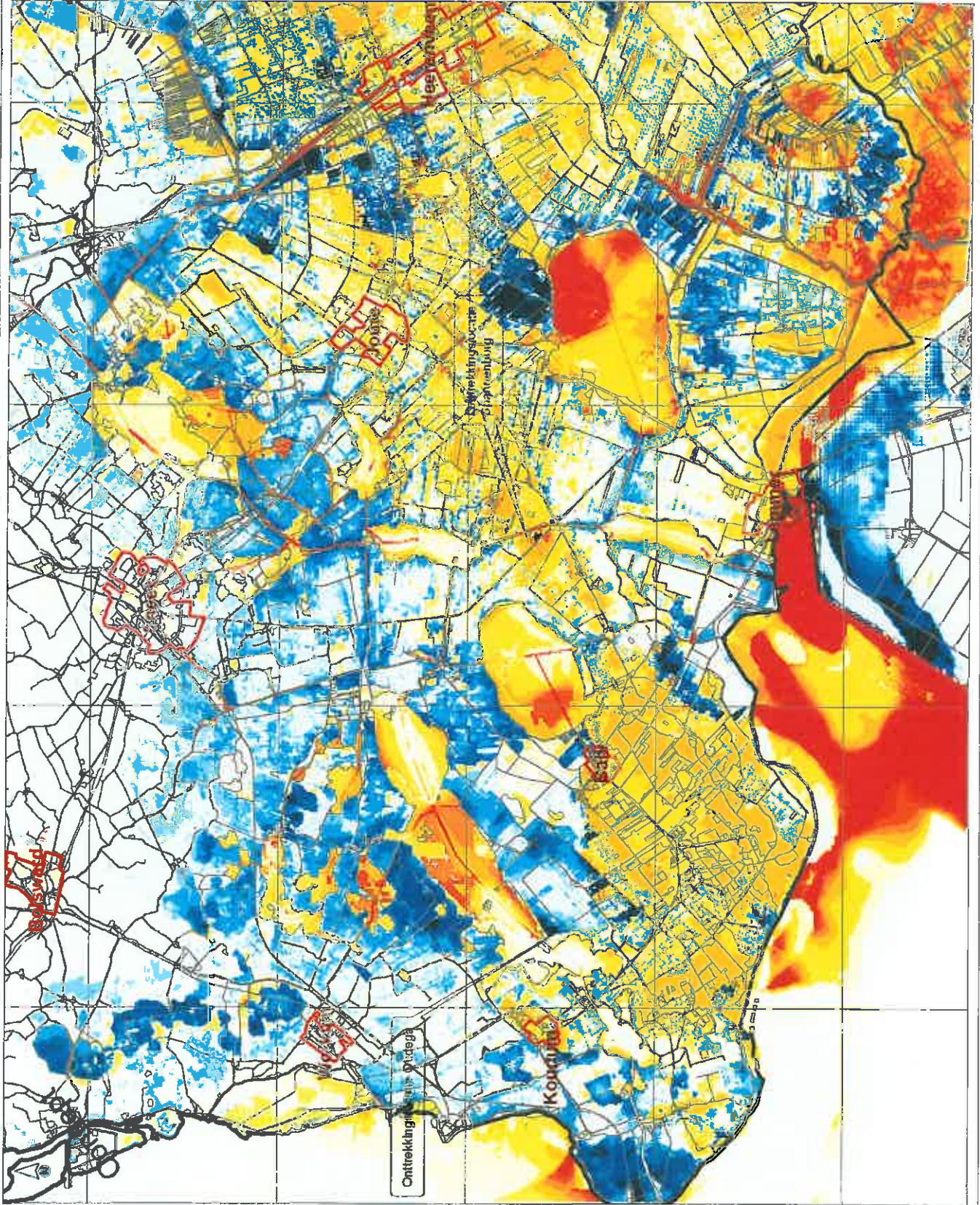
Opdrachtgever:
Vistens

Datum:
28-03-2008

Schaal:
1:175000

Figuur:
X





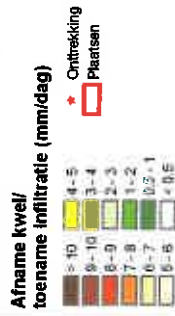
Titel:
 Kwel en infiltratie laag 1
 10 miljoen m³/j Oudega, 15 miljoen
 m³/j Spannenbrug
Project:
 Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
 Vitens

Datum: 28-03-2008
Schaal: 1:175000

Figuur:
 X





Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1
10 miljoen m3/j Oudega, 15 miljoen
m3/j Spannenbrug t.o.v. geen winning

Project:
Bronnenstudie Friesland

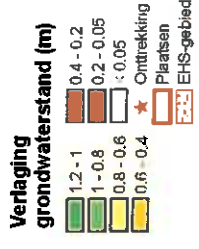
Opdrachtgever:
Vitens

Datum:
28-03-2008

Schaal:
1:175000

Figuur:
X





Titel: Verlaging grondwaterstand 12 miljoen m³/j Oudega, 17 miljoen m³/j Spannenbrug t.o.v. geen winning

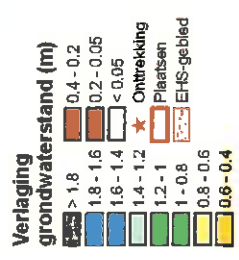
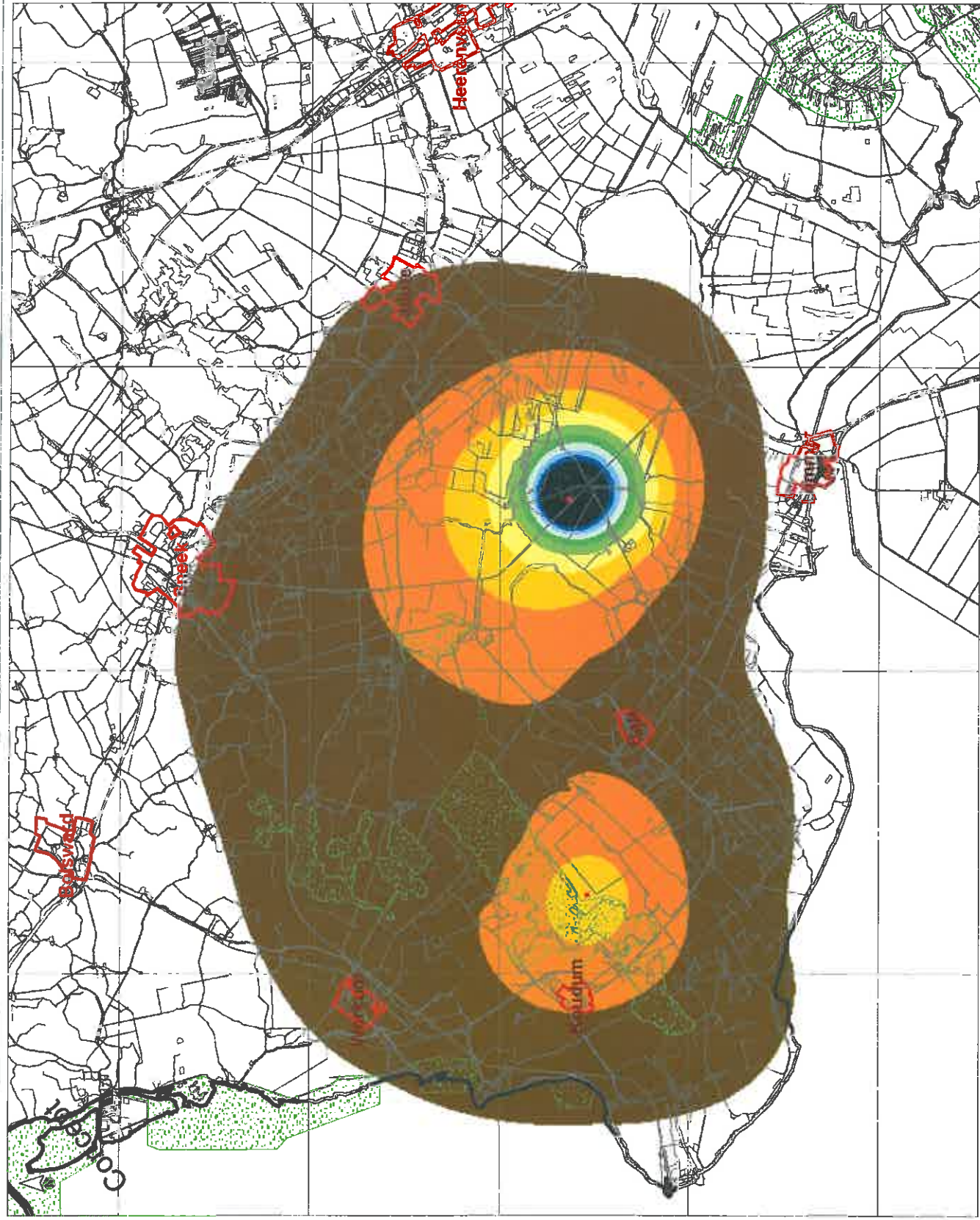
Project: Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever: Vitens

Datum: 28-03-2008
Schaal: 1:175000

Figuur: X





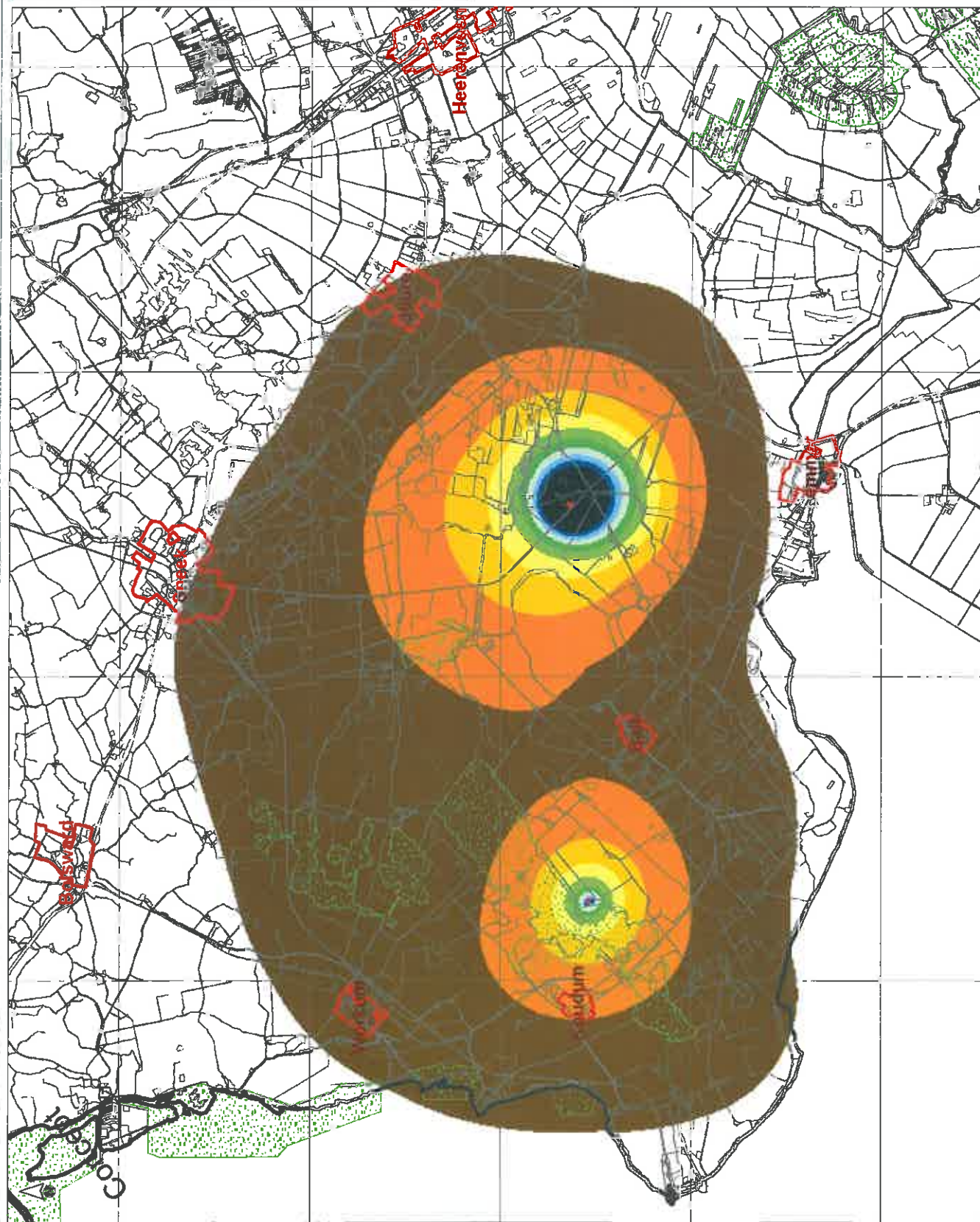
Titel: Verlagings stijghoogte wvp5 12
miljoen m3/j Oudega, 17 miljoen
m3/j Spannenburg t.o.v. geen winning
Project: Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
Vistens

Datum: 28-03-2008
Schaal: 1:175000

Figuur:
X





**Verlaging
grondwaterstand (m)**

> 1.8	0.4 - 0.2
1.8 - 1.6	0.2 - 0.05
1.6 - 1.4	< 0.05
1.4 - 1.2	Onttrekking
1.2 - 1	Plaatsen
1 - 0.8	EHS-gebied
0.8 - 0.6	
0.6 - 0.4	

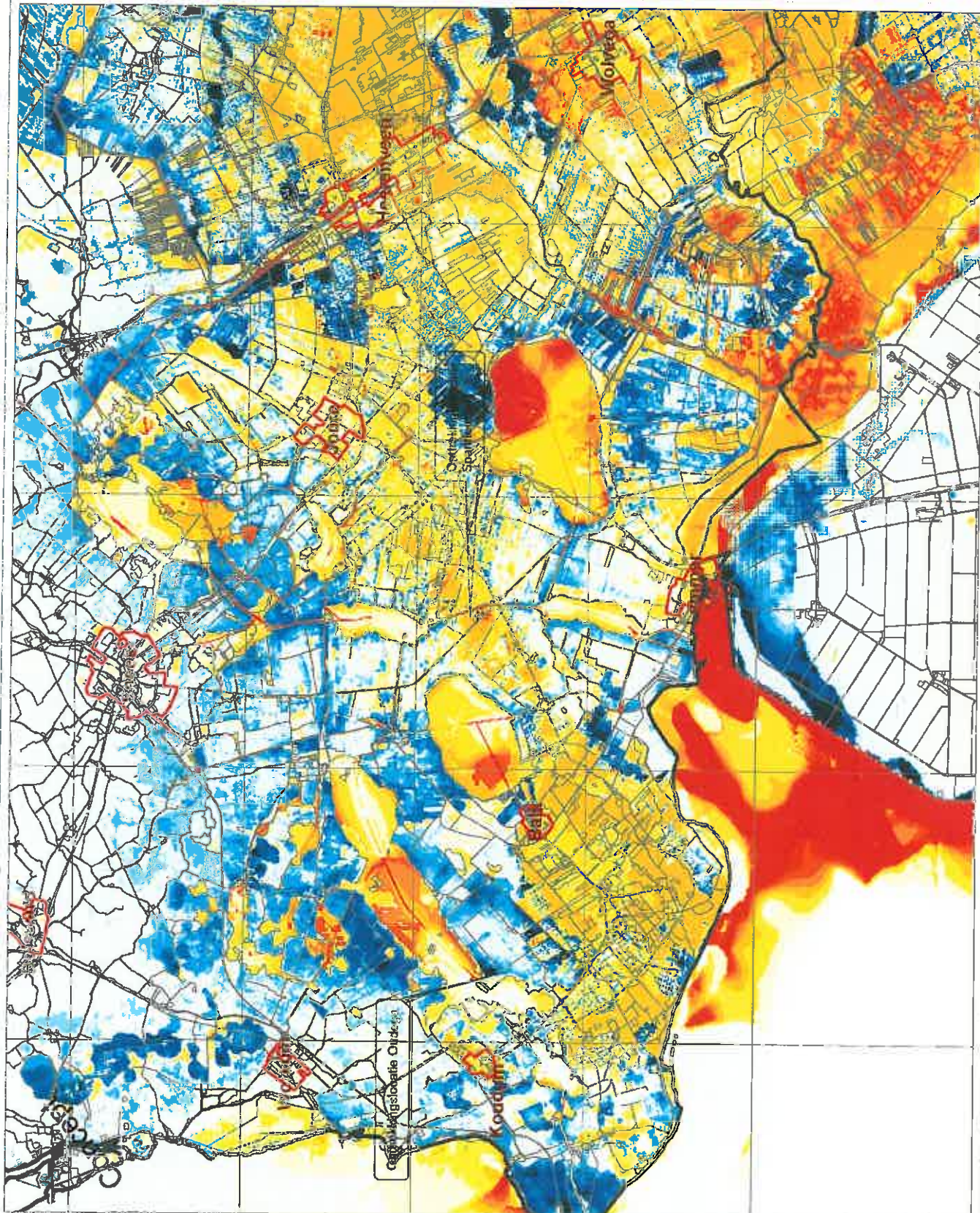
Titel: Verlaging stijghoogte wvp6 12
 miljoen m3/j Oudega, 17 miljoen
 m3/j Spannenburg t.o.v. geen winning
Project: Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
 Vistens

Datum: 28-03-2008
Schaal: 1:175000

Figuur:
 X





Titel:
Kwel en infiltratie laag 1
12 miljoen m3/j Oudega, 17 miljoen
m3/j Spannenbrug
Project:

Opdrachtgever:
Vltens

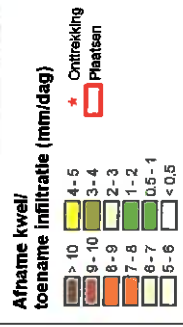
Datum:
28-03-2008
Schaal:
1:194074

Figuur:
X





Concept



Titel:
Verschil kwel en infiltratie laag 1
12 miljoen m3/j Oudega, 17 miljoen
m3/j Spanningburg t.o.v. geen winning

Project:
Bronnenstudie Friesland

Opdrachtgever:
V/tens

Datum:
28-03-2008

Schaal:
1:175000

Figuur:
X

