2025-08

oranjewoud

Eco- en geohydrologisch onderzoek van het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Rapportage

projectnr. 12799 - 172585
revisie 02

P2025-08

Eco- en geohydrologisch onderzoek van het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Rapportage

projectnr. 12799 - 172585
revisie 02
2 november 2007

Opdrachtgever

Gedeputeerde Staten van Fryslân
contactpersoon: dhr. A. Meijer
Postbus 20120
8900 HM LEEUWARDEN

datum vrijgave	beschrijving revisie 02	goedkeuring	vrijgave
2-11-2007	Definitief	R. Verhagen	E.G. Oostinga

Inhoud

		Blz.
1	**Inleiding**	**5**
1.1	Kader	5
1.2	Doel van het project	5
1.3	Leeswijzer	7
2	**Werkwijze**	**9**
2.1	Hoofdlijnen	9
2.2	Uitgangspunten	9
2.3	Indicatoren	10
3	**Het grondwatermodel**	**15**
4	**Huidige- en referentie situatie**	**17**
4.1	Huidige situatie	17
4.2	Referentie situatie	17
5	**Resultaten noordelijk traject**	**19**
5.1	Effecten tijdens aanleg (figuren 5.1 en 5.2)	19
5.2	Effecten na aanleg (figuur 5.3, 5.4 en 5.5)	19
5.3	Overige effecten	21
6	**Resultaten midden traject**	**25**
6.1	Effecten tijdens aanleg (figuren 6.1x en 6.2x)	25
6.2	Effecten na aanleg (figuren 6.3x)	27
6.3	Overige effecten	28
7	**Resultaten zuidelijk traject**	**31**
7.1	Effecten tijdens aanleg (figuren 7.1x en 7.2x)	31
7.2	Effecten na aanleg (figuur 7.3)	33
7.3	Effecten infiltratie wegdekwater	34
	Resultaten en conclusies	**35**
	Referenties	**1**

Bijlage 1 Peilbuislokaties (ondiepe peilbuizen, MIPWA)
Bijlage 2 Berekende- en gemeten tijdstijghoogtelijnen (MIPWA)

Figuren

Figurenlijst

1.1 Onderzoeksgebied

2.1 Natuurlijke vegetaties (gewenst).
2.2 Bodemsoort.

3.1 Grondwatertrappen MIPWA.
3.2 Grondwatertrappen bodemkaart.
3.3 Verschil tussen de berekende freatische stijghoogte: MIPWA (aangepast) – MIPWA (oorspronkelijk)

4.1 Freatische stijghoogte huidige situatie.
4.2 Gemiddelde grondwaterstand huidige situatie.
4.3 Kwel en infiltratie huidige situatie.
4.4 Grondwaterstand referentie situatie.
4.5 Grondwaterstandsverandering referentie situatie t.o.v. huidige situatie.
4.6 Kwel en infiltratie referentie situatie.
4.7 Verandering kwel en infiltratie referentie situatie t.o.v. huidige situatie.

5.1 Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (noordelijk traject).
5.2 Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (noordelijk traject).
5.3 Beïnvloeding gewenste natte natuurgebieden (noordelijk traject).
5.4 Maaiveldshoogte omgeving Wijnjeterper Schar.
5.5 Ontwateringsdiepte Wijnjeterper Schar (referentie situatie).

6.1 Tracéalternatieven.
6.1a Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (west variant).
6.1b Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (west-plus variant).
6.1c Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (west-3 variant).
6.1d Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (west-4 variant).
6.1e Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (nul-plus variant).
6.1f Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (oost variant met aquaduct).
6.1g Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (oost variant met viaduct).

6.2a Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (west variant).
6.2b Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (west-plus variant).
6.2c Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (west-3 variant).
6.2d Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (west-4 variant).
6.2e Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (nul-plus variant).

6.2f Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (oost variant met aquaduct).
6.2g Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (oost variant met viaduct).

6.3a Beïnvloeding gewenste natte natuurgebieden (west variant).
6.3b Beïnvloeding gewenste natte natuurgebieden (west variant, met mitigrerende maatregelen).

7.1a Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (zuidelijk traject).
7.1b Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (verdiepte aanleg, zuidelijk traject).
7.2a Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (zuidelijk traject).
7.2b Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (verdiepte aanleg, zuidelijk traject).
7.3 Beïnvloeding gewenste natte natuurgebieden (zuidelijk traject).

1 Inleiding

1.1 Kader

De N381 Drachten - Drentse grens wordt opgewaardeerd tot een stroomweg (100 km/uur en ongelijkvloerse kruisingen). Voor dit wegenproject heeft de provincie Fryslân een MER/Tracéstudie uitgevoerd. Provinciale Staten van Fryslân hebben (op advies van Gedeputeerde Staten) op 21 februari 2007 besloten om de procedure voor het opstellen van een milieueffectrapport (MER) voor het trajectdeel Donkerbroek – Oosterwolde Noord (figuur 1.1) te heropenen. Naast een tracé aan de oostzijde van de Opster-lânske Kompanjonsfeart worden meerdere westelijke tracés in de MER/ Tracéstudie beoordeeld. Daarbij zal ook het bestaande tracé van de N381 tussen Donkerbroek en Oosterwolde Noord worden meegenomen.

De definitieve keuze over de ligging van het tracé van de N381 en de uitvoeringsvorm (het Realisatiebesluit) zal naar verwachting in het najaar van 2008 worden gemaakt.

In het coalitieakkoord van 2007 – 2011 is bepaald dat het trajectgedeelte Donkerbroek – Oosterwolde uitgevoerd zal worden als enkelbaans autoweg; het overige tracé zal als dubbelbaans autoweg worden gereserveerd.

De vrijmaking van het wegtracé zal worden gerealiseerd via de Wet Inrichting Landelijk Gebied (WILG). Doel van de WILG is:

- de inpassing van de vernieuwde N381 in het omliggende gebied;
- het bieden van oplossingen voor de negatieve effecten
- het integraal meenemen van wensen en maatregelen op het gebied van landbouw, natuur en waterhuishouding.

Bijzondere aandacht vraagt de inpassing van de N381 in natuurgebieden. Het noordelijke trajectgedeelte van de N381 doorsnijdt het Wijnjeterper Schar. Dit gebied is aangewezen als 'Natura-2000 gebied'. Het zuidelijk trajectgedeelte van de N381 (Drachten – Drentse grens) ligt in het Nationaal Park en Natura-2000 gebied 'Het Drents-Friese Wold'.

Op 15 maart heeft de provincie Fryslân Oranjewoud per brief uitgenodigd een aanbieding te maken voor het verrichten van een eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten – Drentse grens (brief met kenmerk 00685538). Op basis van de resulterende offerte [1] heeft de provincie Fryslân aan Oranjewoud opdracht verleend voor het uitvoeren van het genoemde onderzoek. In deze rapportage wordt verslag gedaan van de opzet en de resultaten van het onderzoek.

1.2 Doel van het project

Doel van het project is het in kaart brengen van de eco- en geohydrologische consequenties van de ombouw van de N381 Drachten – Drentse grens tot een stroomweg met ongelijkvloerse kruisingen.

Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de situatie *tijdens* de ombouw en de situatie *na* de ombouw. Bij (fiets)tunnels zal onderscheid worden gemaakt tussen *open* tunnels (groene taluds) en *gesloten* tunnels (betonnen bak).

Voor het deeltraject Donkerbroek – Oosterwolde Noord zullen de hydrologische effecten van een *aantal wegtracés* (alternatieven) worden onderzocht.

T.b.v. de MER zijn de alternatieven beoordeeld op:
- De oppervlaktewaterstructuur;
- De oppervlaktewater- en waterbodemkwaliteit;
- De bodem- en grondwaterkwaliteit;
- Zettingen;
- De grondwateraanvulling.
- Invloed op natte natuurwaarden.

Specifiek zal het onderzoek antwoord geven op de volgende vragen:
- Wat zijn de effecten van het weglichaam en de kunstwerken op de grondwaterstanden en de grondwateraanvulling (kwel- en infiltratie) tijdens en na de ombouw van de N381?
- Hoe kunnen de kunstwerken worden aangelegd zodat ongewenste ecohydrologische effecten worden beperkt?
- Wat zijn de ecologische consequenties in gebieden met hoge natuurwaarden, te weten Wijnjeterper Schar en het Drents-Friese Wold?

Bij de beantwoording van deze vragen is in principe de autonome ontwikkeling als referentiebeeld gekozen. Dat betekent dat het landbouwgebied ten zuiden van de Oude Willem is ingericht als natuurgebied, terwijl het gebied Wijnjeterper Schar ten behoeve van de aanwezige en te ontwikkelen natuurwaarden (verder) wordt vernat. In de toekomst zal de waterwinning Terwisscha (ca. 6,5 miljoen m3/jaar) worden verplaatst. De toekomstige winlocatie is echter nog niet vastgesteld. Daarom is er in dit onderzoek vanuit gegaan dat de huidige winning verdwijnt, zonder dat er een winning voor in de plaats komt. Deze 'referentie situatie' is dus feitelijk wat 'te nat' omdat in werkelijkheid de grondwaterstanden in de directe omgeving van de nieuwe winlocatie verlaagd zullen worden. Dit betekent dat de berekende veranderingen in grondwaterstanden als gevolg van de weg iets zullen worden overschat (worst-case benadering).

Verder wordt in dit onderzoek uitgegaan van het *eindbeeld*, dat wil zeggen een uitvoering als dubbelbaans autoweg tussen Drachten - Donkerbroek en een enkelbaans autoweg tussen Donkerbroek en de Drentse grens met ongelijkvloerse kruisingen.

Voor het Wijnjeterper Schar zal specifiek de volgende vraag worden beantwoord:
- Wat is het effect op de natuurwaarden als de sloten langs de N381 en de parallelweg 50 tot 100 cm diep worden gemaakt?

Specifiek voor het Drents-Friesche Wold zal de volgende vraag worden beantwoord:
- Wat zijn de gevolgen voor de lokale hydrologische situatie bij een verdiepte aanleg van de N381 en de onderliggende wegen ter hoogte van Terwisscha (Appelscha Noord) en de Hildenberg (Appelscha Zuid)?

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 ('Werkwijze') beschrijft de manier waarop in dit onderzoek de eco- en geohydrologische consequenties van de ombouw van de N381 in kaart zijn gebracht. Het belangrijkste instrument dat in dit onderzoek is gebruikt betreft het grondwatermodel van de directe omgeving van de N381. Het derde hoofdstuk gaat kort in op dit modelinstrumentarium.

Zowel de huidige situatie als de referentie situatie zijn met het grondwatermodel uitgewerkt. De resultaten hiervan treft u aan in het vierde hoofdstuk.

Een uitgebreide beschrijving van de resultaten van het onderzoek treft u aan in de hoofdstukken 5 tot en met 7. In deze hoofdstukken worden respectievelijk de resultaten behandeld m.b.t. het noordelijk trajectgedeelte, het midden traject (inclusief de verschillende tracé alternatieven) en het zuidelijk traject.

Een overzicht van de resultaten van dit onderzoek treft u aan in het achtste hoofdstuk. Hoofdstuk 9 tenslotte bevat de referenties die in dit onderzoek zijn gebruikt.

2 Werkwijze

2.1 Hoofdlijnen

De kern van dit onderzoek betreft het in kaart brengen van geohydrologische veranderingen ten gevolge van de ombouw van de N381 Drachten – Drentse grens. Andere effecten (bijv. zettingen, effecten op natuur, landbouw, e.d.) kunnen voor een belangrijk deel uit de geohydrologische effecten worden afgeleid.

In dit onderzoek is getracht om de effecten op een éénduidige, snelle en praktische wijze te bepalen. Met éénduidig wordt bedoeld dat de effectbepaling steeds op een vergelijkbare wijze is uitgevoerd. Eénduidig betekent dat het gehanteerde modelinstrumentarium is gebaseerd op geaccepteerde gegevens, m.n. als het gaat om de opbouw van de ondergrond.

Dit alles overwegend is er, in overleg met de opdrachtgever, voor gekozen om gebruik te maken van het recent opgeleverde grondwatermodel Noord-Nederland model, ook wel het MIPWA model genoemd.

Er is echter nog geen ervaring opgedaan met het MIPWA model. Daarom zullen in het volgende hoofdstuk ('Het grondwatermodel') de uitkomsten van het MIPWA model kort worden geëvalueerd.

Met het grondwatermodel zijn stationaire (=tijdsonafhankelijke) berekeningen uitgevoerd waarmee een goede indruk wordt verkregen van de jaargemiddelde effecten van de maatregelen.

2.2 Uitgangspunten

Algemeen
De effecten van de wegaanleg (ombouw) zijn berekend t.o.v. de referentie situatie, dat wil zeggen de situatie die ontstaat nadat:

- het pompstation Terwisscha is gesloten;
- nadat het landbouwgebied ten zuiden van de Oude Willem als natuurgebied is ingericht;
- ter hoogte van het Wijnjeterper Schar de aangrenzende gronden langs de N381 als natuurgebied zijn ingericht.

In geohydrologisch opzicht is dit de situatie waarin de ingrepen van de weg de grootste impact hebben (worst-case benadering). Modelmatig is het inrichten van de natuurgebieden gerealiseerd door in deze gebieden het ontwateringsniveau (slootpeil) te verondiepen tot 0,5 m-mv.

Effecten na de aanleg
De weg wordt aangelegd op een zandlichaam, dat door beide bermsloten wordt ontwaterd. Voor de berekening van de effecten na de wegaanleg is ervan uitgegaan dat veranderingen in grondwaterstanden vooral worden veroorzaakt door de bermsloten. Deze bermsloten zorgen ervoor dat de weg voldoende drooglegging krijgt.

Het gebied tussen beide bermsloten is in het grondwatermodel als één geheel ('polder') opgenomen. Dit is in model gebracht door voor deze 'polder' een lage drainageweerstand in te brengen.

Aangenomen is verder dat het wegdekniveau ongeveer op maaiveldniveau zal zijn, terwijl de bermsloten een peil hebben van 1 meter onder dit niveau. In werkelijkheid zijn sommige weggedeelten gelegen op verhoogde zandlichamen, waardoor de hydrologische effecten in werkelijkheid geringer zullen zijn dan berekend: worst-case benadering.

Een andere situatie doet zich voor als bestaande bermsloten komen te vervallen en het overtollige regenwater op het wegdek wordt geïnfiltreerd achter aarden walletjes. Deze optie is alleen van toepassing in hoger gelegen zanderige gebieden. In het grondwatermodel is aangenomen dat al het water dat afstroomt over het wegdek ter plaatse infiltreert. Er zal dan geen afstroming en ontwatering plaatsvinden via de bermsloten.

Effecten tijdens de aanleg (ombouw)
Voor de aanleg van de tunnels is er van uitgegaan dat deze aangelegd worden in 'den droge'. Dit betekent dat tijdens de aanleg bemalen moet worden. Als gevolg van de bemaling zullen tijdelijk hydrologische effecten optreden nabij de aan te leggen kunstwerken (m.n. tunnels). In dit onderzoek zijn de verwachte grondwaterstandveranderingen tijdens de bemaling bepaald.

Hiertoe is bij ieder kunstwerk een niveau vastgesteld waarop het grondwater ter plaatse tijdelijk zal worden bemalen. In het grondwatermodel is dit niveau ingebracht, waardoor plaatselijk een verlaging van de grondwaterstand wordt berekend. Dit is stationair, dat wil zeggen tijdsonafhankelijk gedaan. De aldus berekende effecten komen overeen met de effecten van een *permanente* bemaling (worst-case benadering).

Bij (fiets)tunnels wordt onderscheid gemaakt tussen gesloten tunnels (betonnen bak) en open tunnels (groene taluds). De bij de aanleg noodzakelijke bemalingsniveaus zijn afgeleid van de vereiste hoogte van de tunnels om vrachtverkeer vrij te laten passeren (worst-case benadering). Voor de gesloten tunnels moet verder de dikte van de betonconstructie en fundering meegerekend worden.
Bij de open tunnels wordt een foliedek aangebracht op de taluds. Deze moeten met een grondlaag afgedekt worden om voldoende tegendruk aan het grondwater te kunnen bieden. Hierdoor is een grotere bemalingsdiepte nodig. Daarnaast geldt dat de te graven put voor open tunnels veel groter is dan bij gesloten tunnels. Het hoogteverloop in het water vanuit bemalingspunt naar het midden van de put is hierdoor groter dan bij een gesloten tunnel. De bemalingsdiepte moet dusdanig zijn dat het hoogste punt van het waterniveau onder de bodem van de constructie ligt. Het bemalingniveau van gesloten tunnels is vastgesteld op 7 m-mv. Het bemalingniveau van open tunnels is vastgesteld op 15 m-mv.

2.3 Indicatoren

Om de effecten van de wegaanleg c.q. wegombouw te kunnen beoordelen zijn een aantal zgn. indicatoren gedefinieerd. Deze indicatoren zijn vooral bedoeld om de voor- en nadelen van de verschillende tracés in het midden traject met elkaar te kunnen vergelijken.

Zettingen
Door grondwaterstandveranderingen kunnen zettingen optreden, waardoor schade aan bebouwing zou kunnen ontstaan. Verwacht wordt dat zettingen met name op kunnen treden door bemaling t.b.v. de bouw van de tunnels en het aquaduct (hoofdstuk 6). Als indicator voor het zettingrisico is het *bebouwde* oppervlak gekozen met een berekende grondwaterstandverlaging > 5 cm.

Als de grondwaterstandverlagingen voor de bemaling van een open tunneltype een relatief groot bebouwd oppervlak zou 'treffen', dan gaat de voorkeur uit naar een gesloten tunnel type. Tenzij ter plaatse duidelijk sprake is van een zand ondergrond. In figuur 2.2 is te zien op waar er sprake is van een zand ondergrond.

Grondwateraanvulling
Het zuinig omgaan met natuurlijke hulpbronnen, waaronder grondwater, is het uitgangspunt van het landelijk beleid. Bermsloten kunnen in principe grondwater afvoeren, hetgeen uit het oogpunt van grondwaterconservering ongewenst is. Als parameter voor dit aspect van de milieueffecten van de wegaanleg c.q. wegombouw is daarom de afvoer van de bermsloten gekozen. Een tracé met een relatief geringe afvoer van de bermsloten heeft een relatief gering milieueffect op het aspect 'grondwateraanvulling'.

Invloed op natte natuurwaarden
Bermsloten kunnen een verlaging van de grondwaterstand in de omgeving veroorzaken. Bij de aanleg van tunnels wordt onder invloed van bemaling tijdelijk de grondwaterstand verlaagd. De (tijdelijke) verdroging kan nadelig zijn voor natte natuurwaarden. Om dit mogelijk nadelige milieueffect van de wegaanleg c.q. wegombouw in kaart te brengen zijn de grondwaterstandverlagingen berekend die optreden door de bermsloten of de bemaling ten behoeve van de tunnelaanleg. Daarnaast zijn de gebieden in kaart gebracht waar deze grondwaterstandverlagingen mogelijk nadelig zijn voor aanwezige of gewenste natuurwaarden.

Figuur 2.1 toont de kaart met de gewenste natuurlijke vegetaties in het onderzoeksgebied. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen droge- en natte vegetaties.

De kaart met aanwezige natte natuurwaarden (figuur 2.1) is opgesteld op basis van kaartmateriaal van de provincie Fryslân van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) en de Natura 2000-gebieden. Op deze kaarten zijn de IKC-doeltypen (naar Bal et al., 1995) volgens de huidige situatie en de gewenste situatie weergegeven. Deze doeltypen zijn onderverdeeld naar droge of natte vegetaties.

De kaarten van de huidige en gewenste vegetatietypen verschillen voor de natuurgebieden in de directe omgeving van de N381 nauwelijks van elkaar. Enkel voor het gebied Wijnjeterper Schar wordt voor de toekomst voor een groter oppervlakte ingezet op natte natuurwaarden. Vanwege de geringe verschillen is er voor gekozen om beide kaarten te integreren tot één kaart. Hierbij is uitgegaan van de worst-case benadering.

De informatie op beide kaarten is gecontroleerd met behulp van rapporten waarin vegatatiekarteringen van dit deel van Fryslân zijn vastgelegd. Deze rapporten zijn opgenomen in de literatuurlijst (referentie 5 t/m 9). Bij Staatbosbeheer in Hoogersmilde zijn gegevens verkregen over de vegetatietypen in het Drents-Friese Wold en een aantal plantensoorten die als indicator aangemerkt kunnen worden voor natte natuurwaarden.

Nadelige effecten zijn vooral van belang voor natuurgebieden waar natte vegetaties aanwezig zijn dan wel worden nagestreefd. Daarom is als indicator voor het effect van de wegaanleg c.q. wegombouw gekozen het totale oppervlak van de EHS- en/of Natura-2000 gebieden waar de bermsloten een grondwaterstandverlaging veroorzaken. Is dit oppervlak relatief groot, dan is het milieueffect m.b.t. het aspect 'invloed op natte natuurwaarden' ook relatief groot.

In principe hebben de maatregelen (bemaling bij tunnelaanleg en de bermsloten na de wegaanleg) ook invloed op de kwel in de directe omgeving. Natuurlijke kwelafhankelijk vegetaties zouden daardoor in principe kunnen worden bedreigd. Dit aspect is in deze studie buiten beschouwing gelaten omdat verwacht wordt dat de tijdelijke effecten op de kwel door bemaling tijdens de tunnel aanleg door het bodemsysteem kunnen worden opgevangen (buffering van de kwaliteit van het bodemwater).

Mate van wijziging oppervlaktewater structuur
Het wijzigen van de structuur van het oppervlaktewater gaat gepaard met kosten. Uiteraard is het wenselijk dat deze kosten niet onnodig groot zijn. Een tracéalternatief waarin de bestaande oppervlaktewater structuur relatief beperkt wordt aangetast 'scoort' dan ook op dit aspect relatief goed. Om ook dit aspect van de wegaanleg c.q. wegombouw voor de verschillende tracé alternatieven met elkaar te kunnen vergelijken is als indicator het aantal doorkruisingen van hoofdwatergangen gebruikt.
Het zal duidelijk zijn dat naarmate het aantal doorkruisingen van hoofdwatergangen minder is een tracé relatief gunstig scoort.

Kwaliteit bodem- en grondwater
De wegaanleg c.q. wegombouw zou nadelig kunnen zijn voor de kwaliteit van het bodem- en grondwater. Immers, door calamiteiten kunnen milieuvreemde stoffen in de bodem en uiteindelijk het grondwater terecht komen. Maar ook bijvoorbeeld strooizout of brandstofresten kunnen in het bodem- en grondwater komen.

De mate waarin door deze processen de kwaliteit van het grond- en grondwater wordt bedreigd is echter niet op ieder weggedeelte gelijk. In een kwelgebied namelijk zal een verontreiniging relatief snel door greppels en sloten worden afgevoerd, terwijl in een infiltratiegebied een verontreiniging zich kan verplaatsen naar het diepere grondwater. In het laatste geval kan een verontreiniging in de loop van de jaren steeds groter worden. Daarnaast zal het effect van milieuverontreiniging afhankelijk zijn van de functie van een gebied.

Om de verschillende tracés met elkaar te vergelijken op het aspect van bodem- en grondwaterkwaliteit, is daarom de totale weglengte dat in een infiltratiegebied is gelegen geïnventariseerd. Een relatief grote weglengte in infiltratiegebied betekent een relatief groot risico voor verontreiniging van het bodem- en grondwater en dus een relatief ongunstige milieuscore op het aspect 'kwaliteit bodem- en grondwater'.

Kwaliteit oppervlaktewater / waterbodemkwaliteit
Uit de bovenstaande redenering volgt feitelijk vanzelf dat een relatief ongunstige milieuscore op het aspect 'kwaliteit bodem- en grondwater' een relatief gunstige score betekent op het aspect 'kwaliteit oppervlaktewater / waterbodemkwaliteit'. Immers, de sloten in een kwelgebied dat doorsneden wordt door de weg, zullen relatief zwaar belast worden met milieuvreemde stoffen in vergelijking met de sloten (greppels) in een infiltratiegebied. Om tot een milieuscore te komen op het aspect 'kwaliteit

oppervlaktewater / waterbodemkwaliteit' is daarom eenvoudig de score op het aspect 'kwaliteit bodem- en grondwater' geïnverteerd (omgedraaid).

3 Het grondwatermodel

Zoals in hoofdstuk 2 ('Werkwijze') reeds vermeld is er in dit onderzoek voor gekozen om gebruik te maken van het recent opgeleverde grondwatermodel Noord-Nederland model, ook wel het MIPWA model genoemd. Het voordeel hiervan is dat dit model is gebaseerd op geaccepteerde gegevens, m.n. als het gaat om de opbouw van de ondergrond. Daarom zal in het kader ook niet nader worden ingegaan op de opbouw en werking van dit grondwatermodel. Meer informatie betreffende MIPWA treft u o.a. aan in [3].

In plaats daarvan worden op deze plaats de uitkomsten van MIPWA getoond in het onderzoeksgebied. Het gaat om de berekende grondwatertrap (figuur 3.1). Met een grondwatertrap kan het grondwaterregime worden gekarakteriseerd. Relatief 'natte' gebieden hebben een Gt I, II, of III; relatief droge gebieden hebben een grondwatertrap VI of VII.

Uit figuur 3.1 blijkt dat volgens het MIPWA model in het studiegebied de 'droge' grondwatertrap VII domineert (rode kleur).

Ter vergelijking toont figuur 3.2 de grondwatertrappen volgens de bodemkaart. Onmiddellijk valt op dat in deze kaart de relatief nattere grondwatertrappen overheersen.

De gegevens op de bodemkaart zijn gebaseerd op veldinventarisaties, terwijl de door MIPWA geproduceerde grondwatertrappenkaart is gebaseerd op berekeningen. Toch hoeft dit niet te betekenen dat de MIPWA resultaten onjuist zijn omdat de gegevens op de bodemkaart wellicht gedateerd kunnen zijn: door ontwateringmaatregelen sinds de veldopnames kan de veldsituatie droger zijn geworden dan nu op de bodemkaart is weergegeven.

Het lijkt er echter op dat het berekeningsresultaat van MIPWA iets 'te droog' is want ook de beperkte beschikbare tijdstijghoogtereeksen (bijlagen 1 en 2) duiden hier op. Verder is het zo dat het veelvuldig voorkomen van Grondwatertrap VI en VII volgens MIPWA zouden betekenen dat de ontwatering in de landbouw zover is 'doorgeslagen' dat er op grote schaal sprake zou zijn van droogteschade. Dat is moeilijk voorstelbaar.

In dit onderzoek is het van belang om effecten van maatregelen op de grondwaterstand te kunnen inschatten. Als het gaat om de hydrologische effecten van de bermsloten is het van belang dat het uitgangsgrondwatermodel (=het grondwatermodel waarin de bermsloten nog niet zijn opgenomen) niet 'te droog' is. Immers, in die situatie functioneren de bermsloten niet- of nauwelijks omdat de grondwaterstand zich dan veelal onder de bermslootbodem zal bevinden.

Daarom is voor dit onderzoek het MIPWA grondwatermodel aangepast, waardoor iets hogere grondwaterstanden worden berekend. De aanpassingen hebben betrekking op de manier waarop de sloten en greppels in het model zijn opgenomen. De modelaanpassingen zijn o.a. gebaseerd op de grondwatertrappen volgens de bodemkaart en de winterpeilen op de peilvakken-kaart. Het idee hier achter is dat als er volgens de bodemkaart sprake is van een relatief 'natte' situatie bij een relatief 'diepe' ontwatering volgens de peilvakkenkaart, dan duidt dit op een relatief hoge weerstand voor

toestroming naar de sloten (=drainageweerstand). Deze redenatie geldt uiteraard ook in omgekeerde richting.

Overeenkomstig de hierboven beschreven 'vuistregel' is het MIPWA model aangepast, waardoor zoals gezegd doorgaans een hogere grondwaterstand wordt berekend. Figuur 3.3 toont het verschil tussen de berekende freatische stijghoogte: MIPWA (aangepast) – MIPWA (oorspronkelijk). Verdere analyse van de resultaten van dit aangepaste grondwatermodel valt buiten het kader van deze studie.

Van belang is in ieder geval om te realiseren dat de berekende effecten van de bermsloten met dit aangepaste grondwatermodel groter zullen zijn dan de effecten die zouden zijn berekend met het niet aangepaste model. In die zin kan worden gesproken van een worst-case benadering.

4 Huidige- en referentie situatie

4.1 Huidige situatie

Met het gewijzigde MIPWA model zal hieronder de huidige hydrologische situatie kort worden beschreven aan de hand van de berekende freatische stijghoogte, de gemiddelde grondwaterstand en de berekende kwel en infiltratie.

Freatische stijghoogte huidige situatie (figuur 4.1)
Op regionale schaal is er sprake van een grondwaterstroming vanaf het Drents plateau van zuidoostelijke- naar noordwestelijke richting. De stijghoogte op het Drents plateau bedraagt ca. 10 m+NAP, terwijl de stijghoogte ca. 26 km verderop nabij Drachten ca. 0 m+NAP is. Aan de relatief lage stijghoogten in het isohypsenpatroon is in figuur 4.1 duidelijk de invloed van de Tjonger zichtbaar.

Gemiddelde grondwaterstand huidige situatie (figuur 4.2)
De diepste grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld worden berekend in het zuidoosten van het onderzoeksgebied op het Drents plateau, ongeveer ter hoogte van Terwisscha (Appelscha Noord) en de Hildenberg (Appelscha Zuid). Ondiepe grondwaterstanden worden berekend m.n. dal van de Tjonger, ten zuiden van het landgoed Ontwijk en in Wijnjeterper Schar.

Kwel en infiltratie huidige situatie (figuur 4.3)
Op het Drents plateau ter hoogte van Terwisscha (Appelscha Noord) en de Hildenberg (Appelscha Zuid) infiltreert nagenoeg alle neerslag. Daarom is in figuur 4.3 dit gebied oranje gekleurd (infiltratie 1-2,5 mm/d). Kwel daarentegen wordt vooral berekend in het dal van de Tjonger. In figuur 4.3 is dit zichtbaar aan de blauwe kleur (kwel > 2,5 mm/d).

4.2 Referentie situatie

Grondwaterstand referentie situatie (figuur 4.4)
De berekende (gemiddelde) grondwaterstanden in de referentie situatie zijn in grote lijnen gelijk aan de berekende grondwaterstanden in de huidige situatie (figuur 4.2). Alleen in de directe nabijheid van het Wijnjeterper Schar, de grondwaterwinning Terwisscha en het gebied de Oude Willem zijn verschillen te verwachten. De grondwaterstand is in de referentiesituatie in het Wijnjeterper Schar relatief ondiep t.o.v. de huidige situatie: overwegend 40-80 cm-mv t.o.v. 80-120 cm-mv. Hetzelfde geldt voor het landbouwgebied de Oude Willem.

Grondwaterstandsverandering referentie situatie (figuur 4.5)
Het verschil tussen de huidige hydrologische situatie en de referentie situatie komt het duidelijkst tot uiting in figuur 4.5. In het Wijnjeterper Schar is de verhoging van de berekende grondwaterstand overwegend ca. 50 cm; In het (voormalige) landbouwgebied de Oude Willem is de verhoging van de grondwaterstand overwegend 25-50 cm. Duidelijk zichtbaar in figuur 4.5 is het effect van de beëindiging van de winning Terwisscha. In de directe omgeving van deze winning bedraagt de verhoging van de freatische stijghoogte meer dan 75 cm. De grondwaterstand ten opzichte van maaiveld is hier echter nog steeds diep: overwegend dieper dan 1.6 m (rood in figuur 4.4).

Kwel en infiltratie referentie situatie (figuur 4.6)
Door het sluiten van de winning Terwisscha gaan de grondwaterstanden in de directe omgeving omhoog. Hierdoor neemt de toestroming naar de aanwezige sloten toe. Omdat de winning Terwisscha gelegen is in een gebied met slechts weinig sloten, is deze toename van de slootafvoer beperkt. Dit verklaart waarom het kwel- en infiltratiebeeld in figuur 4.6 vrijwel overeen komt met dat in de huidige situatie (figuur 4.3).

Door de lokale vernattingsmaatregelen in het Wijnjeterper Schar en het landbouwgebied de Oude Willem is wel enige verschuiving zichtbaar in het kwel- en infiltratiebeeld (vergelijk hier figuur 4.6 met figuur 4.3).

Verandering kwel en infiltratie referentie situatie (figuur 4.7)
Deze verschuiving in het kwel- en infiltratiebeeld is in figuur 4.7 het duidelijkst zichtbaar. Door de vernattingsmaatregelen in het Wijnjeterper Schar en het landbouwgebied de Oude Willem wordt het kwel- en infiltratiepatroon 'natuurlijker', d.w.z. op de hogere delen vindt vooral infiltratie plaats (de kwel neemt hier dus af) en in de lage delen is er sprake van kwel (de kwel neemt hier dus toe).

5 Resultaten noordelijk traject

5.1 Effecten tijdens aanleg (figuren 5.1 en 5.2)

Zoals in paragraaf 2.2 uiteengezet zullen er tijdens de ombouw van de N381 door bemaling tijdelijk hydrologische effecten optreden nabij de aan te leggen kunstwerken (m.n. tunnels). Bij de bepaling van deze effecten is bij (fiets)tunnels onderscheid gemaakt tussen gesloten tunnels (betonnen bak) en open tunnels (groene taluds). Het bemalingniveau van gesloten tunnels is voor de aanlegfase vastgesteld op 7 m-mv. Het bemalingniveau tijdens de aanleg van de open tunnels is vastgesteld op 15 m-mv. Overigens is er vanuit gegaan dat er geen bemaling meer noodzakelijks is nadat de tunnels gereed zijn.

De figuren 5.1 en 5.2 geven in het noordelijk traject gedeelte de berekende effecten weer voor resp. de gesloten- en open fietstunnels. Het noordelijk traject gedeelte is relatief weinig bebouwd, waardoor ook het oppervlak 'bebouwing in het beïnvloedingsgebied' beperkt is. De straal van het beïnvloede gebied (d.w.z. het gebied waar door bemaling grondwaterstandverlagingen kunnen ontstaan) is in het noordelijk trajectgedeelte bij de gesloten fietstunnels maximaal ca. 300 meter en bij de open fietstunnels maximaal ca. 550 meter. De ondergrond ter plaatse van de bemalingen in het noordelijk traject gebied is zandig (figuur 2.2). Concluderend kan worden gesteld dat in het noordelijk traject gebied het gevaar voor zettingen relatief beperkt is waardoor een open uitvoering van de tunnels mogelijk is.

Met de aanleg van een open tunnel wordt blijkens de berekeningen van het model tijdens de bemalingsfase de grondwaterstand in het uiterste zuiden van een perceel in het gedeelte van het Wijnjeterper Schar aan de oostzijde van de N381 met enkele centimeters verlaagd. In de huidige situatie is dit gedeelte begroeid met bos. De berekende verlaging van de stijghoogte is dermate minimaal dat deze wegvalt tegen de natuurlijke jaarlijkse fluctuaties onder invloed van klimatologische variatie.

5.2 Effecten na aanleg (figuur 5.3, 5.4 en 5.5)

Algemeen
De hydrologische effecten na wegaanleg c.q. wegombouw worden vooral veroorzaakt door de ontwatering van het wegcunet door bermsloten. Het noordelijk traject loopt hoofdzakelijk over het bestaande, relatief hoog gelegen wegtracé. Reden waarom de bermsloten hier relatief weinig grondwater hoeven af te voeren. Het effect van de bermsloten op de grondwaterstanden is in het noordelijk traject dus beperkt (figuur 5.3).

Er is nog een tweede reden waarom de bermsloten over het algemeen slechts weinig grondwater hoeven af te voeren. De N381 loopt immers vooral door gebieden die overwegend landbouwkundig in gebruik zijn. De ontwatering voor de landbouw draagt in die situatie bij aan de drooglegging van de weg.

Verwacht wordt dus dat in het noordelijk traject de wegaanleg c.q. wegombouw niet zal leiden tot aantasting van gewenste natte natuurwaarden.

Wijnjeterper Schar

Dit kan worde geïllustreerd aan de hand van de situatie bij het Wijnjeterper Schar. Het centrale deel van dit gebied bestaat grotendeels uit vochtige heide omzoomd door Eiken-Berkenbos. Binnen de heideterreinen liggen nog enkele percelen met fraai ontwikkelde heischraal grasland en blauwgrasland. De bodem van het gebied bestaat grotendeels uit een dekzandlaag van 0,50 tot 1 meter dik op een keileemlaag. Van west naar oost loopt een soort van slenk door de keileemlaag heen, die herkenbaar is aan de aanwezigheid van beekeerdgrond. Infiltrerend regenwater wordt grotendeels over de keileem afgevoerd naar deze slenk in de keileemlaag, waarna het afstroomt richting het Koningsdiep. In de slenk is sprake van opkwellend water van lokale oorsprong. Daarnaast treedt ook water vanuit het eerste watervoerende pakket uit (kwel van regionale oorsprong). De blauwgraslanden in het gebied hebben zich dankzij de kwelinvloeden ontwikkeld in deze slenk.

Figuur 5.4 toont het maaiveldniveau in dit gebied en de directe omgeving. In dit figuur is ook de scheiding tussen het noordelijke en zuidelijke deel van het Wijnjeterper Schar aangegeven. Deze scheiding ligt ter hoogte van de weg Nije Heawei, die loodrecht op de N381 uitkomt: het gebied ten zuid-oosten van deze weg wordt het zuidelijk deel van Wijnjeterper Schar genoemd en het gebied ten noord-westen van deze weg wordt het noordelijk deel van Wijnjeterper Schar genoemd.

De N381 ligt in het noordelijk deel van het Wijnjeterperschar iets verhoogd ten opzichte van de directe omgeving (wegniveau ca. 2,5 m+NAP; omgeving ca. 1,2 m+NAP). Om deze reden zullen de bermsloten hier weinig afvoeren.

In het zuidelijk deel van het Wijnjeterper Schar is het wegniveau ca. 3,0 m+NAP, ongeveer op het maaiveldniveau ter plaatse. Bermsloten met een peil van 1 m-mv zouden hier wél een duidelijk ontwaterende functie kunnen hebben. Potentieel zou dit kunnen leiden tot verdroging in het Wijnjeterper Schar. Uit figuur 5.3 blijkt dat dit toch niet het geval is. Dat komt omdat het gebied ten noord-oosten van de N381 overwegend landbouwkundig (relatief diep) ontwaterd is. Om dit duidelijk te maken is in figuur 5.5 de ontwateringdiepte (=maaiveldsniveau-slootniveau) weergegeven in de referentie situatie. In dit figuur is te zien dat de genoemde strook landbouwgrond in de referentie situatie nog een relatief diepe ontwateringsdiepte heeft. Hierdoor houdt de N381 'droge voeten'. Ten noord-oosten van de N381 bevindt een minimaal ca. 100 m brede strook land met een landbouwkundige ontwateringdiepte (1 m-mv of meer). In deze situatie hebben de bermsloten van de N381 nog maar een beperkte invloed op de grondwaterstand (figuur 5.3).

Als in de toekomst ook de genoemde strook landbouwgrond van ca. 100 m breed natuurlijk wordt ingericht met ondiepe ontwatering, dan zouden de greppelsloten langs de N381 vooral in het zuidelijke deel van het Wijnjeterper Schar voor ongewenste verdroging zorgen. Verdroging kan er toe leiden dat het kwelwater tot minder hoog in de wortelzone doordringt, waardoor aantasting van met name de blauwgrasland-vegetaties dreigt.

Voor de weg is het belangrijk dat deze droog blijft, terwijl het voor een belangrijk deel even hoog gelegen natuurgebied nat moet blijven. Dit kan alleen als:

- De weg ophoogt, waardoor een bermsloot een peil kan krijgen dat gelijk is aan het ontwateringsniveau in het natuurgebied;
- Het maaiveld in het natuurgebied verlaagt (afgraving).
- Alternatieve fundering en constructiewijze van de weg, waardoor de drooglegging gegarandeerd is.

Wat de meest reële oplossing is, vanuit (prijs-) technisch perspectief om de drooglegging van de weg in dit gedeelte van het tracé te garanderen, moet nader onderzocht worden.

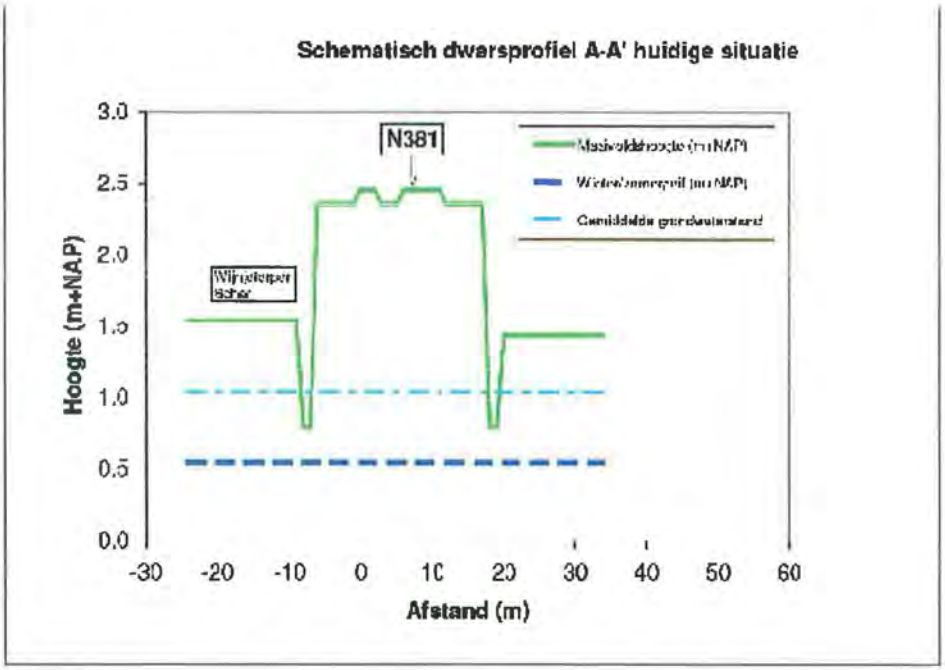
Door ervoor te zorgen dat het peil en het bodemniveau van de bermsloten niet hoger is dan het omringende peil, kan voorkomen worden dat wegwater vanuit de bermsloten in het hydrologische systeem van het gebied terecht komt. De bermsloten houden dan steeds een ontwaterende functie.

De situatie in de autonome situatie en de mogelijke nieuwe situatie is weergegeven in de dwarsprofielen in de afbeeldingen 5.1 t/m 5.4. Figuur 5.4 toont de locatie van de dwarsprofielen.

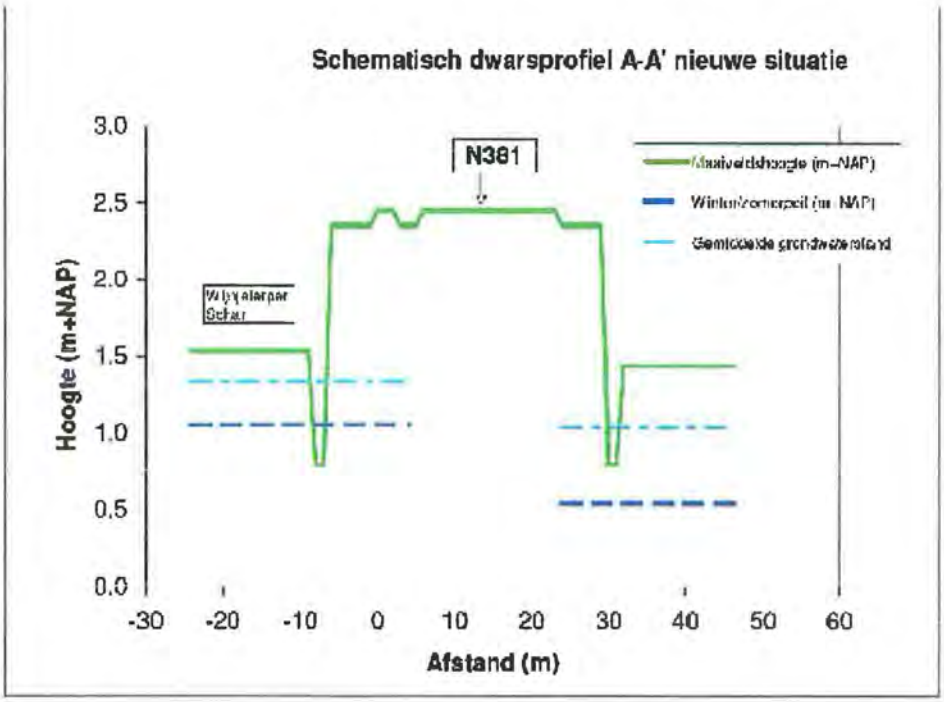
Direct ten zuiden van het Wijnjeterper Schar is de tunnel in de Bûtewei Zuid (Wijnjewoude) gepland. Het effect van deze 'blokkade' in de grondwaterstroming is zeer beperkt mede omdat het stijghoogteverhang hier slechts ca. 0.5 m/km is (figuur 5.4). Beïnvloeding van de toestroom van (regionaal) kwelwater naar het Wijnjeterperschar wordt hierdoor niet beïnvloed.

5.3 Overige effecten

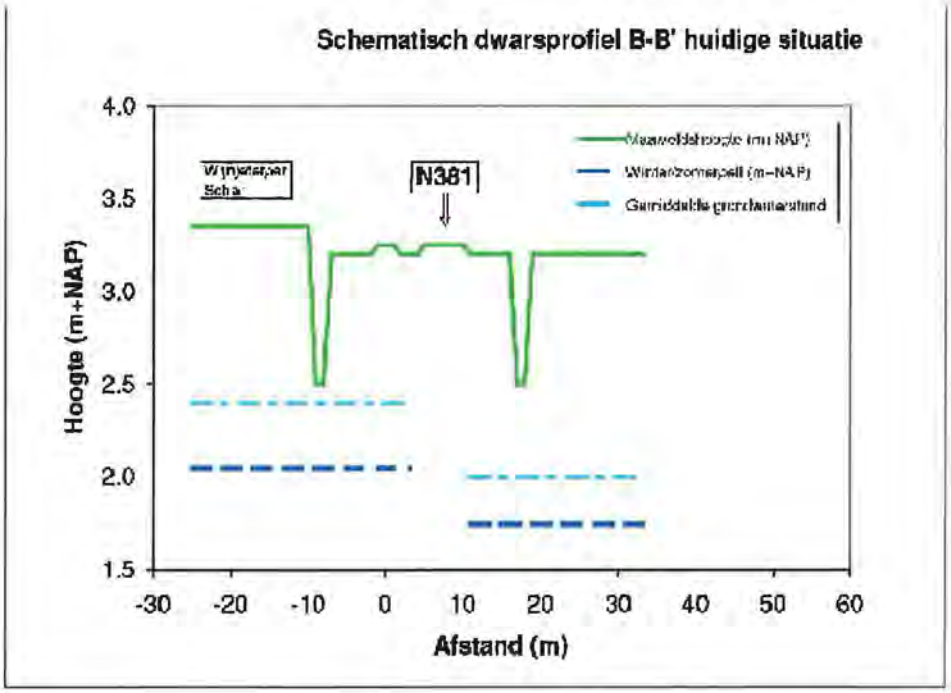
De overige effecten (mate van wijziging oppervlaktewater structuur, kwaliteit bodem- en grondwater, kwaliteit oppervlaktewater / waterbodemkwaliteit) zijn m.n. relevant voor de vergelijking van de verschillende tracé alternatieven. Deze effecten zullen daarom in het volgende hoofdstuk ('Resultaten midden traject') aan de orde komen.



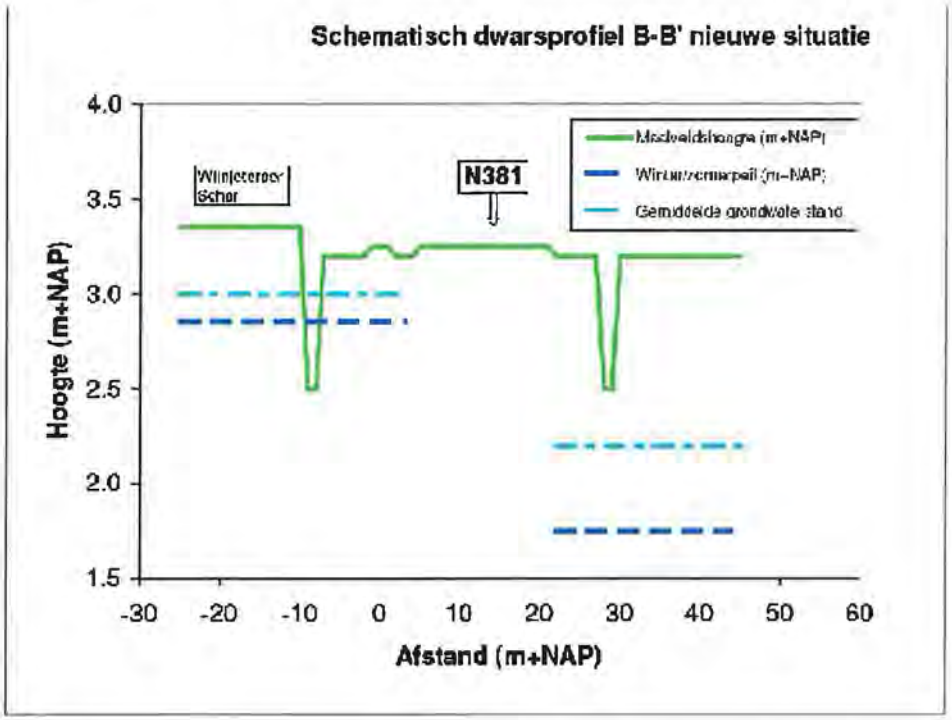
Afbeelding 5.1: Dwarsprofiel van de maaiveldshoogte en ontwateringsbasis (autonome situatie) in het noordelijke deel van het Wijnjeterperschar.



Afbeelding 5.2: Dwarsprofielen van de maaiveldshoogte en ontwateringsbasis (nieuwe situatie) in het noordelijke deel van het Wijnjeterperschar.



Afbeelding 5.3: Dwarsprofiel van de maaiveldshoogte en ontwateringsbasis (autonome situatie) in het zuidelijke deel van het Wijnjeterperschar.



Afbeelding 5.4: Dwarsprofielen van de maaiveldshoogte en ontwateringsbasis (nieuwe situatie) in het zuidelijke deel van het Wijnjeterperschar.

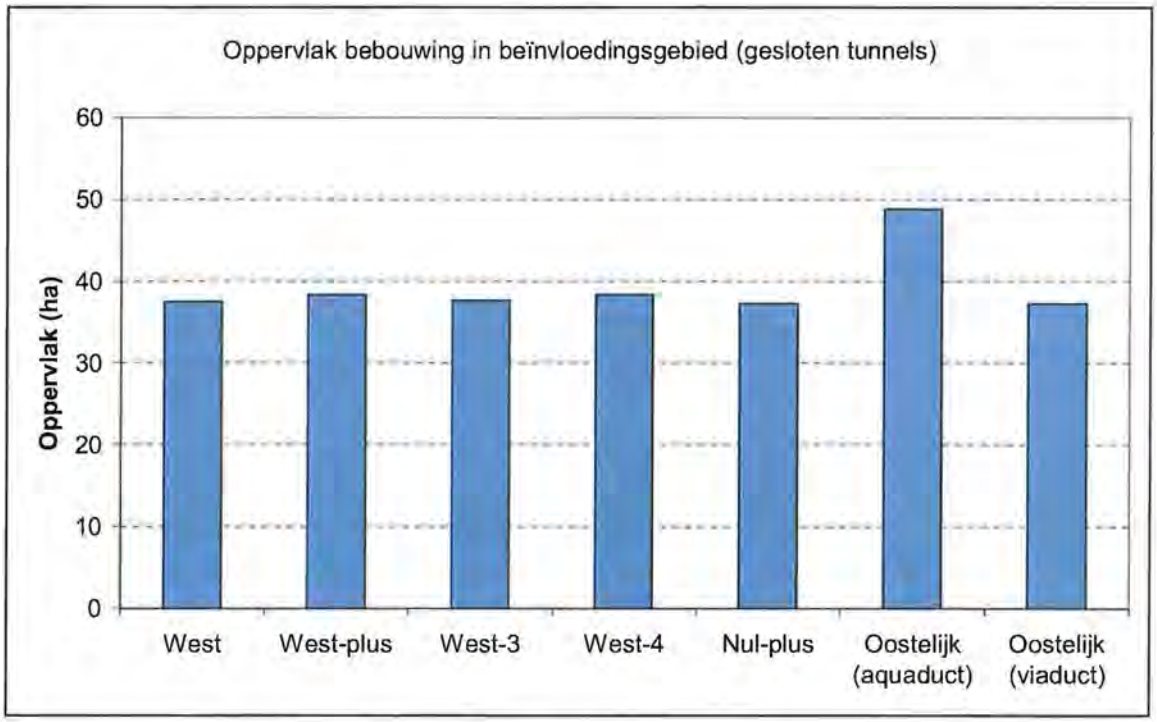
6 Resultaten midden traject

In dit hoofdstuk worden de resulaten van het onderzoek in het midden traject getoond. In dit traject worden verschillende tracéalternatieven overwogen. Figuur 6.1 toont de lokaties van de alternatieven.

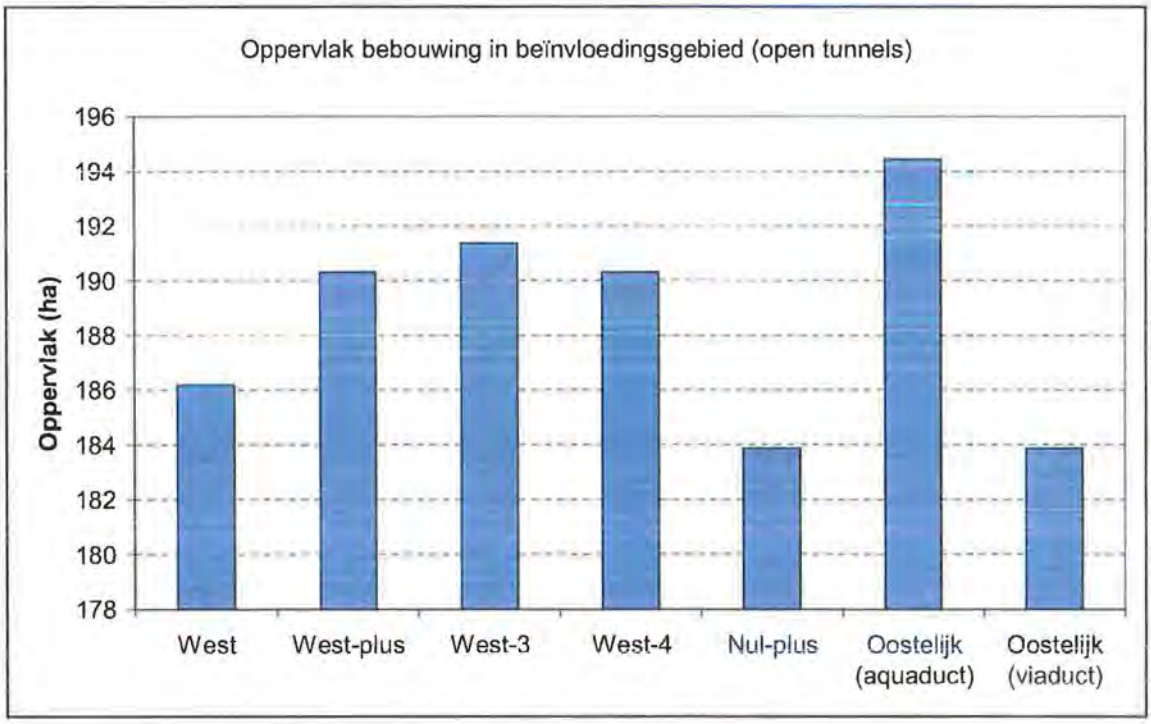
6.1 Effecten tijdens aanleg (figuren 6.1x en 6.2x)

De figuren 6.1a-g en 6.2a-g geven bij de diverse tracé alternatieven de berekende effecten weer van bemaling van resp. de gesloten- en open fietstunnels. Uit deze figuren blijkt dat het beïnvloede gebied met bebouwing relatief groot is in vergelijking met de getoonde effecten in het noordelijk traject gedeelte. Dat heeft er vooral mee te maken dat de verschillende tracé alternatieven relatief dicht langs Donkerbroek zijn geprojecteerd. Vooral de grondwaterstandverlagingen door bemaling voor de open fietstunnel ten westen van Donkerbroek 'treft' relatief veel bebouwing. Het gevaar voor zettingen is hier dus, in vergelijking met het noordelijk traject gedeelte, groot.

De afbeeldingen 6.1 en 6.2 tonen het berekeningsresultaat van het risico voor zettingen, nl. het oppervlak 'bebouwing in beïnvloedingsgebied' voor resp. open- en gesloten tunnels.



Afbeelding 6.1: Het oppervlak bebouwing in beïnvloedingsgebied (gesloten tunnels).



Afbeelding 6.2: Het oppervlak bebouwing in beïnvloedingsgebied (open tunnels).

Opgemerkt moet worden dat slechts een fractie van de oppervlakten die in de figuren 6.1 en 6.2 zijn weergegeven daadwerkelijk bebouwd is. Weergegeven zijn namelijk de oppervlakten die op de landgebruikskaart met de eenheid 'bebouwd oppervlak' zijn weergegeven. Als bijvoorbeeld op een perceel van 500 m^2 een huis van 150 m^2 staat, dan is dat in de landgebruikskaart als 500 m^2 bebouwd oppervlak weergegeven.

Uit de afbeeldingen 6.1 en 6.2 blijkt dat het oppervlak 'bebouwing in beïnvloedingsgebied' aanzienlijk vergroot als wordt gekozen voor open tunnels i.p.v. gesloten tunnels. Daarbij moet worden gerealiseerd dat een groot deel van dit verschil wordt veroorzaakt doordat in het zuidelijk traject gedeelte het beïnvloedingsgebied sterk toeneemt als voor open fietstunnels wordt gekozen (hoofdstuk 7, 'Resultaten zuidelijk traject').
Voor de tracé alternatieven West-plus, West 3 en West-4 geldt dat natte natuurwaarden binnen het landgoed Ontwijk binnen het beïnvloedingsgebied liggen als gekozen wordt voor open tunnels. De beïnvloeding van de West-plus en West-4 variant is wat groter dan voor de West-3 variant. De aanleg van gesloten tunnels leidt niet tot beïnvloeding van deze natte natuurwaarden.

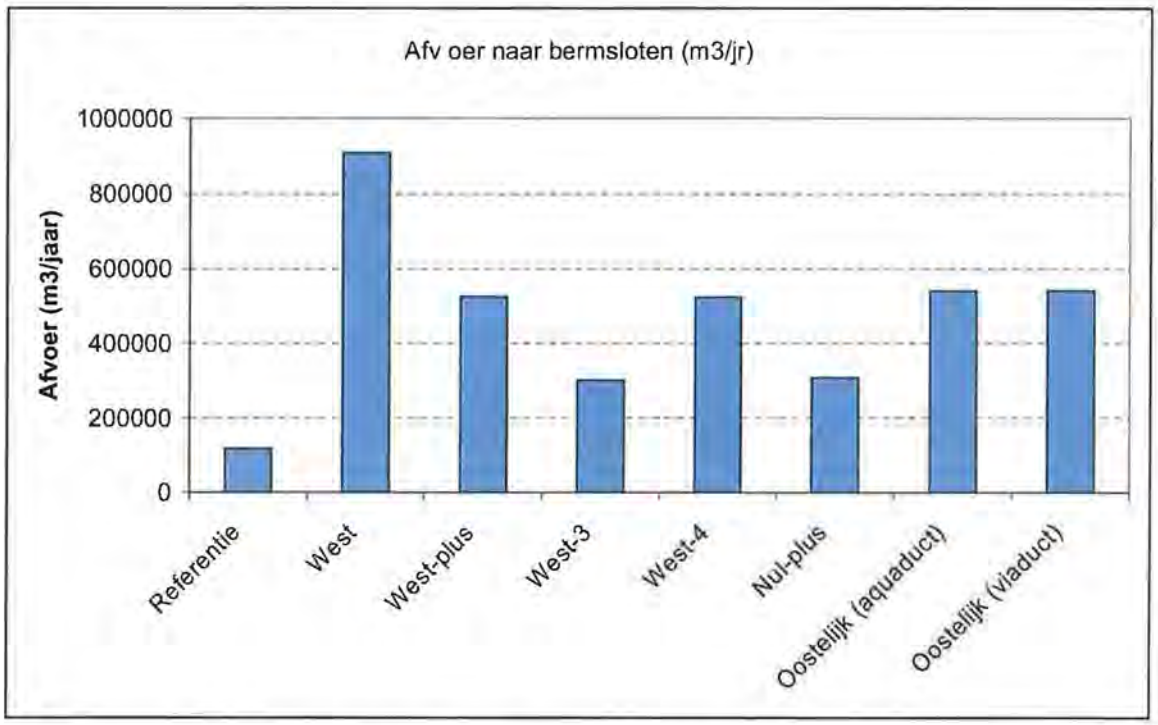
Uit de figuren 6.1 en 6.2 blijkt verder dat bij gesloten tunnels het resultaat van de verschillende tracé alternatieven weinig uiteenlopen. Alleen het oostelijk tracé met aquaduct scoort relatief ongunstig. Dat laatste is ook zo als wordt gekozen voor open tunnels. De nul-plus variant en de oostelijke variant met viaduct scoren relatief gunstig op het aspect 'zettingrisico' als wordt gekozen voor open tunnels.

Voor alle varianten geldt dat de aanleg van een open tunnel ten westen van Donkerbroek het meeste risico's met zich meebrengt als het gaat om zettingen. De grondwaterstandverlagingen treden voor een belangrijk deel op in bebouwd gebied, maar bovendien geeft de bodemkaart in dit gebied deels een veen ondergrond aan. Het is daarom aan te bevelen hier te kiezen voor een gesloten tunnel type.

6.2 Effecten na aanleg (figuren 6.3x)

Zoals gezegd worden de hydrologische effecten na wegaanleg c.q. wegombouw vooral veroorzaakt door de ontwatering de weg door bermsloten. In het midden traject zijn alle tracé alternatieven, met uitzondering van het zuidelijk deel van het westelijke tracé alternatief, geprojecteerd op relatief hoog gelegen terrein gedeelten. Reden waarom in het westelijke tracé alternatief de bermsloten relatief veel grondwater moeten afvoeren om 'de weg droog te houden'.

Dit blijkt ook uit afbeelding 6.3 waarin de berekende afvoer naar de bermsloten wordt getoond in de diverse tracé alternatieven.



Afbeelding 6.3: Berekende afvoer naar bermsloten in de diverse tracé alternatieven.

In vergelijking met de referentie situatie neemt de afvoer in alle alternatieven toe; de toename is echter het grootst in het westelijke tracé alternatief. De alternatieven 'nul-plus' en 'west-3' scoren relatief gunstig op dit punt: de toename van de bermslootafname is hier relatief beperkt.

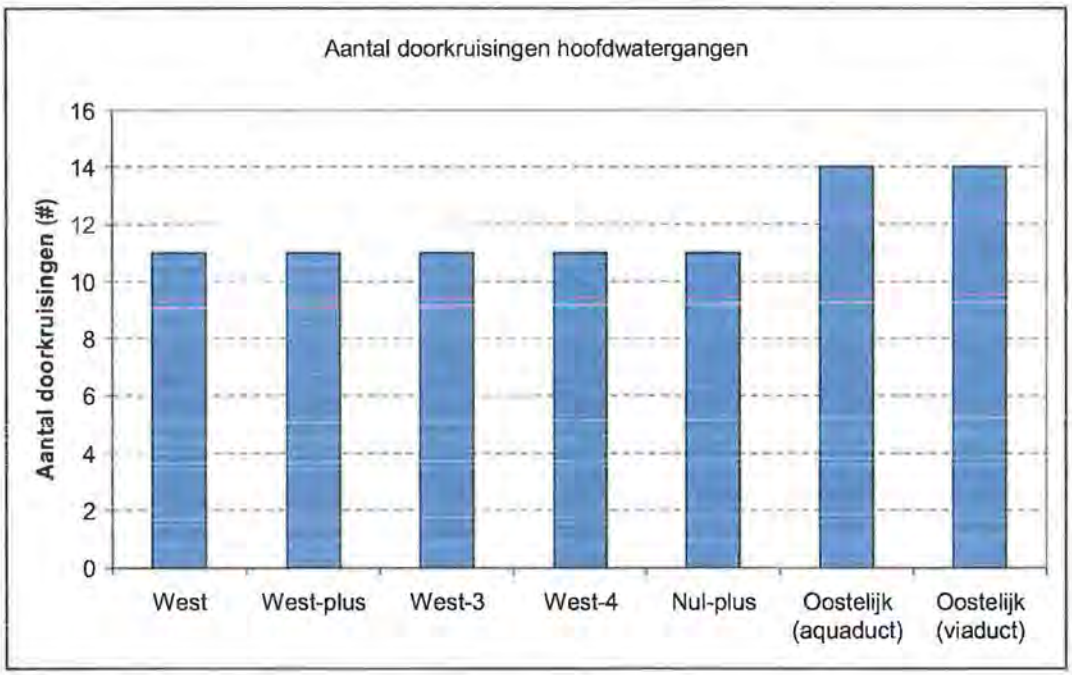
Het feit dat alleen het westelijke tracé een relatief laag gelegen gebied doorkruist is ook de achterliggende reden dat dit relatief ongunstig scoort als het gaat om de mate van beïnvloeding van natte natuurgebieden. Feitelijk is dit alternatief het *enige* alternatief dat enig (negatief) effect op natte natuurgebieden heeft.
Figuur 6.3a toont de invloed die de bermsloten hebben op de freatische stijghoogte in het westelijke tracé alternatief. Uit figuur 6.3 blijkt dat deze invloed doorwerkt tot in een gedeelte waar natte natuurwaarden langs de Tjonger aanwezig zijn. De aanwezige natuurwaarden langs de Tjonger hebben zich ontwikkeld op een leembodem (pers. meded. dhr. Beijk, medew. SBB). Leem heeft een hoge weerstand, waardoor verticale waterbewegingen sterk geremd worden. De hier aanwezige natte natuurwaarden zijn dan ook afhankelijk van regenwater. Veranderingen in de stijghoogte van het freatische grondwater zijn dan ook niet van invloed op deze natuurwaarden.

Door middel van enkel oriënterende berekeningen is komen vast te staan dat de genoemde nadelige effecten van de bermsloten kunnen worden voorkomen door het zuidelijk deel van de westelijke tracé variant ca. 0,5 meter verhoogd aan te leggen: het peil in de bermsloten hoeft dan immers minder laag te zijn. Het effect van deze zgn. 'mitigerende maatregelen' blijkt bij vergelijking van de figuren 6.3a (zonder maatregelen) en 6.3b (met maatregelen).

6.3 Overige effecten

De mate van wijziging oppervlaktewater structuur
In hoofdstuk 2 ('Werkwijze') is al aan de orde geweest dat de mate van wijziging van oppervlaktewater structuur in dit onderzoek zal worden vastgesteld op basis van het aantal doorkruisingen van hoofdwatergangen.

De afbeelding 6.4 toont voor de verschillende tracé alternatieven het resultaat.



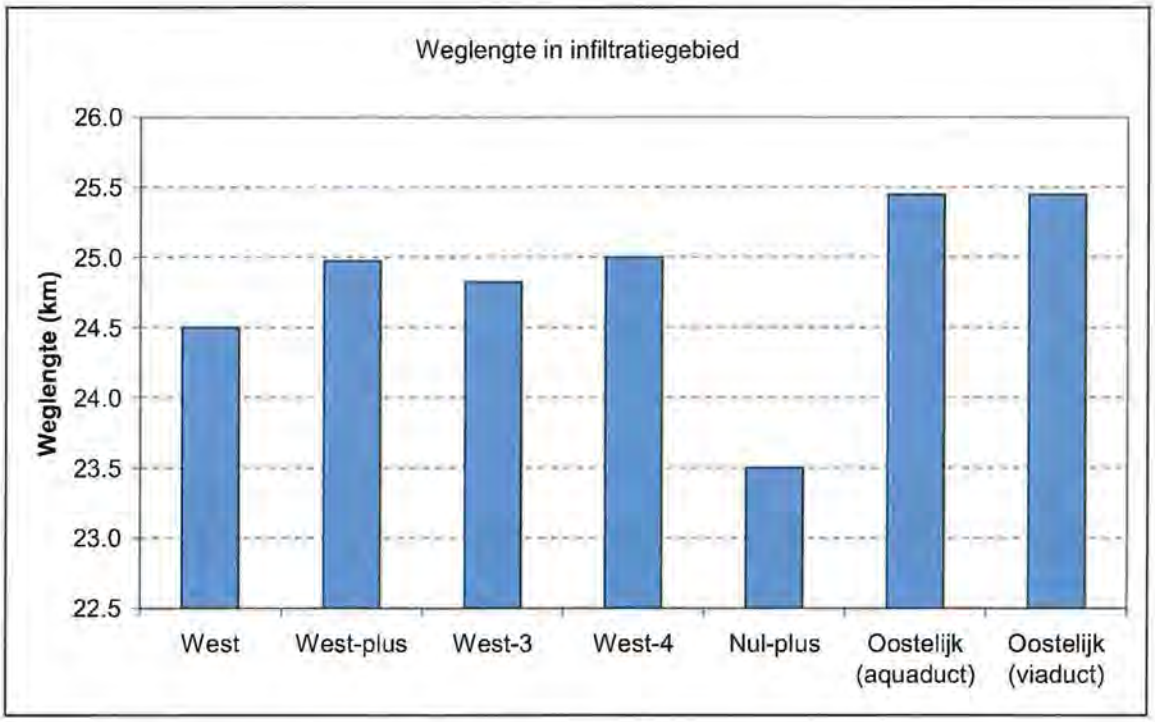
Afbeelding 6.4: Het aantal doorkruisingen van hoofdwaterwegen.

Uit afbeelding 6.4 blijkt in het oostelijk tracé alternatief het aantal doorkruisingen hoofdwatergangen relatief groot is in vergelijking met de overige alternatieven.

Kwaliteit bodem- en grondwater
Door calamiteiten op en/of rondom de weg kunnen milieuvreemde stoffen in de bodem en uiteindelijk het grondwater terecht komen. Maar ook bijvoorbeeld strooizout of brandstofresten kunnen in het bo-dem- en grondwater opgenomen worden. De mate waarin hierdoor de kwaliteit van het bodem- en grondwater wordt bedreigd, is echter niet op ieder weggedeelte gelijk. In een kwelgebied zal een verontreiniging relatief snel door greppels en sloten worden afgevoerd, terwijl in een infiltratiegebied een verontreiniging zich kan verplaatsen naar het diepere grondwater. In het laatste geval kan een verontreiniging in de loop der jaren zelfs steeds groter worden.

In het tweede hoofdstuk ('Werkwijze') is toegelicht hoe in dit onderzoek de verschillende tracé alternatieven met elkaar zullen worden vergeleken als het gaat om de kwaliteit van bodem- en grondwater. Hiertoe is per tracé alternatief de totale weglengte geïnventariseerd dat in een infiltratiegebied is gelegen. Een relatief grote weglengte in infiltratiegebied betekent een relatief groot risico voor verontreiniging van het bodem- en grondwater en dus een relatief ongunstige milieu-score op het aspect 'kwaliteit bodem- en grondwater'.

Afbeelding 6.5 toont het resultaat.



Afbeelding 6.5: Weglengte in infiltratiegebied.

Uit afbeelding 6.5 blijkt dat de 'weglengte in infiltratiegebied' in de verschillende tracé alternatieven vrijwel gelijk is. Alleen het tracé alternatief nul-plus scoort relatief gunstig met een relatief korte weglengte in infiltratiegebied.

Kwaliteit oppervlaktewater / waterbodemkwaliteit
Deze indicator hangt nauw samen met de vorige. In de vorige paragraaf is immers gesteld dat een vlotte afvoer van gebiedsvreemde stoffen via bermsloten gunstig is voor de kwaliteit van het bodem- en grondwater. Echter, als gebiedsvreemde stoffen worden afgevoerd, belanden ze uiteindelijk in het oppervlaktewater en/of de waterbodem.

Een relatief ongunstige milieuscore op het aspect 'kwaliteit bodem- en grondwater' betekent in dit onderzoek dus een relatief gunstige score op het aspect 'kwaliteit oppervlaktewater / waterbodemkwaliteit' (hoofdstuk 2, 'Werkwijze'). Om tot een milieuscore te komen op het aspect 'kwaliteit oppervlaktewater / waterbodemkwaliteit' is daarom eenvoudig de score op het aspect 'kwaliteit bodem- en grondwater' geïnverteerd (omgedraaid). Met de hiervoor gepresenteerde informatie betekent dit dat het nul plus alternatief relatief ongunstig scoort op het aspect kwaliteit oppervlaktewater/bodemwaterkwaliteit.

7 Resultaten zuidelijk traject

7.1 Effecten tijdens aanleg (figuren 7.1x en 7.2x)

Als de N381 bij de wegen bij Terwisscha en Hildenberg hoog kruist dan is bij beide kruispunten geen tunnel nodig. Bij verdiepte aanleg van de onderliggende wegen bij deze kruisingen zijn wél tunnels nodig; de N381 ligt in dat geval op het maaiveldniveau. De effecten tijdens aanleg van beide uitvoeringswijzen worden hieronder besproken.

Gesloten (fiets)tunnels (7.1a en 7.1b)
Figuur 7.1a toont de stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels in de situatie waarbij de N381 bij de wegen bij Terwisscha en Hildenberg hoog kruist.

Het oppervlak 'bebouwing in beïnvloedingsgebied' is hier relatief klein. Het beïnvloed gebied ligt m.n. in het 'Roggeberg recreatiecentrum'. De beïnvloeding is hier echter beperkt (< 10 cm).

Door de aanleg van een gesloten (fiets)tunnel wordt volgens de modelberekeningen de grondwaterstand op de locaties Kraaiheidepollen en Hildenberg, waar natte natuurwaarden aanwezig zijn, tot 25 cm verlaagd. De hier aanwezige natte natuurwaarden (natte heidevegetaties) hebben zich echter ontwikkeld op een keileemlaag in de ondergrond. Een keileemlaag remt de verticale waterbeweging zeer sterk. Deze laag 'schermt' de aanwezige natte natuurwaarden (figuur 7.3) af van de tijdelijke stijghoogte verlagingen, die worden getoond in de figuren 7.1a en 7.1b. In feite is er op deze locaties sprake van een regenwater gestuurd systeem met schijngrondwaterspiegel. Door het MIPWA model wordt geen rekening gehouden met dergelijke schijngrondwaterstanden. Van belang is om te realiseren dat grondwatermodellen zoals MIPWA ook niet in staat zijn om schijngrondwaterspiegels te simuleren.

Ter hoogte van de Kraaiheidepollen zijn een aantal plantensoorten aanwezig die duiden op een constante toestroom van kwel of lokaal over een leemlaag afstromend regenwater. Hierdoor zijn lokaal de omstandigheden permanent nat, en licht gebufferd (hogere zuurgraad), waardoor een aantal plantensoorten, hier zijn groeiplaats vindt. Eén van de soorten waarvoor dit geldt is bijvoorbeeld de beschermde plantensoort Beenbreek. Voor de Hildenberg zijn uitsluitend plantensoorten aanwezig, als veenpluis en vrij veenmos, die duiden op stagnerend regenwater. Kwel of toestroom van verrijkt grondwater zijn hier niet aan de orde.

Met het gebruikte model zijn uitsluitend stationaire berekeningen uitgevoerd. Dit geeft een globaal beeld van de effecten. Echter, bedacht moet worden dat in deze studie uitgegaan is van een worst-case scenario, waarbij de tunnels geschikt zijn voor passage door vrachtwagens. De tunnel ten noorden van de Kraaiheidepollen betreft een tunnel uitsluitend bestemd voor fietsers. Deze zal kleiner zijn, waarmee dus ook de noodzakelijke bemaling minder diep zal zijn. De uitstraling naar de omgeving zal daardoor ook lager zijn.

Aanbevolen wordt om middels een tijdsafhankelijke modellering de eventuele beïnvloeding op de lokale, ondiepe grondwaterstromingen ter plaatse van de Kraaiheidepollen in beeld te brengen.

In figuur 7.1b is de stijghoogteverandering weergegeven tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels bij verdiepte aanleg van de onderliggende wegen bij de kruisingen van Terwisscha en Hildenberg (N381 op maaiveld).

Omdat er bij verdiepte aanleg sprake is van twee extra tunnels, zijn de berekende grondwaterstandverlagingen uiteraard groter dan bij niet-verdiepte aanleg. De verlagingen zelf zijn echter in het bebouwingsgebied over het algemeen zeer beperkt (< 10 cm), met uitzondering voor de verlagingen die zijn berekend bij de tunnel bij het pompstation Terwisscha; de verlagingen zijn hier wat groter.

Open (fiets)tunnels (7.2a en 7.2b)
Figuur 7.2a toont de stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels in de situatie waarbij de N381 bij de wegen bij Terwisscha en Hildenberg hoog kruist.

Het oppervlak 'bebouwing in beïnvloedingsgebied' is bij de open (fiets)tunnels uiteraard groter dan bij de gesloten tunnels (figuur 7.1a). De berekende stijghoogteverlaging in het 'Roggeberg recreatiecentrum' bedraagt ca. 10 tot 25 cm.

Aan de rand van het beïnvloede gebied ligt ook een relatief groot oppervlak bebouwd gebied. De grondwaterstandverandering is hier echter beperkt (< 10 cm).

In figuur 7.2b is de stijghoogteverandering weergegeven tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels bij verdiepte aanleg van de onderliggende wegen bij de kruisingen van Terwisscha en Hildenberg (N381 op maaiveld).

Het oppervlak bebouwing in beïnvloed gebied is in deze variant het grootst. In het 'Roggeberg recreatiecentrum' is de berekende grondwaterstandverlaging 25-50 cm. De grootste verlagingen in bebouwd gebied zijn echter berekend bij de tunnel bij het pompstation Terwisscha: deels groter dan 75 cm.

In de delen met natte natuurwaarden, Kraaiheidepollen en Hildenberg, bedraagt de berekende stijghoogteverlaging ca. 25 tot 75 cm, respectievelijk 25 tot 50 cm. Dit is meer dan bij de aanleg van gesloten tunnels. Ook het beïnvloede gebied is groter.

Bij al deze berekende verlagingen moet wel worden opgemerkt dat de werkelijke effecten op de grondwaterstand kleiner zullen zijn dan de berekende effecten. Dit heeft te maken met de relatief grote berging in het grondwater die in dit gebied met diepe grondwaterstanden optreedt: voordat de berekende effecten zich ten volle zouden openbaren is de bemaling reeds gestaakt.

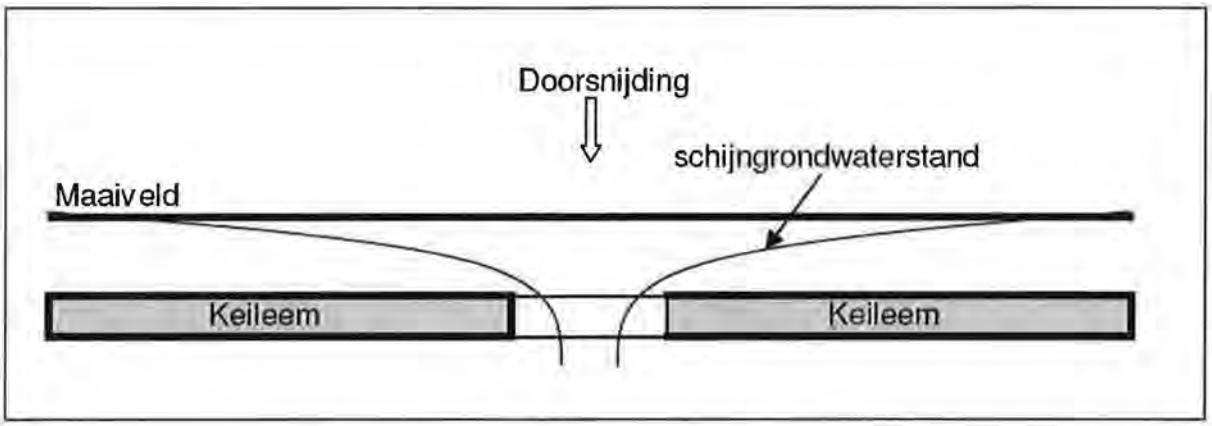
Bovendien blijkt uit de bodemkaart dat de getoonde grondwaterstandverlagingen zich voordoen in een gebied met een zandondergrond (figuur 2.2). Alleen bij het pompstation Terwisscha is dit niet het geval. Omdat zich hier ook relatief grote grondwaterstandveranderingen voordoen is het verstandig om hier te kiezen voor een gesloten tunnel type. De overige tunnels in het zuidelijk traject gebied kunnen dus van het type 'open' zijn: de berekende grondwaterstandverlagingen zijn hier relatief beperkt en er is sprake van een zandondergrond.

7.2 Effecten na aanleg (figuur 7.3)

De N381 is in het zuidelijk traject deel vrijwel uitsluitend op relatief hoog gelegen terrein geprojecteerd. Reden waarom de bermsloten hier beperkt invloed uitoefenen op de grondwaterstand op de omgeving. Dit is zichtbaar in figuur 7.3, waarin de gewenste natte natuurgebieden zijn weergeven evenals de berekende grondwaterstandverlaging door de bermsloten. Op geen enkele plaats in het zuidelijk traject deel wordt verwacht dat de afvoer van de bermsloten de gewenste natuurwaarden bedreigen.

Overigens gelden deze conclusies ook voor een verdiepte aanleg van de N381 en de onderliggende wegen ter hoogte van Terwisscha (Appelscha Noord) en de Hildenberg (Appelscha Zuid). De tunnels die hiervoor noodzakelijk zijn hebben vrijwel geen invloed op de grondwaterstroming.

Echter, ter hoogte van de Hildeberg en Kraaiheide pollen hebben zich natte natuurwaarden ontwikkeld dankzij een ondiep gelegen keileemlaag. Als de ondiep aanwezige keileemlaag doorsneden wordt door de wegfundering, kan het stagnerende water boven deze laag ter plaatse wegstromen naar de diepere ondergrond. In de onderstaande afbeelding is dit weergegeven.



Het gebied waar de grondwaterstanden door deze doorsnijding worden beïnvloed is vooral afhankelijk van de doorlatendheid en de dikte van de zandlaag boven de keileem. De doorlatendheid kan worden gesteld op 10 m/d; met een maximale waterschijfdikte van 2 meter is het doorlaatvermogen van het pakket boven de keileem dus maximaal ca. 20 m2/d. De dikte ven de waterschijf neemt echter af nabij de doorsnijding van de keileem (zie afbeelding), waardoor de snelheid waarmee het water 'lekt' naar de ondergrond wordt begrensd. Bedacht moet worden dat, als er sprake is van water **OP** het maaiveld, dit water via laagtes zijn weg kan vinden naar de doorsnijding in de keileem. Daardoor kan de 'leksnelheid' aanzienlijk toenemen.

De genoemde 'lekkage' van het water boven de keileemlaag naar de ondergrond via de doorsnijding van deze laag kan worden voorkomen door aan beide zijden van de weg een ondiepe damwand te plaatsen tot op de keileemlaag. Van belang is deze wand in de laagste delen van het gebied iets boven maaiveld te laten uitsteken om de genoemde stroming over maaiveld te voorkomen. Het zal duidelijk zijn dat het noodzakelijk is nader veldonderzoek te doen voordat deze maatregel daadwerkelijk kan worden uitgevoerd. Bij dit veldonderzoek zal de verbreiding, hoogteligging en de dikte van de keileemlaag in beeld moeten worden gebracht.

7.3 Effecten infiltratie wegdekwater

Als de N381 ter hoogte van 'Het Drents-Friese Wold' wordt voorzien van maatregelen waarmee wegdekwater kan worde geïnfiltreerd (figuur 1.1), dan kan wellicht voorkomen worden dat onnodig water dat afstroomt van het wegdek door de greppels wordt afgevoerd. Met het grondwatermodel is berekend welk effect op de grondwaterstand hiervan mag worden verwacht.

Gebleken is dat dit effect nihil is: maximaal (en lokaal) ca. 5 cm (figuur niet opgenomen). De reden hiervan is dat de hoeveelheid water die hiermee gemoeid is beperkt is.

Overigens betekent dit niet dat de bermsloten overbodig zijn: wegdekwater zal in alle gevallen eerst geborgen moeten worden alvorens het kan infiltreren.

Overigens is infiltratie van wegwater niet overal gewenst. Voorkomen moet worden dat wegwater via de bermsloot afstroomt naar laag gelegen natuurterreinen (zoals het natte heideterrein ten zuiden van Hildenberg) en daar infiltreert. Dit zou leiden tot ongewenste verrijking (eutrofiëring) en verontreiniging van het terrein. Het is van belang dat de bermsloten op deze plaats voldoende afschot hebben waardoor het wegwater wordt doorgevoerd en infiltratie wordt voorkomen.

Resultaten en conclusies

Op basis van de onderzoeksresultaten die zijn gepresenteerd in de hoofdstukken 4 tot en met 7 is een overzichtstabel opgesteld van de milieueffecten die zijn te verwachten voor de aspecten bodem en water (tabel 1).

Tabel 1: Overzichtstabel van de milieu-effecten m.b.t. de aspecten bodem en water.

	Autonoom	*0+*	*West*	*West +*	*W3*	*W4*	*Ov*	*Ou*
Zettingen (open tunnels)	o	o/-	-	-	-	-	o/-	--
grondwateraanvulling	o	o/-	--	-	o/-	-	-	-
Invloed natte natuurwaarden	o	o	-	o	o	o	o	o
Kwaliteit bodem en grondwater	o	o	-	-	-	-	--	--
Kwaliteit oppervlaktewater/ bodemkwaliteit	o	o	-	-	-	-	o/-	o/-

De resultaten bij de verschillende indicatoren worden hieronder toegelicht.

Zettingen

Door grondwaterstandveranderingen kunnen zettingen optreden, waardoor schade aan bebouwing kan ontstaan. Verwacht wordt dat zettingen met name op kunnen treden door bemaling t.b.v. de bouw van de tunnels en het aquaduct. Als indicator voor het zettingsrisico is het bebouwde oppervlak gekozen met een berekende grondwaterstandverlaging door bemaling van > 5 cm. Het maakt bij dit criterium verschil uit of wordt uitgegaan van open of gesloten tunnels. Voor de beoordeling wordt uitgegaan van het meest ongunstige scenario: een situatie met open tunnels.

In ieder tracé alternatief zijn bemalingen noodzakelijk voor de aanleg van tunnels. De kans op het optreden van zettingen is daarom in ieder tracé alternatief per definitie groter dan in de autonome situatie. De kans op het optreden van zettingen is het grootst in het oostelijke tracé alternatief met aquaduct; vandaar dat dit alternatief '- - ' scoort, ten opzichte van '- ' voor de overige alternatieven en een '0/-' voor de varianten Nul+ en Ov (oostelijke variant met viaduct).

Grondwateraanvulling

Het zuinig omgaan met natuurlijke hulpbronnen, waaronder grondwater, is het uitgangspunt van het landelijk en provinciaal beleid. Bermsloten kunnen in principe grondwater afvoeren, wat uit het oogpunt van grondwaterconservering ongewenst is. Als parameter voor dit aspect van de milieueffecten van de wegaanleg c.q. wegombouw is daarom de afvoer van de bermsloten gekozen. Een tracé met een relatief geringe afvoer van de bermsloten heeft een relatief gering milieueffect en scoort daarom op het aspect 'grondwateraanvulling' relatief gunstig.

Alle tracé-alternatieven verminderen de grondwateraanvulling ten opzichte van de autonome situatie. Vandaar deze alle alternatieven negatiever scoren dan de autonome

situatie. Het tracé alternatief 'West' scoort op dit punt het slechtst (--), omdat dit alternatief door een relatief laag gelegen gebied loopt waardoor de bermsloten relatief veel grondwater moeten afvoeren om 'de weg droog te houden'. Het best scoren de alternatieven Nul+ en West-3 (score o/-).

Invloed op natte natuurwaarden
Bermsloten kunnen een verlaging van de grondwaterstand in de omgeving veroorzaken. Bij de aanleg van tunnels wordt onder invloed van bemaling tijdelijk de grondwaterstand verlaagd. De (tijdelijke) verdroging kan nadelig zijn voor natte natuurwaarden. Om dit mogelijk nadelige milieueffect van de wegaanleg c.q. wegombouw in kaart te brengen zijn de grondwaterstandverlagingen berekend die optreden door de bermsloten of de bemaling ten behoeve van de tunnelaanleg. Daarnaast zijn de gebieden in kaart gebracht waar deze grondwaterstandverlagingen mogelijk nadelig zijn voor aanwezige of gewenste natuurwaarden.
Nadelige effecten zijn vooral van belang voor natuurgebieden waar natte vegetaties aanwezig zijn dan wel worden nagestreefd. Daarom is als indicator voor het effect van de wegaanleg c.q. wegombouw gekozen het totale oppervlak van de EHS- en/of Natura-2000 gebieden waar de bermsloten een grondwaterstandverlaging veroorzaken. Is dit oppervlak relatief groot, dan is het milieueffect m.b.t. het aspect 'invloed op natte natuurwaarden' ook relatief groot.

Een negatieve invloed van alle tracé alternatieven op natte natuurwaarden blijkt niet aanwezig, met uitzondering van het westelijke tracé alternatief. Hier kunnen enige negatieve effecten optreden in het stroomdal van de Tsjonger. Vandaar dat dit alternatief met een '- ' is beoordeeld.

Kwaliteit bodem- en grondwater
De wegaanleg c.q. wegombouw kan nadelig zijn voor de kwaliteit van het bodem- en grondwater. Immers, door calamiteiten op en rond de weg kunnen milieuvreemde stoffen in de bodem en uiteindelijk in het grondwater terecht komen. Maar ook bijvoorbeeld strooizout of brandstofresten kunnen in het bodem- en grondwater komen.

De mate waarin door deze processen de kwaliteit van de bodem en het grondwater wordt bedreigd is echter niet op ieder weggedeelte gelijk. In een kwelgebied zal een verontreiniging relatief snel door greppels en sloten worden afgevoerd, terwijl in een infiltratiegebied een verontreiniging zich kan verplaatsen naar het diepere grondwater. In het laatste geval kan een grondwaterverontreiniging in de loop van de jaren steeds groter worden. Daarnaast zal het effect van milieuverontreiniging afhankelijk zijn van de functie van een gebied.

Om de verschillende tracé's met elkaar te vergelijken op het aspect van bodem- en grondwaterkwaliteit, is daarom de totale weglengte geïnventariseerd dat in een infiltratiegebied is gelegen. Een relatief grote weglengte in infiltratiegebied betekent een relatief groot risico voor verontreiniging van het bodem- en grondwater en dus een relatief ongunstige milieuscore op het aspect 'kwaliteit bodem- en grondwater'.

Omdat alle tracé's met uitzondering van Nul+ leiden tot een toename van de totale weglengte, leiden alle alternatieven tot een vergroting van de kans op aantasting van de bodem- en grondwaterkwaliteit. De oostelijke tracé varianten scoren op dit punt juist iets slechter dan de westelijke alternatieven ('- -' in plaats van '-').

Kwaliteit oppervlaktewater / waterbodemkwaliteit
Uit de redenering bij de bodem- en grondwaterkwaliteit volgt feitelijk vanzelf dat een relatief ongunstige milieuscore op dit aspect een relatief gunstige score betekent op het aspect 'kwaliteit oppervlaktewater / waterbodemkwaliteit'. Immers, de sloten in een kwelgebied dat doorsneden wordt door de weg, zullen relatief zwaar belast worden met milieuvreemde stoffen in vergelijking met de sloten (greppels) in een infiltratiegebied. Om tot een milieuscore te komen op het aspect 'kwaliteit oppervlaktewater / waterbodemkwaliteit' is daarom eenvoudig de score op het aspect 'kwaliteit bodem- en grondwater' geïnverteerd (omgedraaid).

Daarom scoren op dit punt de oostelijke tracé alternatieven net iets gunstiger ('o/-') ten opzichte van de overige alternatieven (score '-').

Totaal oordeel tracé alternatieven
Om een totaal oordeel te kunnen geven over de verschillende tracé alternatieven moet een gewichten toegekend worden aan de verschillende indicatoren. Objectieve criteria hiervoor ontbreken. Om toch tot een totaaloordeel te komen is het volgende overwogen:

- De kans dat er daadwerkelijk zettingen optreden door de bemalingen bij tunnel aanleg is beperkt, zeker als op de meest kritische locaties gekozen wordt voor een gesloten tunnel type;
- De mate van aantasting van de oppervlaktewaterstructuur verschilt niet veel in de verschillende tracé alternatieven;
- De scores op het criterium 'kans op aantasting oppervlaktewater- en waterbodemkwaliteit' en 'Kans op aantasting bodem- en grondwaterkwaliteit' heffen elkaar op en zijn dus niet onderscheidend voor de verschillende tracé alternatieven.

Om tot een totaal oordeel te komen is daarom het belang van de indicatoren 'vermindering grondwateraanvulling' en 'vermindering natte natuurwaarden' doorslaggevend. Het westelijk tracé alternatief scoort op beide punten negatief en is daarom als totaal ook als negatief beoordeeld. De alternatieven 'west-3' en 'nul-plus' scoren relatief goed op het criterium 'vermindering grondwateraanvulling' en komen daarom in het totaal oordeel ook relatief goed naar voren.

Daarbij moet worden opgemerkt dat de score van het alternatief 'west' zal verbeteren op de bovengenoemde punten als gekozen wordt voor een verhoogde aanleg (ca. 0,5 meter).

Gewenste tunnel uitvoeringen (gesloten of open)
Het gevaar voor zettingen door bemalingen voor tunnels is over het algemeen relatief beperkt in verband met de schaarse bebouwing in het gebied, de overwegend zandige ondergrond en de beperkte grondwaterstandverlagingen. Hierdoor kan overal voor een open uitvoering van de tunnels mogelijk gekozen worden (groene taluds), met uitzondering van de volgende tunnels:

- ten westen van Donkerbroek;
- bij het pompstation Terwisscha (bij verdiepte aanleg van de kruising ter plekke).

Hier kan het best worden gekozen voor een gesloten tunnel type (betonnen bak).

Wijnjeterper Schar
Ten noordoosten van de N381 bevindt een minimaal ca. 100 m brede strook land met een landbouwkundige ontwateringdiepte (1 m-mv of meer). In deze situatie hebben de bermsloten (met een peil 1 m-mv) van de N381 nog maar een beperkte invloed op de grondwaterstand en op de natuurwaarden.

Als in de toekomst ook de genoemde strook landbouwgrond van ca. 100 m breed natuurlijk zou worden ingericht met ondiepe ontwatering, dan zouden de greppel sloten langs de N381 m.n. in het zuidelijk deel van het Wijnjeterper Schar voor ongewenste verdroging kunnen zorgen. Door nu reeds dit trajectgedeelte verhoogd aan te leggen kan dit worden voorkomen. Een verhoging van ca. 0,5 m (=0,5 m boven het huidige maaiveldniveau) zou hiervoor volstaan.

Direct ten zuiden van het Wijnjeterper Schar is de tunnel in de Bûtewei Zuid (Wijnjewoude) gepland. Het effect van deze 'blokkade' in de grondwaterstroming is beperkt mede omdat het stijghoogteverhang hier slechts ca. 0.5 m/km is.

Het Drents-Friese Wold

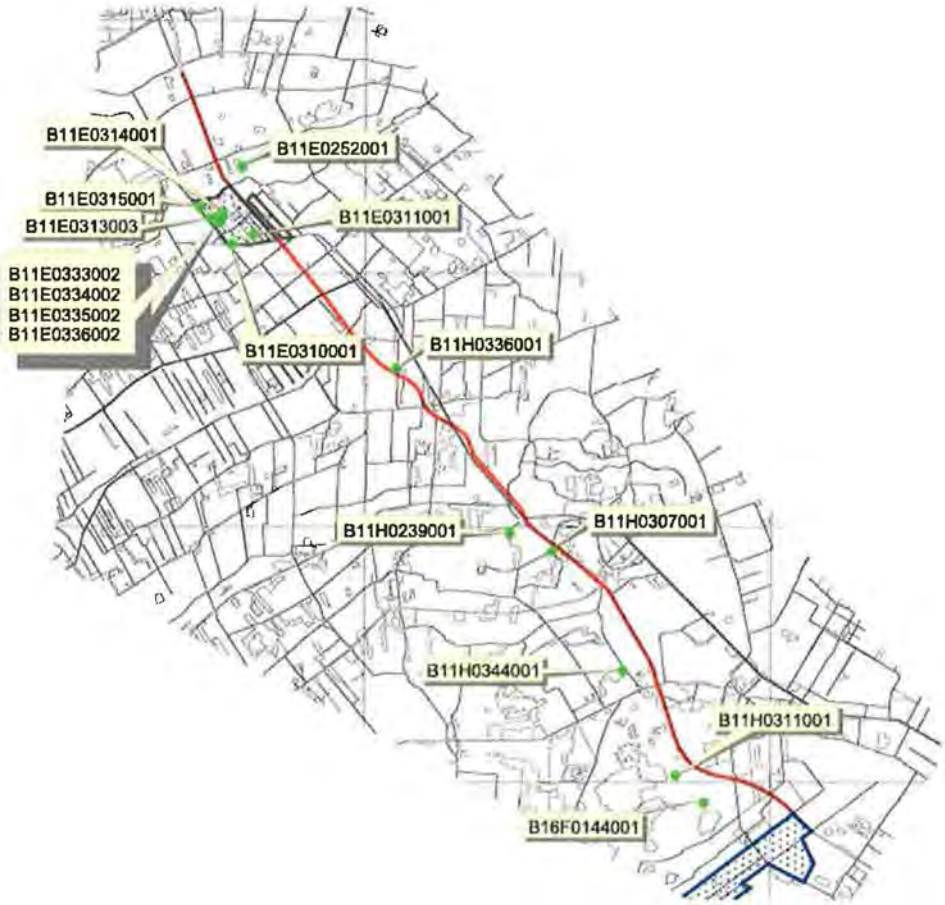
Door de overwegend diepe grondwaterstanden in het Drents-Friese Wold heeft de N381 hier vrijwel geen invloed op de stijghoogten. De natte natuurwaarden nabij het wegtrace komen voor op plaatsen waar keileem in de ondergrond aanwezig is. Hier is sprake van een schijngrondwaterspiegel, die regenwater gestuurd is. De ecologische consequenties van de wegaanleg zijn hierdoor waarschijnlijk beperkt. Nader onderzoek is echter gewenst naar de precieze effecten van de aanleg van de tunnels op de ondiepe grondwaterstroming en de exacte effecten van de doorsnijding van de keileemlaag.

Dit geldt ook bij een verdiepte aanleg van de N381 en de onderliggende wegen ter hoogte van Terwisscha (Appelscha Noord) en de Hildenberg (Appelscha Zuid). De effecten van infiltratie wegdekwater op de grondwaterstand zijn minimaal.

Referenties

1. *Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten – Drentse grens. Offerte.* Oranjewoud, projectnummer 8310-172585. Documentnummer 172585-0-01. 30 Maart 2007.
2. *'Gebiedendocument'. Overzicht van habitattypen en soorten waarvoor gebieden zijn aangemeld en begrenzing van gebieden.* Ministerie van LNV (2004).
3. *MIPWA (TNO):* http://cwmi.nitg.tno.nl/mipwa.html.
4. Bal, D., H.M. Beije, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van der Reest, 1995. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. IKC Natuurbeheer, Wageningen.
5. Altenburg & Wymenga, 1997. Vegetatiekundige inventarisatie van een groot aantal natuurterreintjes in zuidoost-Friesland in 1996. A&W-rapport 156. Veenwouden.
6. Altenburg & Wymenga, 2001. Monitoring van diverse terreinen van Staatbosbeher Fryslân in 1999. A&W-rapport 237. Veenwouden.
7. Altenburg & Wymenga, 2003. De vegetatie van Duurswouderheide en een aantal heideterreinen in de beheerseenheid Bakkefean in 2001. A&W-rapport 357. Veenwouden.
8. Buro Bakker, 1997. De vegetatie van het object Ontwijk. In opdracht van Staatsbosbeheer.
9. Buro Bakker, 2002. Vegetatiekarteringen in Fryslân. Deelen, Skieren. In opdracht van Staatsbosbeheer.

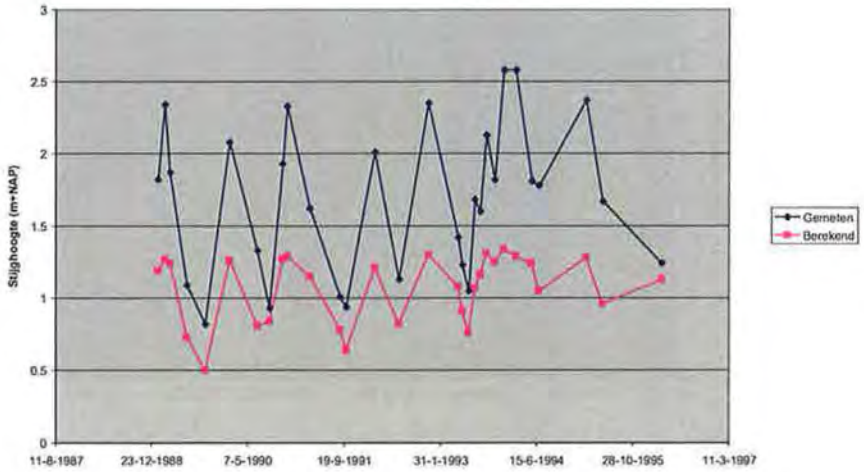
Bijlage 1 : Peilbuislokaties (ondiepe peilbuizen, MIPWA)



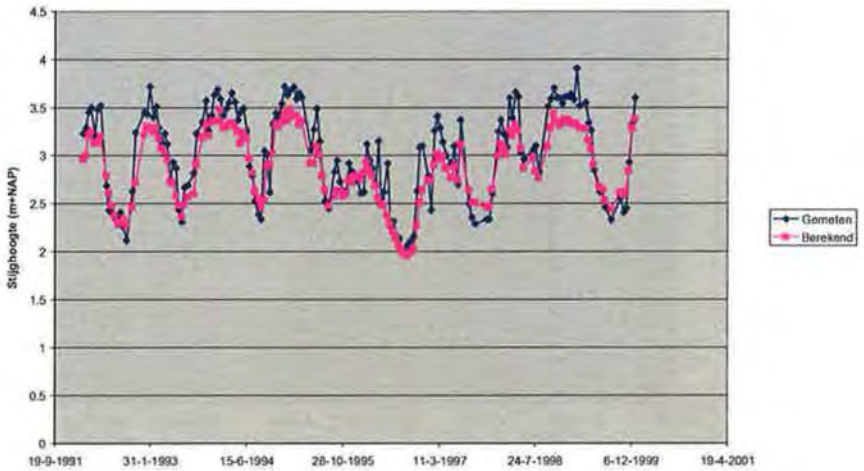
Afbeelding bijlage 1: Locatie van de ondiepe peilbuizen in de omgeving van het wegtracé; in rood is het wegtracé voor de oostelijke variant ingetekend.

Bijlage 2 : Berekende- en gemeten tijdstijghoogtelijnen (MIPWA)

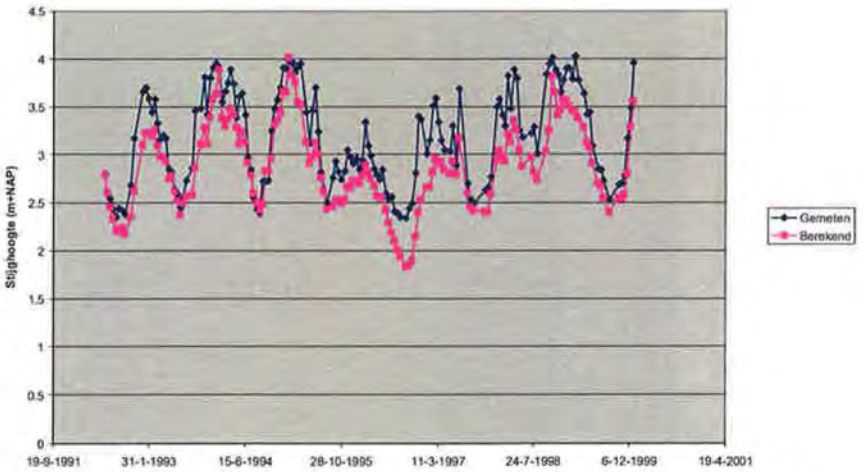
B11E0252001



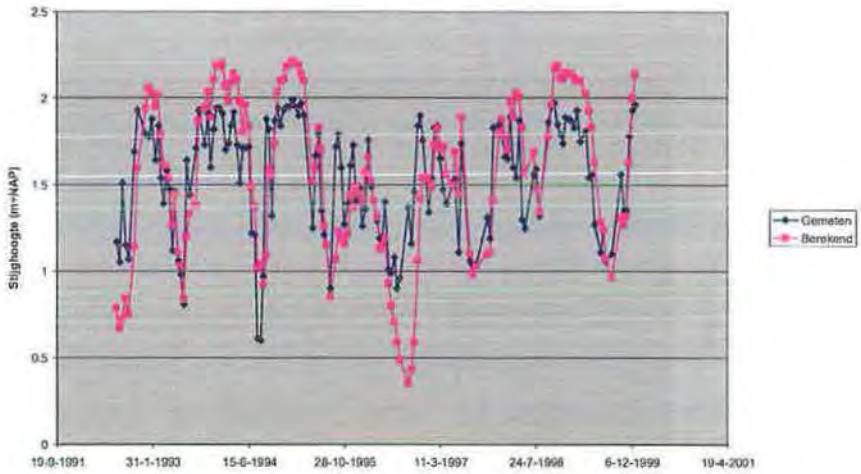
B11E0310001



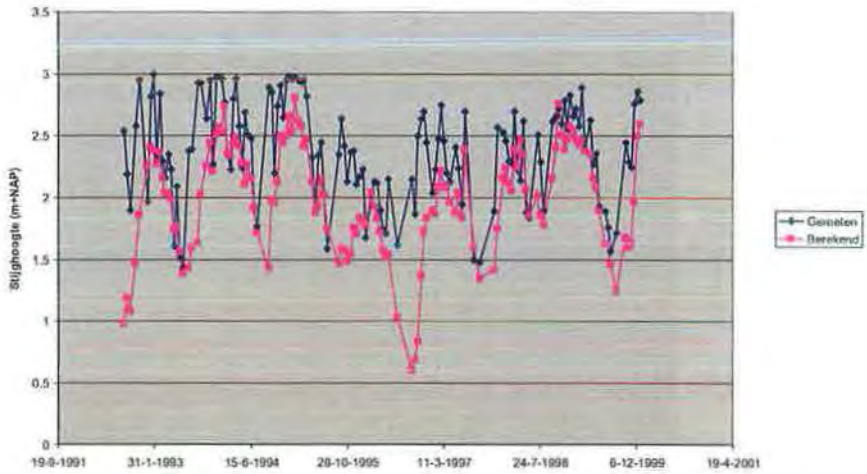
B11E0311001



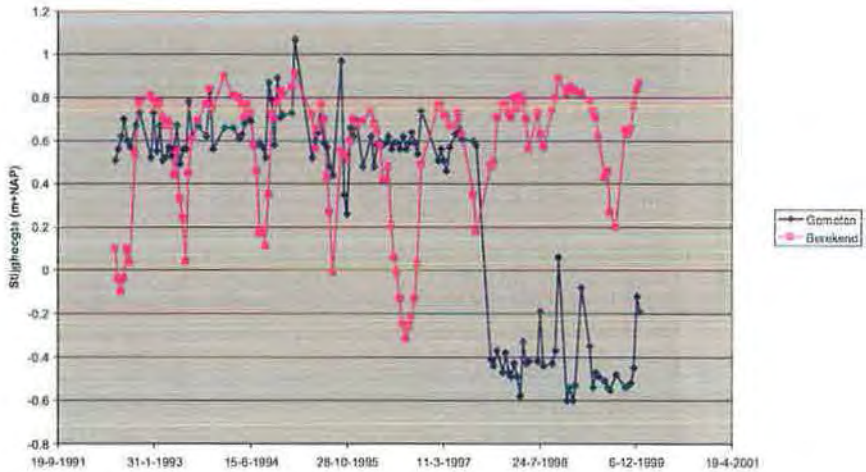
B11E0313003



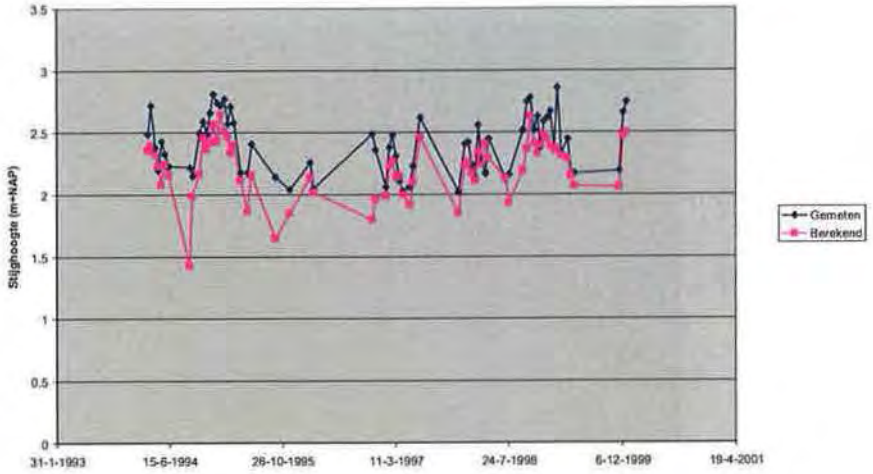
B11E0314001



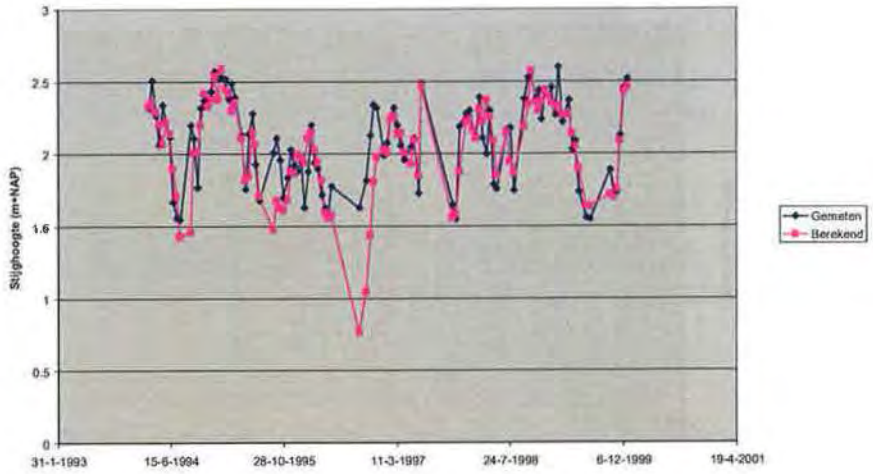
B11E0315001



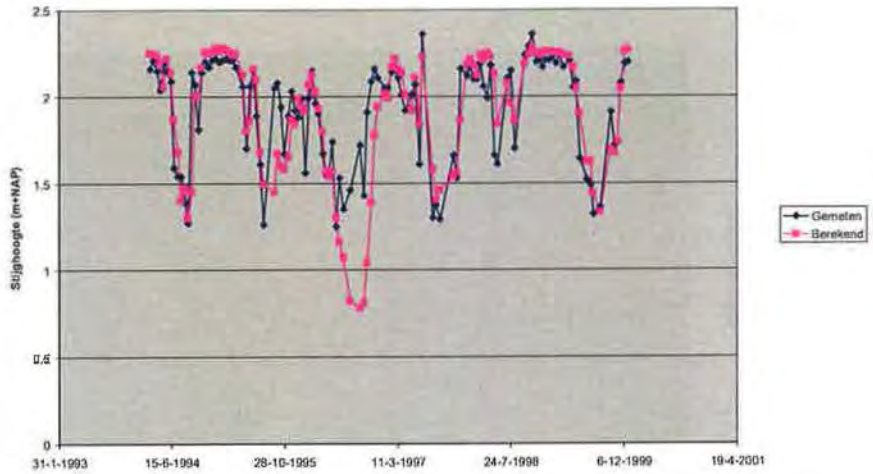
B11E0333002



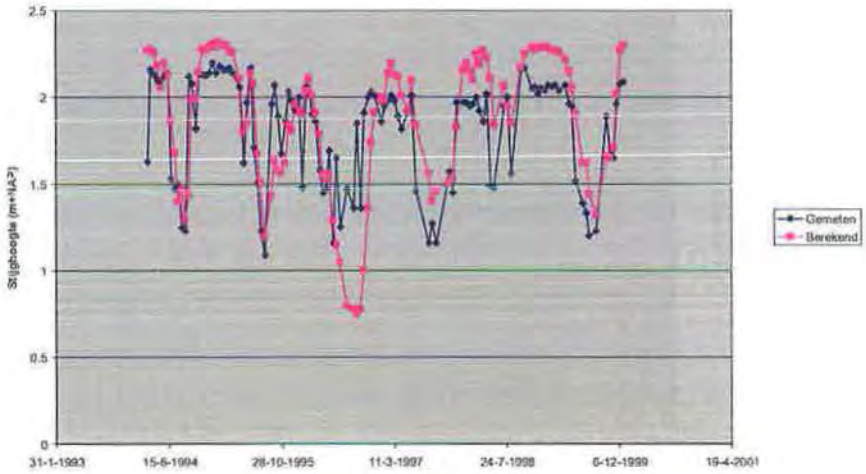
B11E0334002



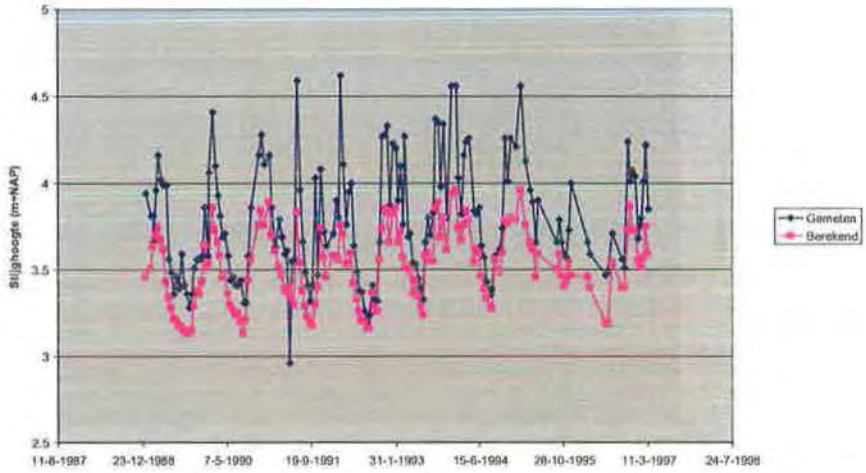
B11E0335002



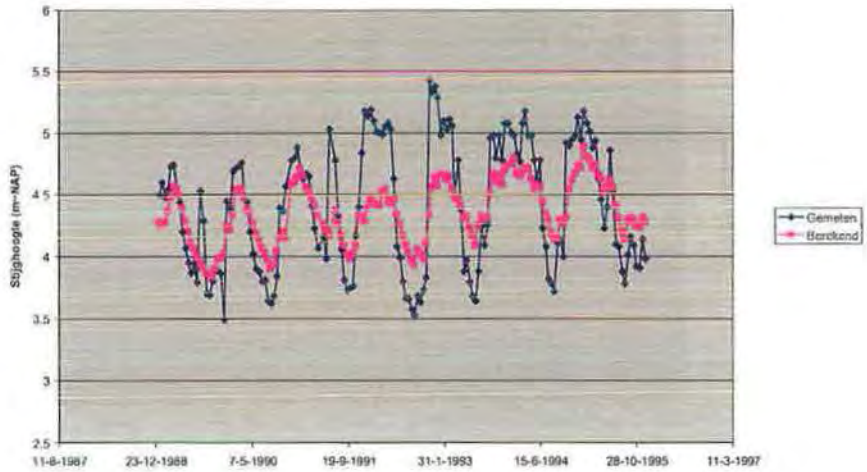
B11E0336002



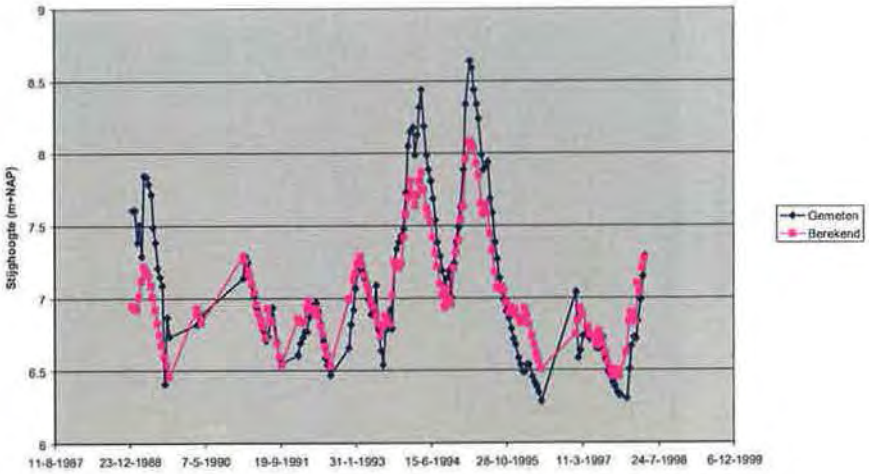
B11H0239001



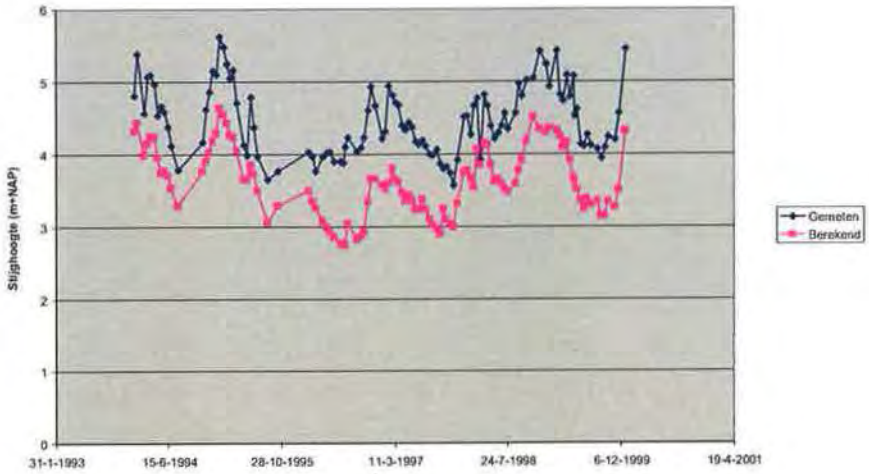
B11H0307001



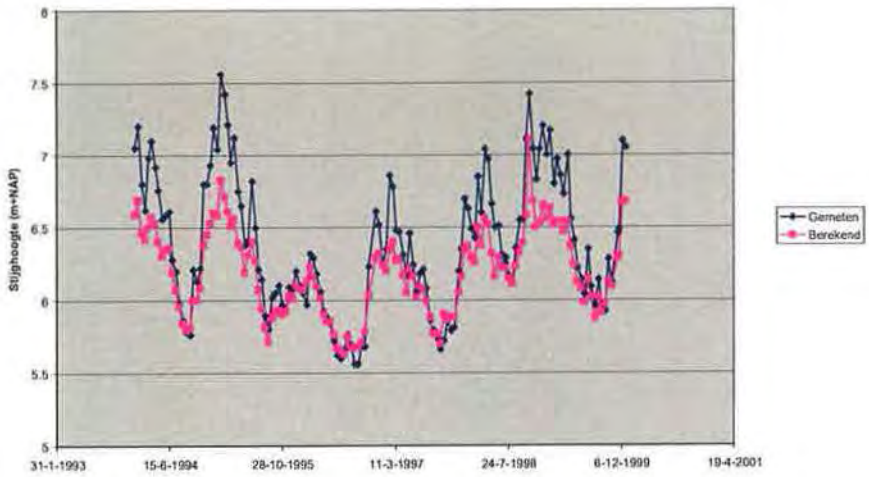
B11H0311001

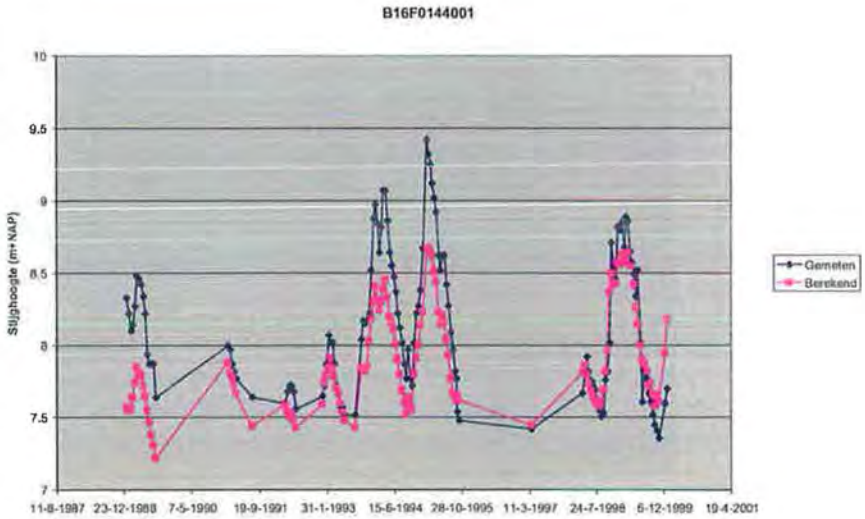


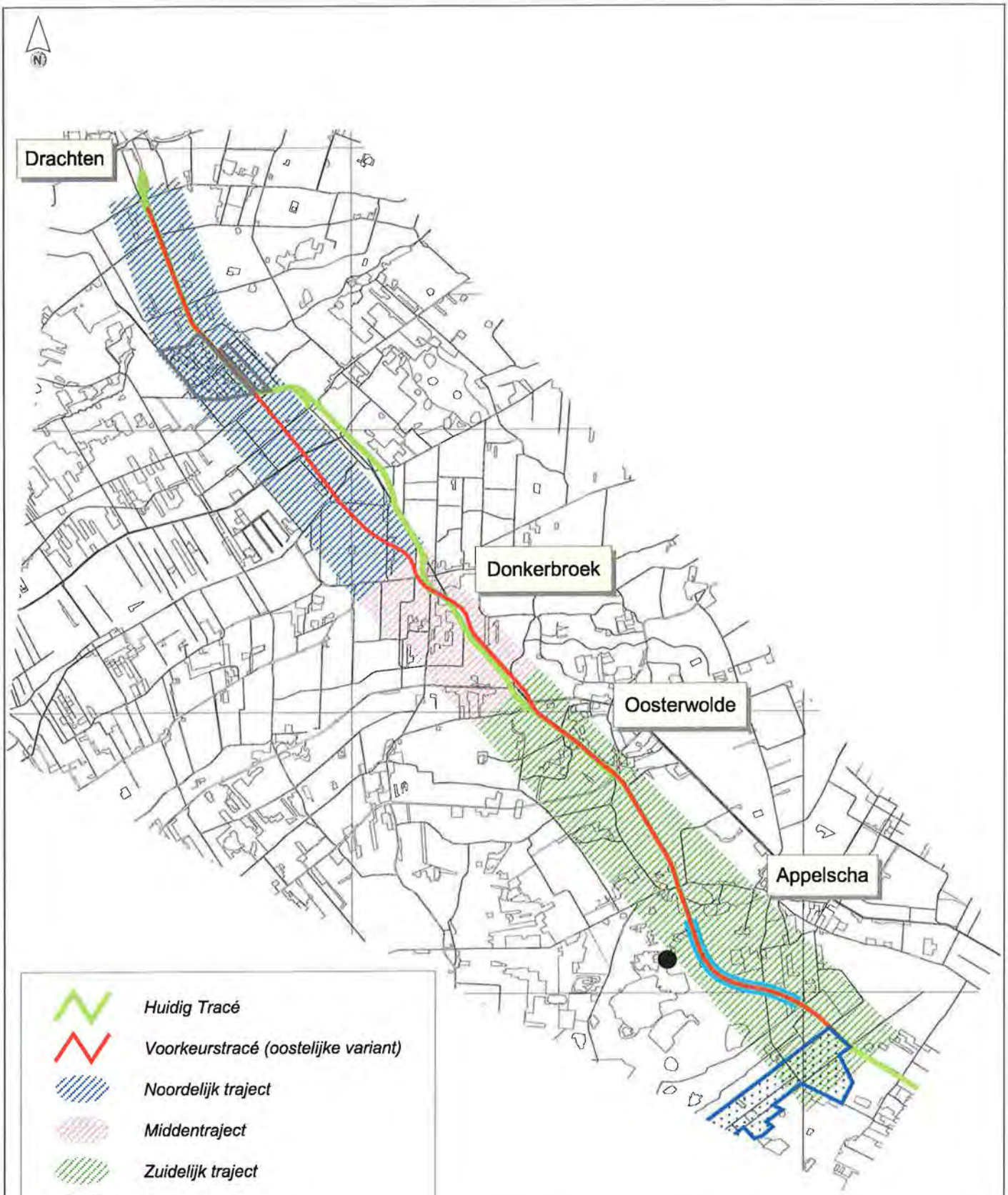
B11H0336001



B11H0344001




B16F0144001
Stijghoogte (m+NAP)
10
9.5
9
8.5
8
7.5
7
11-8-1987
23-12-1988
7-5-1990
19-9-1991
31-1-1993
15-6-1994
28-10-1995
11-3-1997
24-7-1998
6-12-1999
19-4-2001
Gemeten
Berekend



Huidig Tracé

Voorkeurstracé (oostelijke variant)

Noordelijk traject

Middentraject

Zuidelijk traject

Wijnjeterper Schar

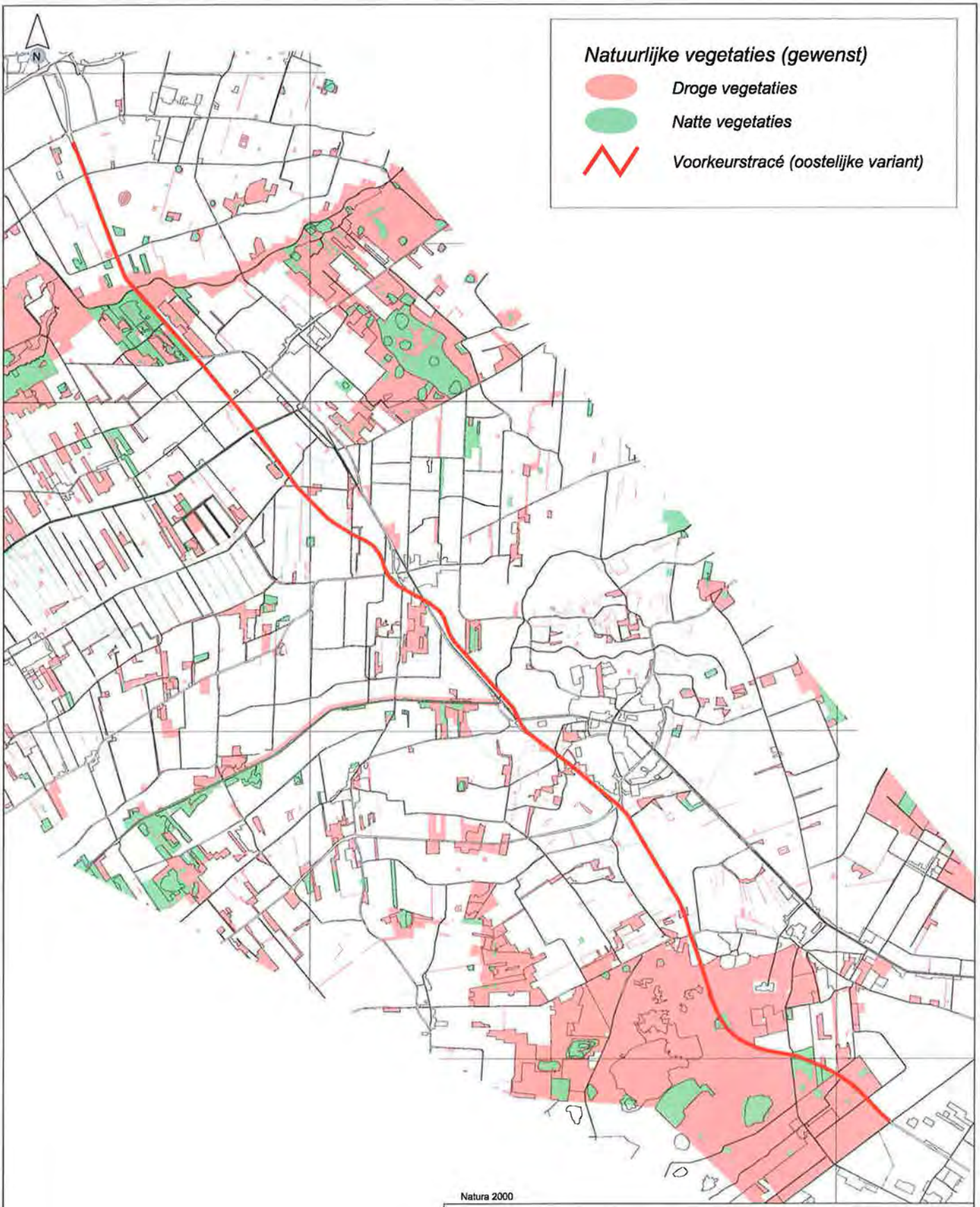
Oude Willem

Onttrekking Terwisscha

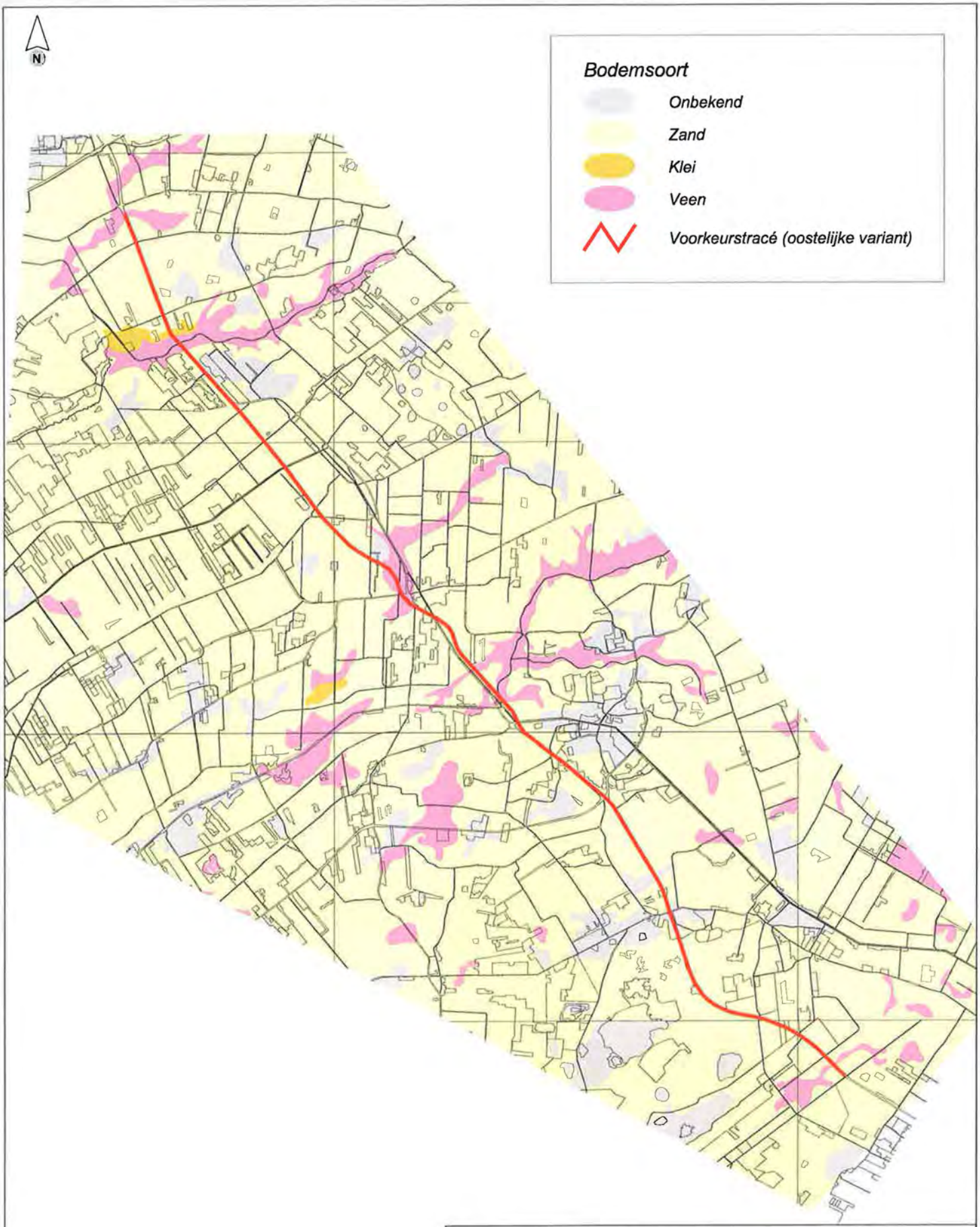
Infiltratie wegdekwater

0 1000 Meters

Titel: Onderzoekdsgebied	Datum: 25-06-2007	Schaal: 1:120000
	Figuur:	1.1
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	

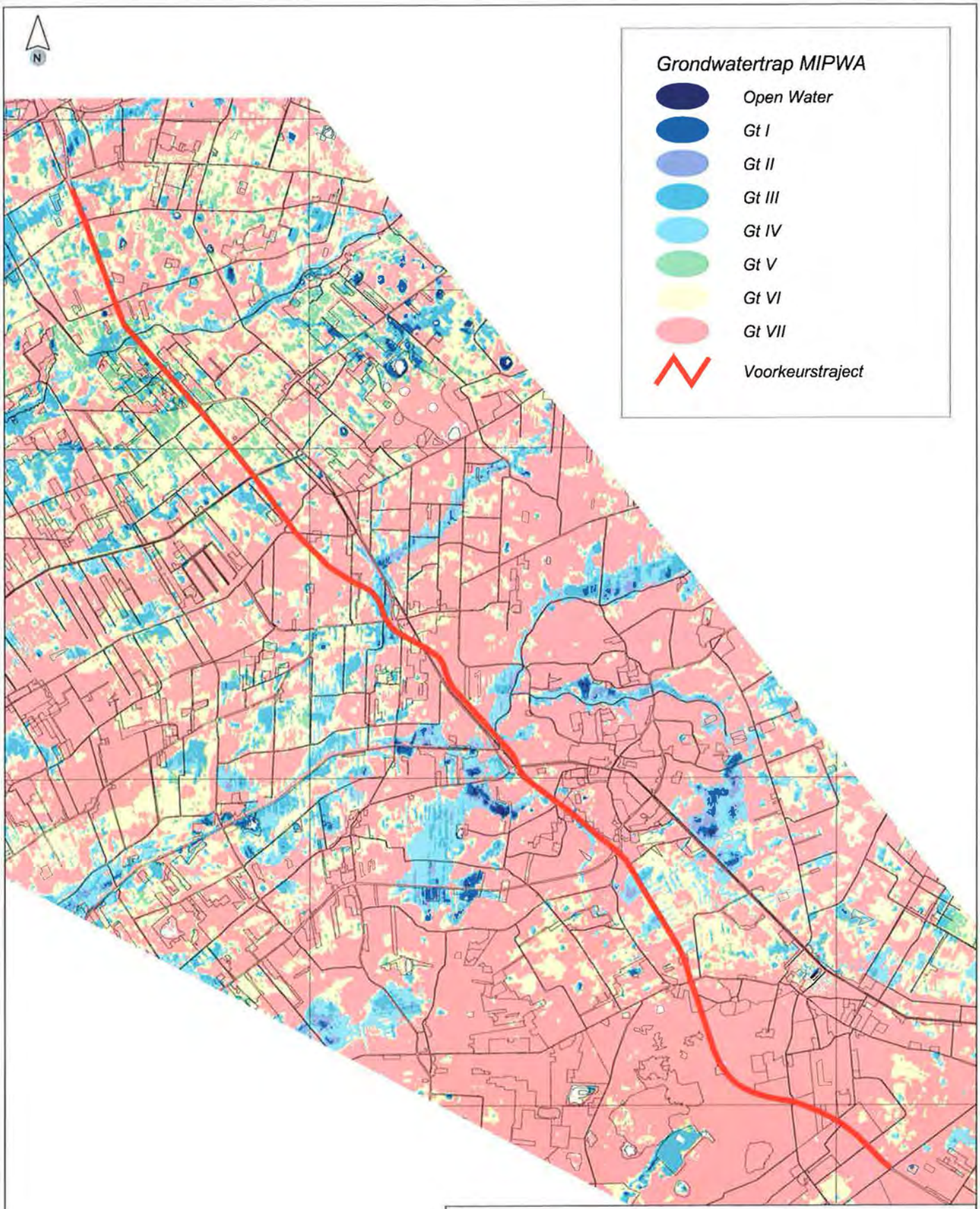


Titel: Natuurlijke vegetaties (gewenst)	Datum: 04-06-2007	Schaal: 1:100000
	Figuur:	2.1
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	

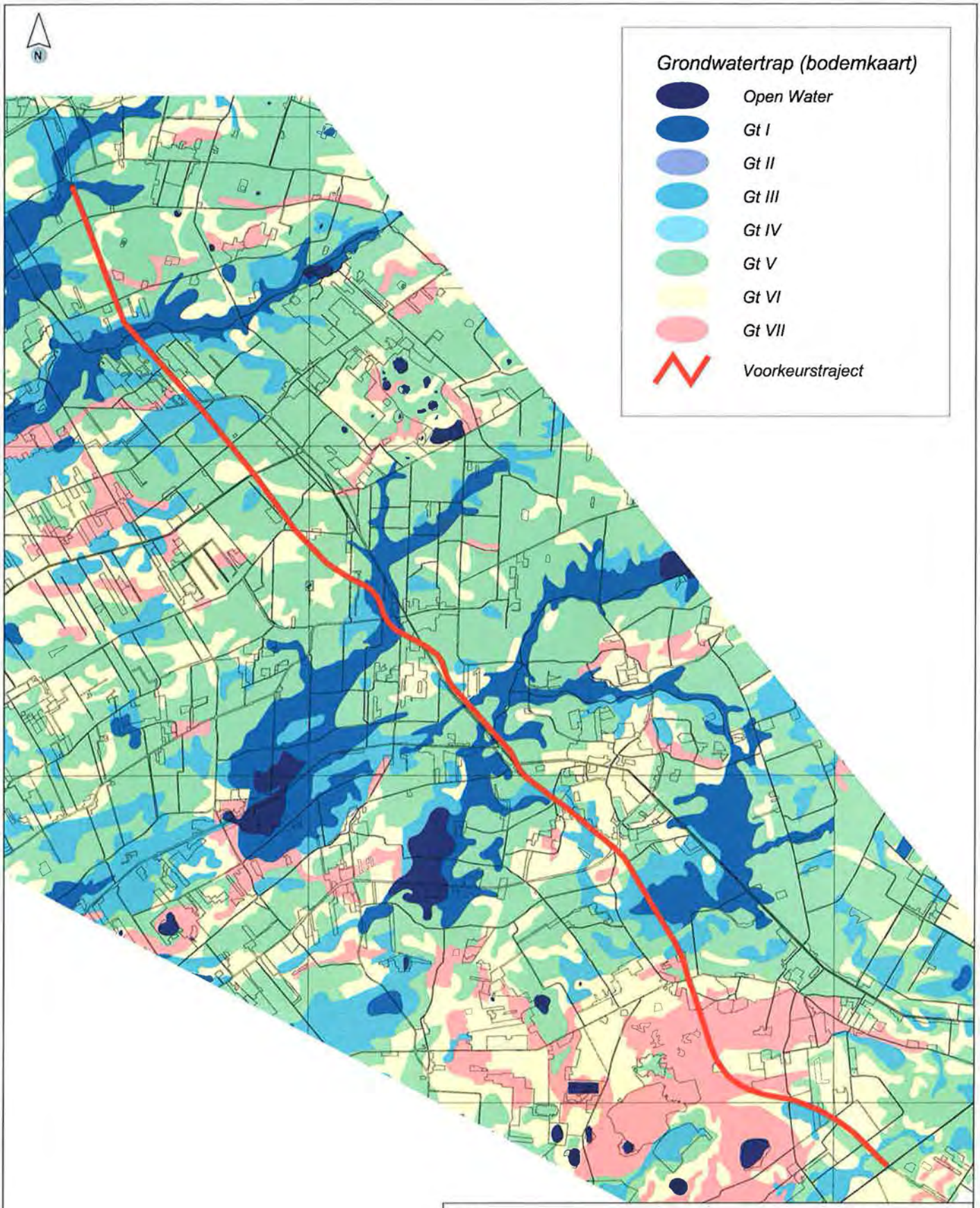


0 1000 Meters

Titel: Bodemsoort	Datum: 14-07-2007	Schaal: 1:110000
	Figuur:	2.2
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	

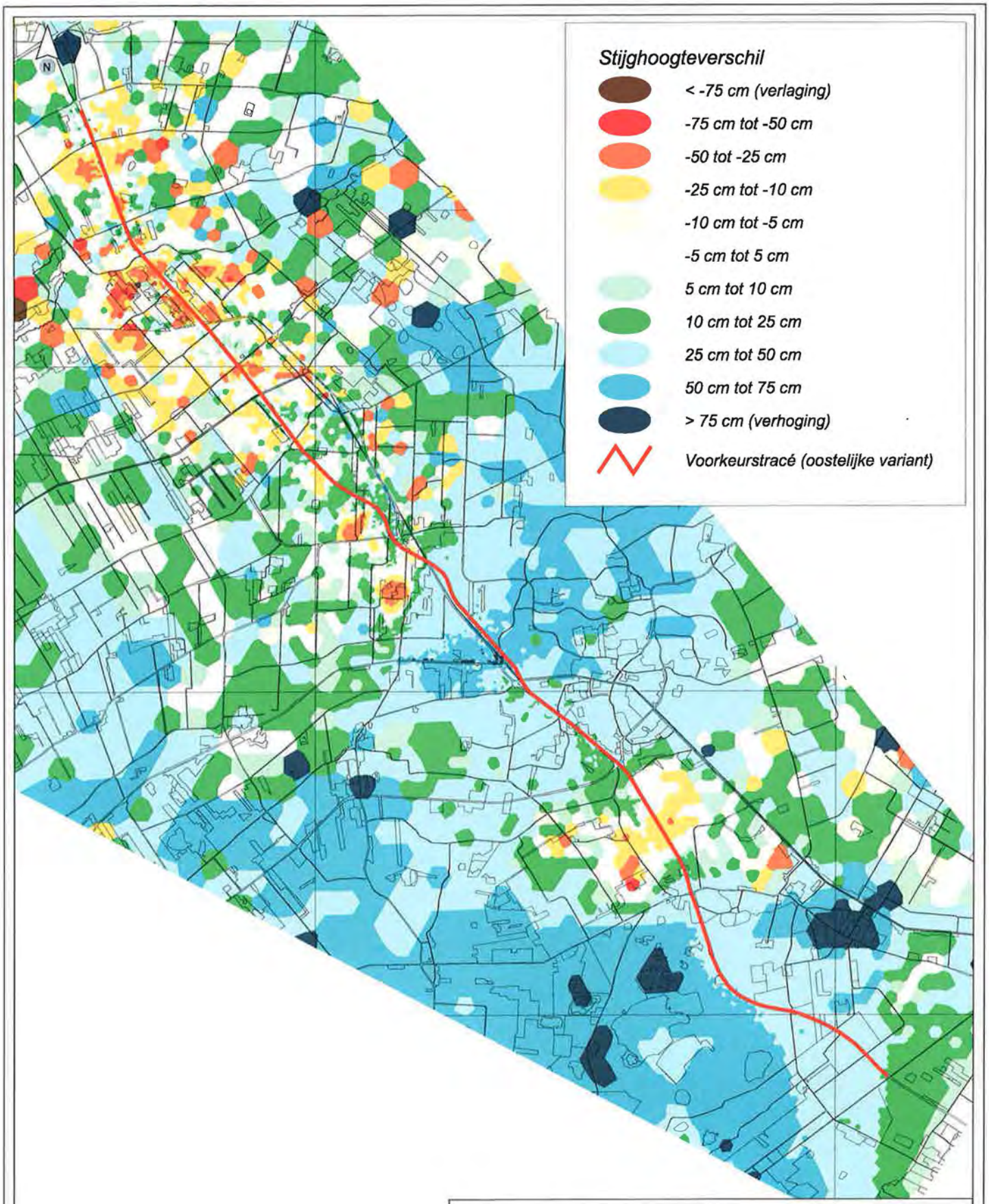


Titel: Grondwatertrappen MIPWA	Datum: 24-05-2007	Schaal: 1:100000
	Figuur:	3.1
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	



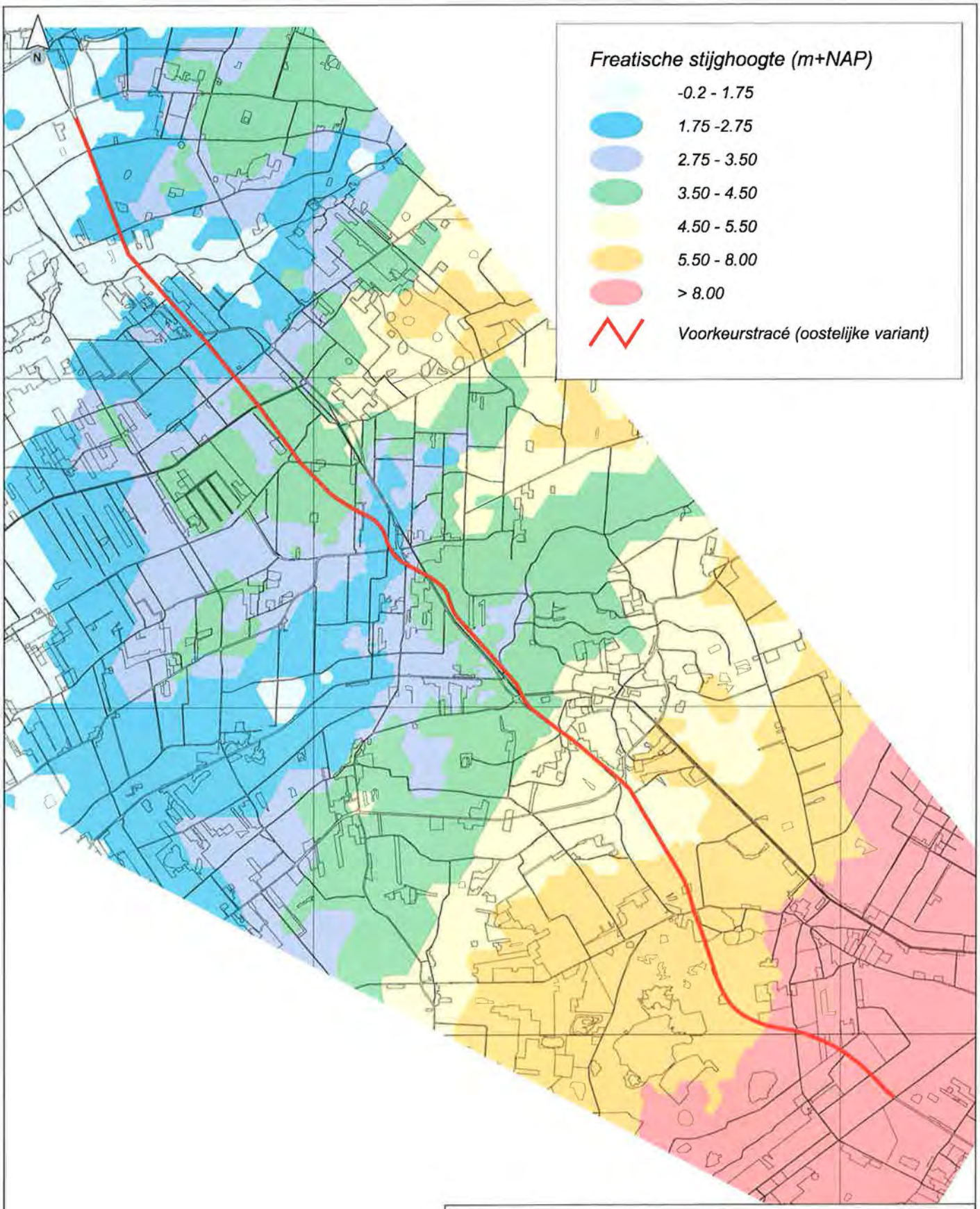
0 1000 Meters

Titel: Grondwatertrappen bodemkaart	Datum: 24-05-2007	Schaal: 1:100000
	Figuur:	3.2
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	



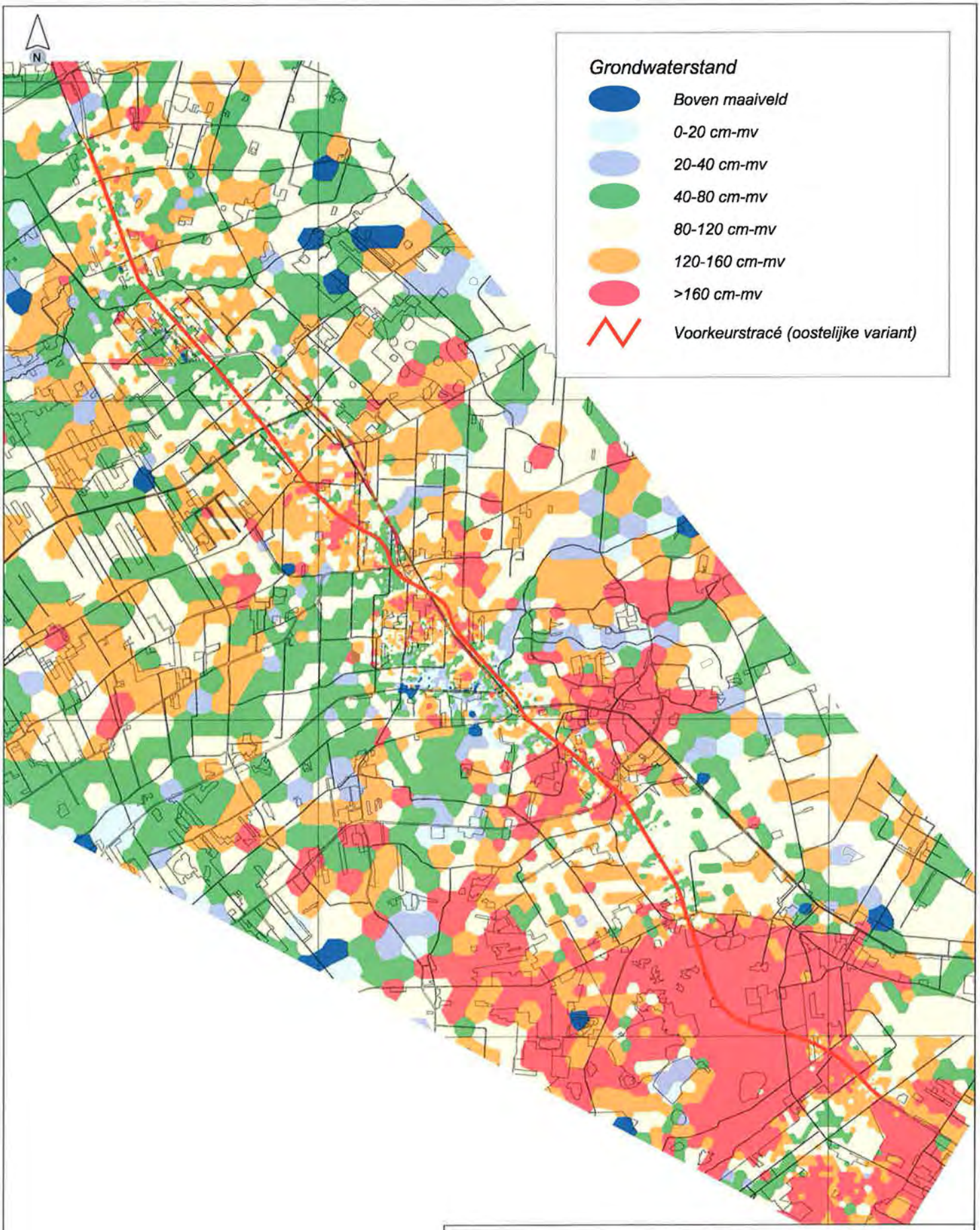
0 1000 Meters

Titel: Verschil tussen de berekende freatische stijghoogte: MIPWA (aangepast) - MIPWA (oorspronkelijk)	Datum: 26-06-2007	Schaal: 1:100000
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens	Figuur:	3.3
Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	



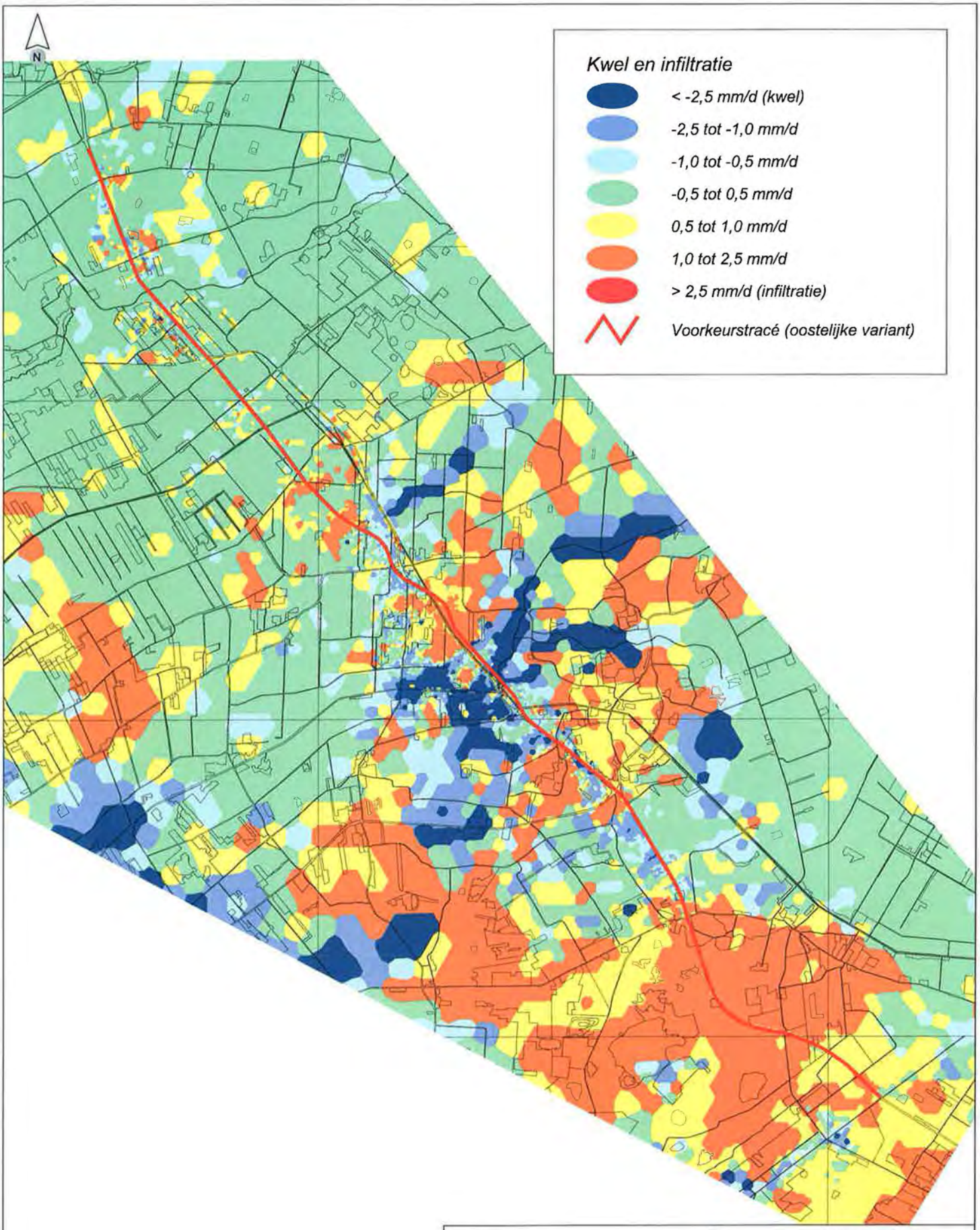
0 1000 Meters

Titel: Freatische stijghoogte huidige situatie	Datum: 28-05-2007	Schaal: 1:100000
	Figuur:	4.1
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	



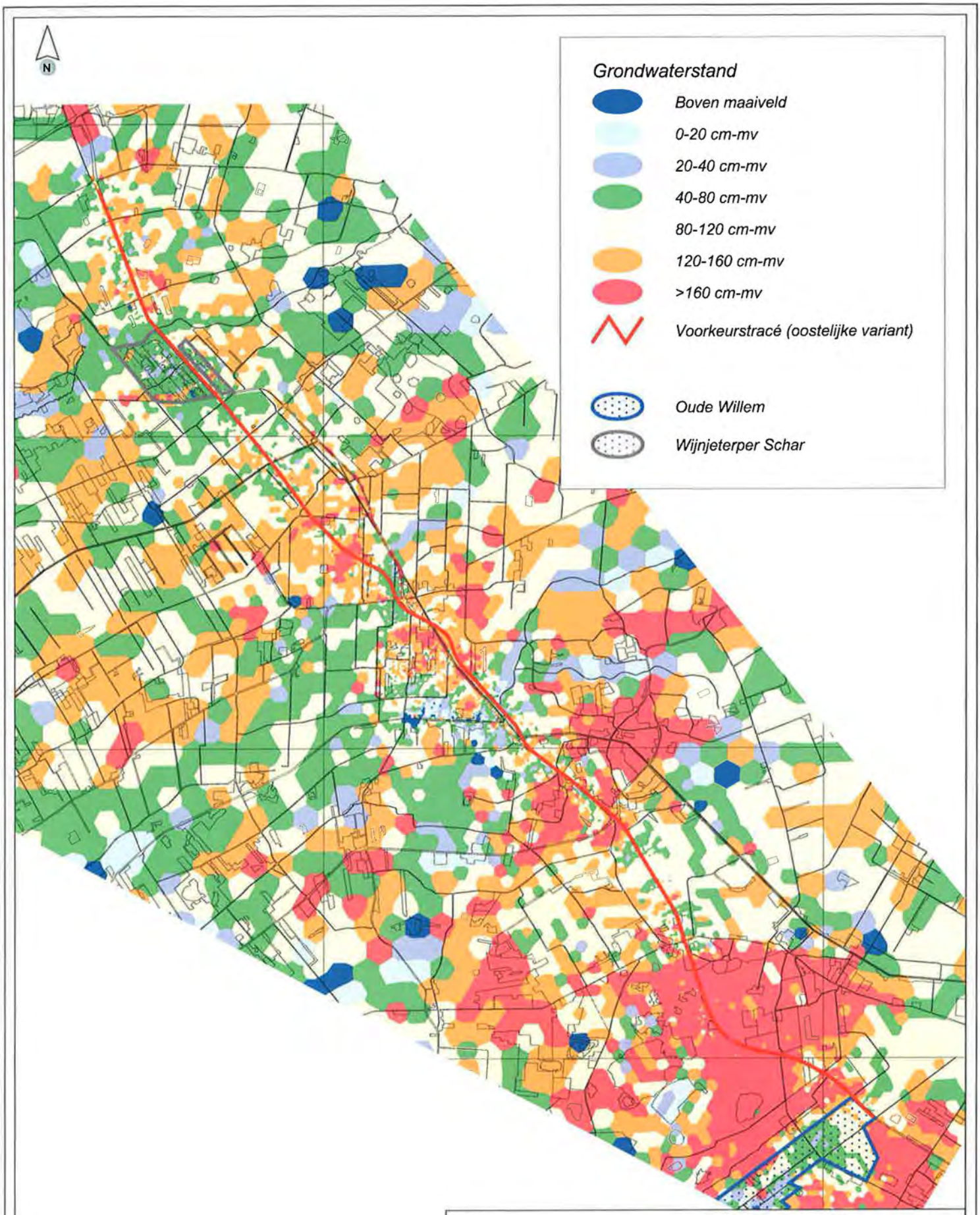
0 1000 Meters

Titel: Gemiddelde grondwaterstand huidige situatie	Datum: 28-05-2007	Schaal: 1:100000
	Figuur: 4.2	
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	

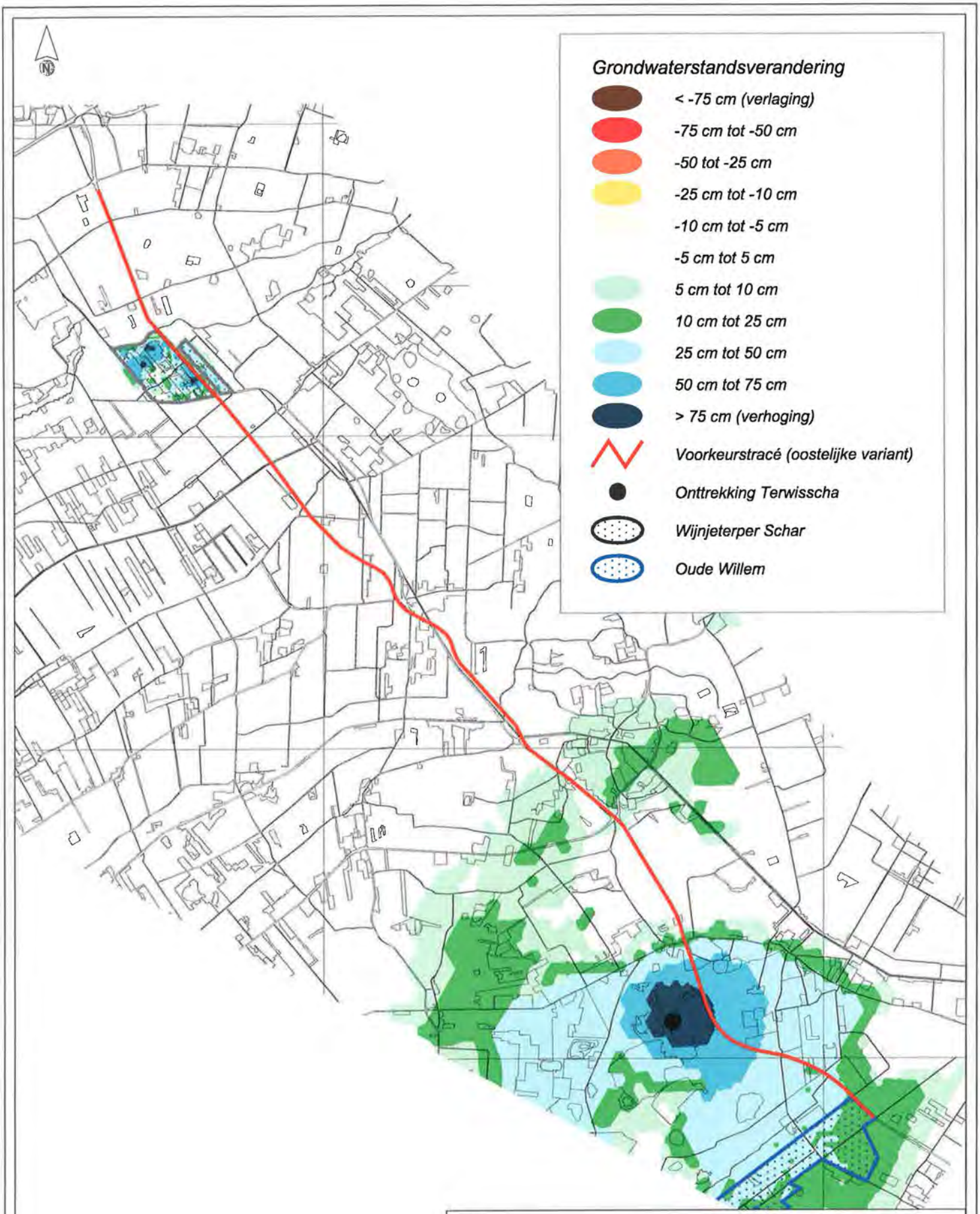


0 1000 Meters

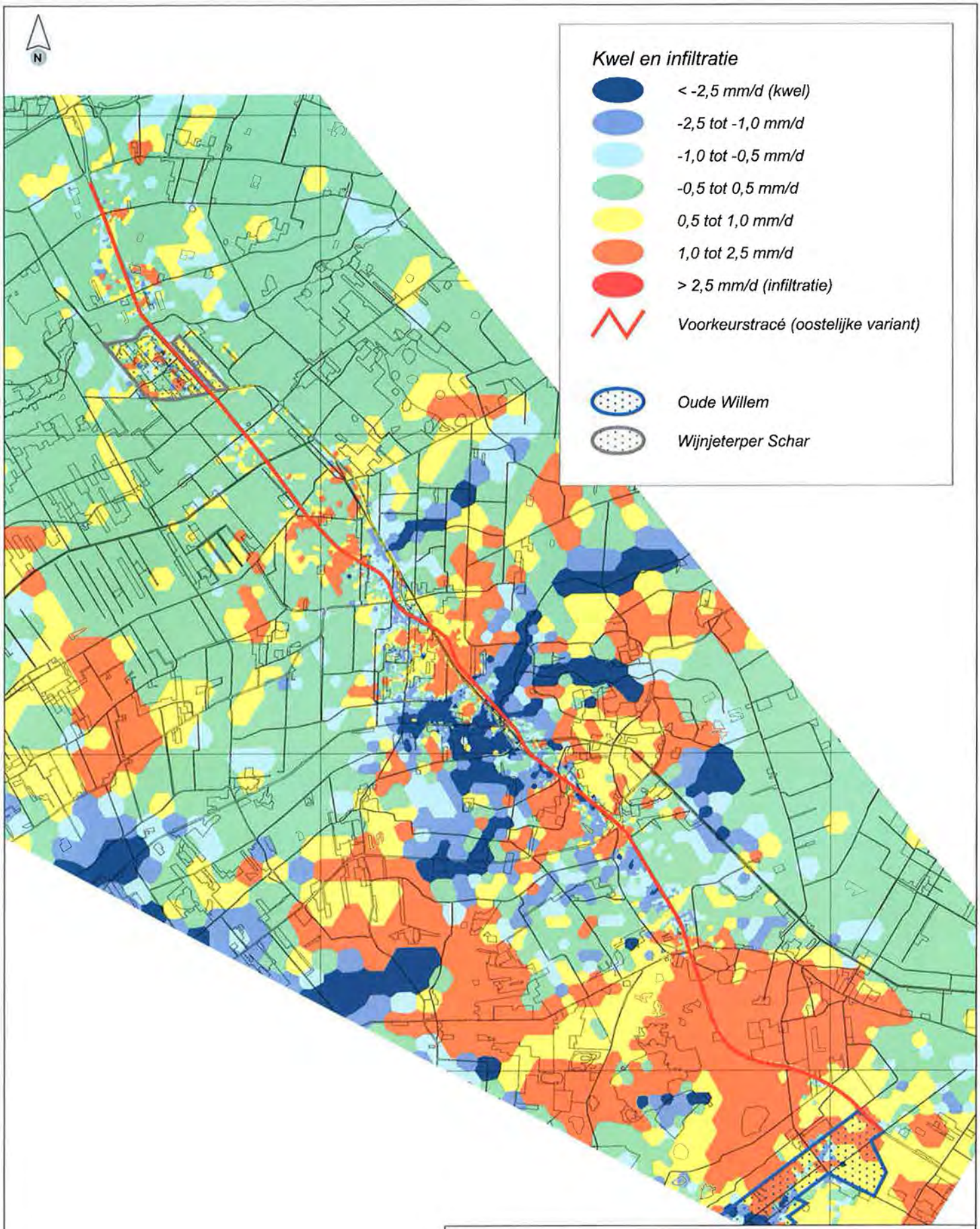
Titel: Kwel en infiltratie huidige situatie	Datum: 28-05-2007	Schaal: 1:100000
	Figuur: 4.3	
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	



Titel: Grondwaterstand referentie situatie	Datum: 28-05-2007	Schaal: 1:100000
	Figuur:	4.4
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	

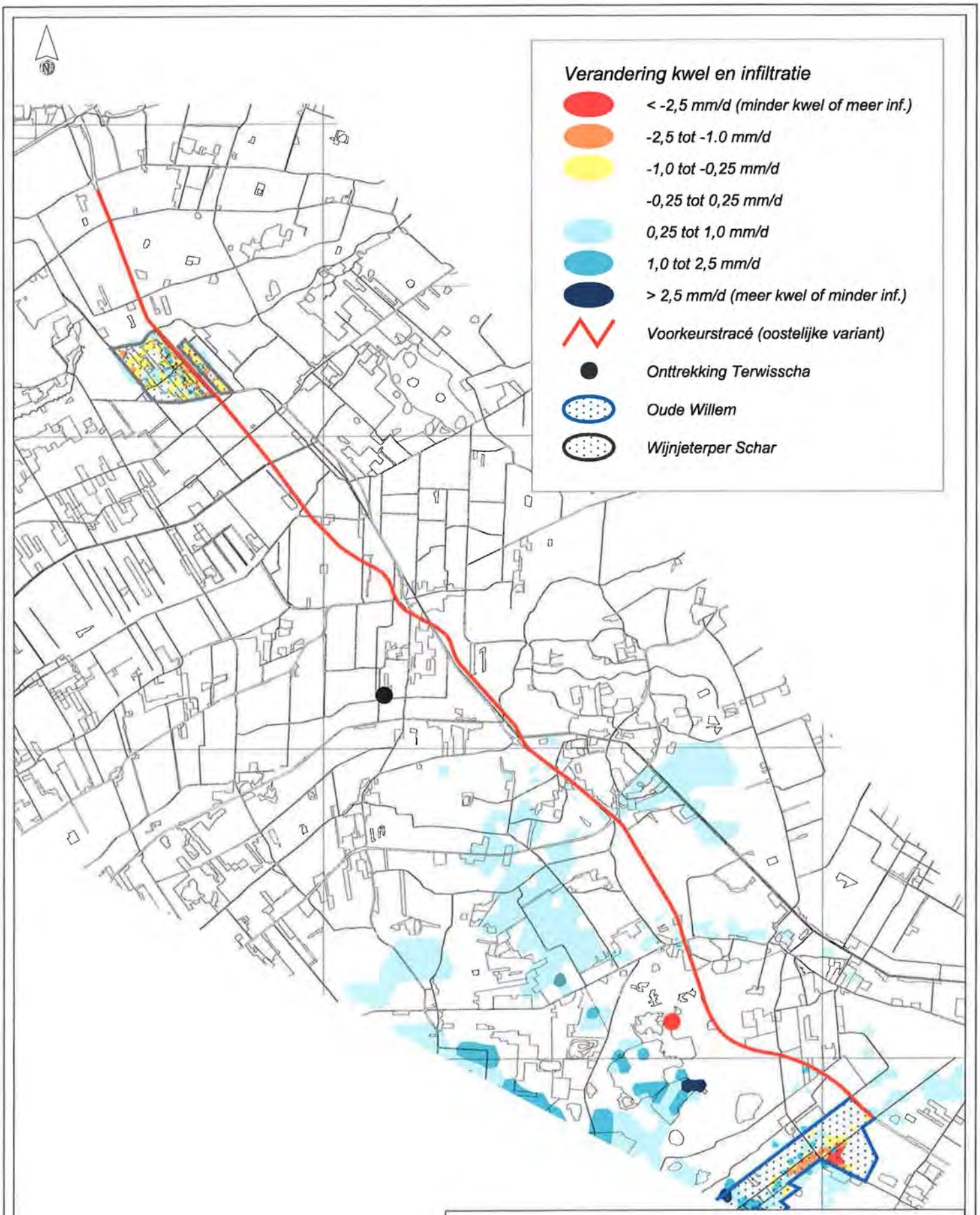


Titel: Grondwaterstandsverandering referentie situatie t.o.v. de huidige situatie	Datum: 10-07-2007	Schaal: 1:100000
	Figuur: 4.5	
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	

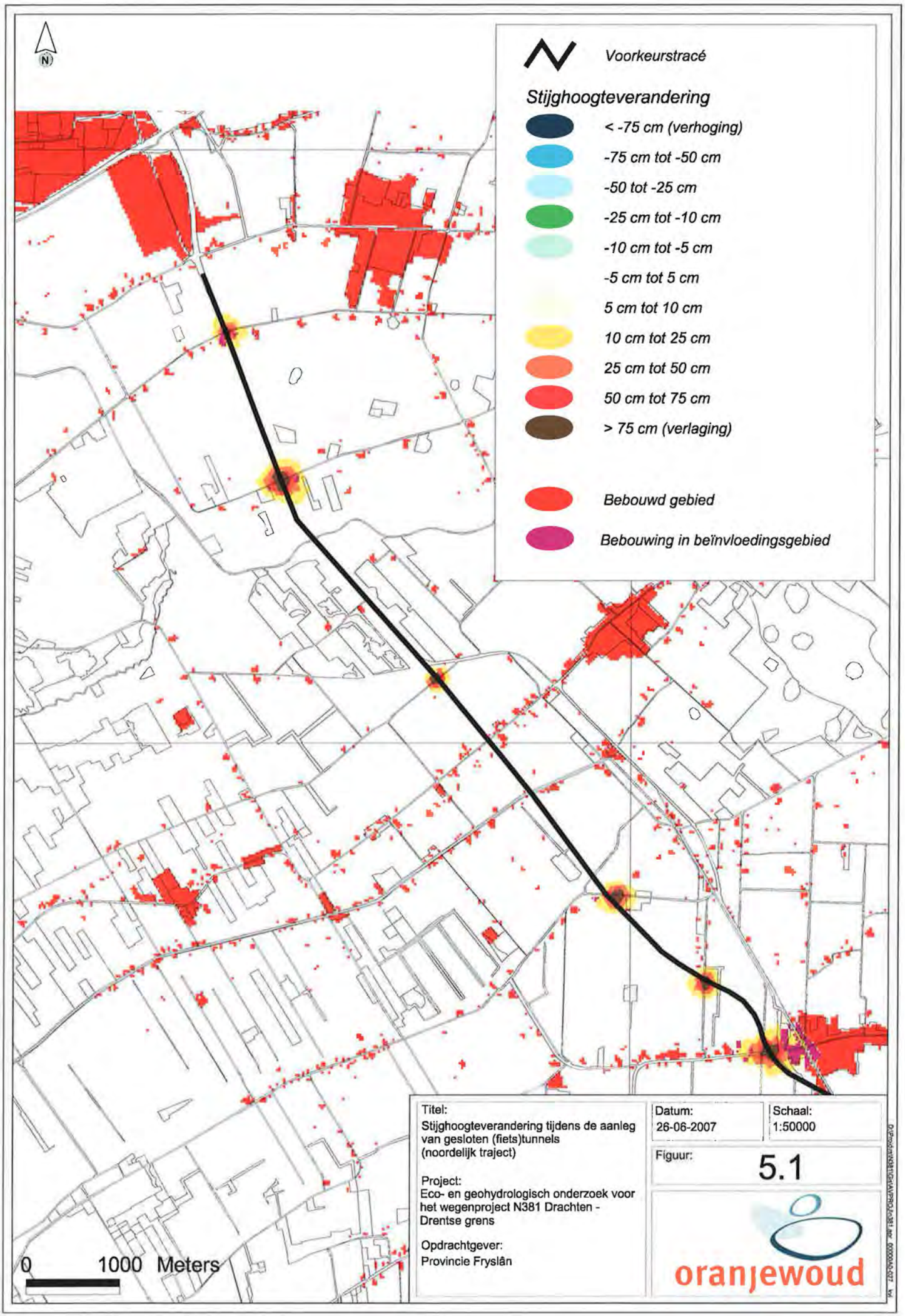


0 1000 Meters

Titel: Kwel en infiltratie referentie situatie	Datum: 28-05-2007	Schaal: 1:100000
	Figuur:	4.6
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	



Titel: Verandering kwel en infiltratie referentie situatie t.o.v. de huidige situatie	Datum: 28-05-2007	Schaal: 1:100000
	Figuur:	4.7
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	



Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (noordelijk traject)

Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens

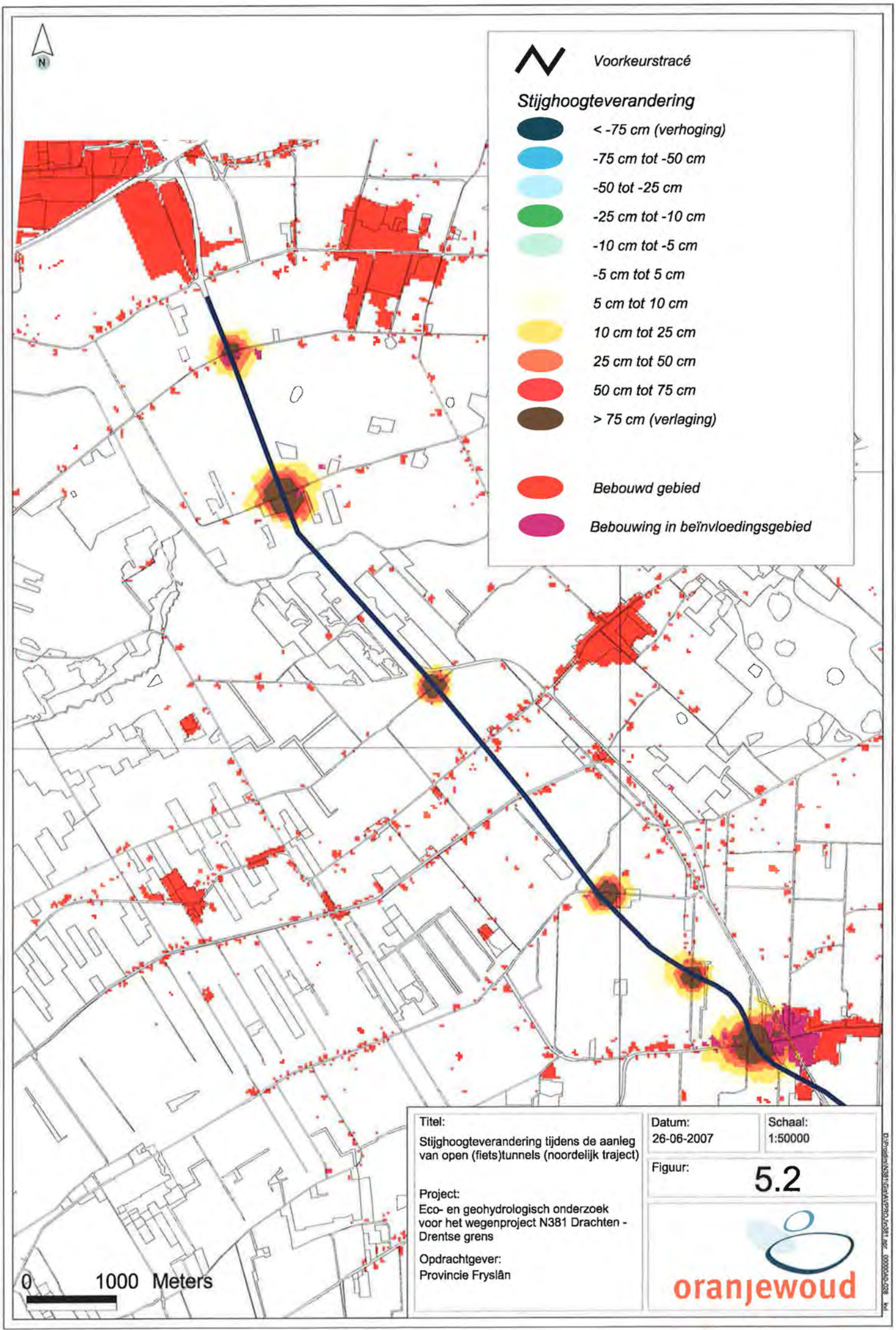
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân

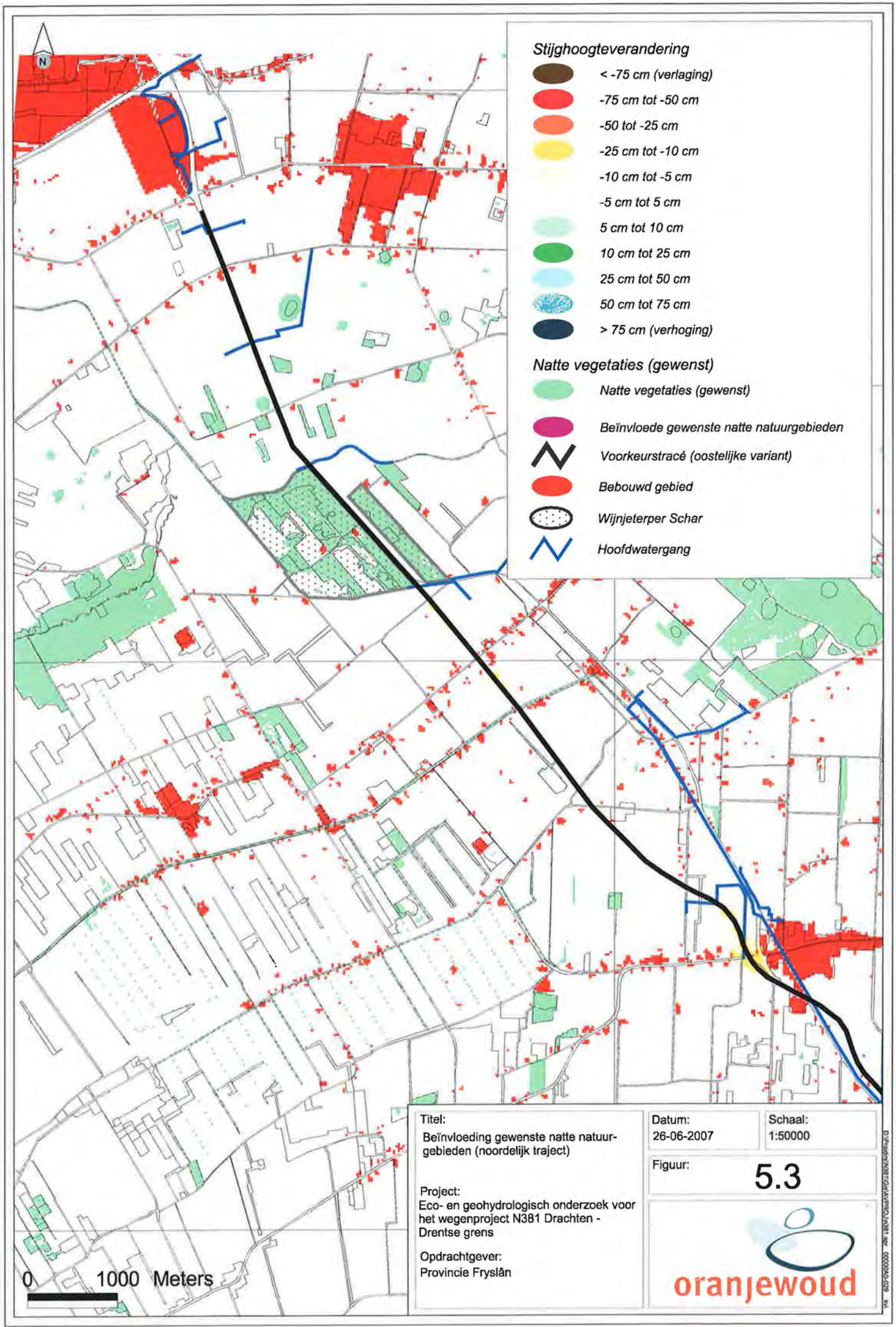
Datum: 26-06-2007

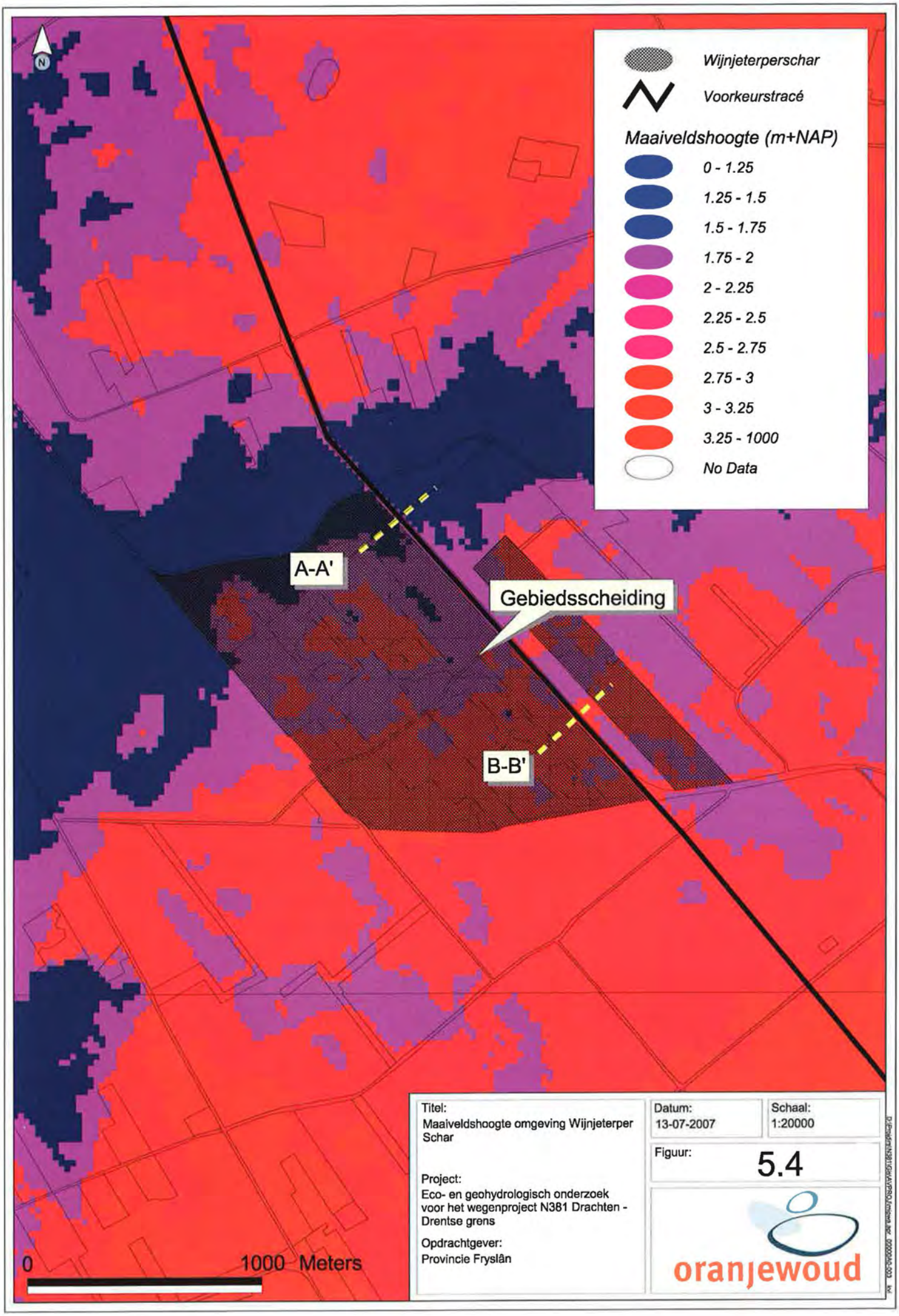
Schaal: 1:50000

Figuur: 5.1

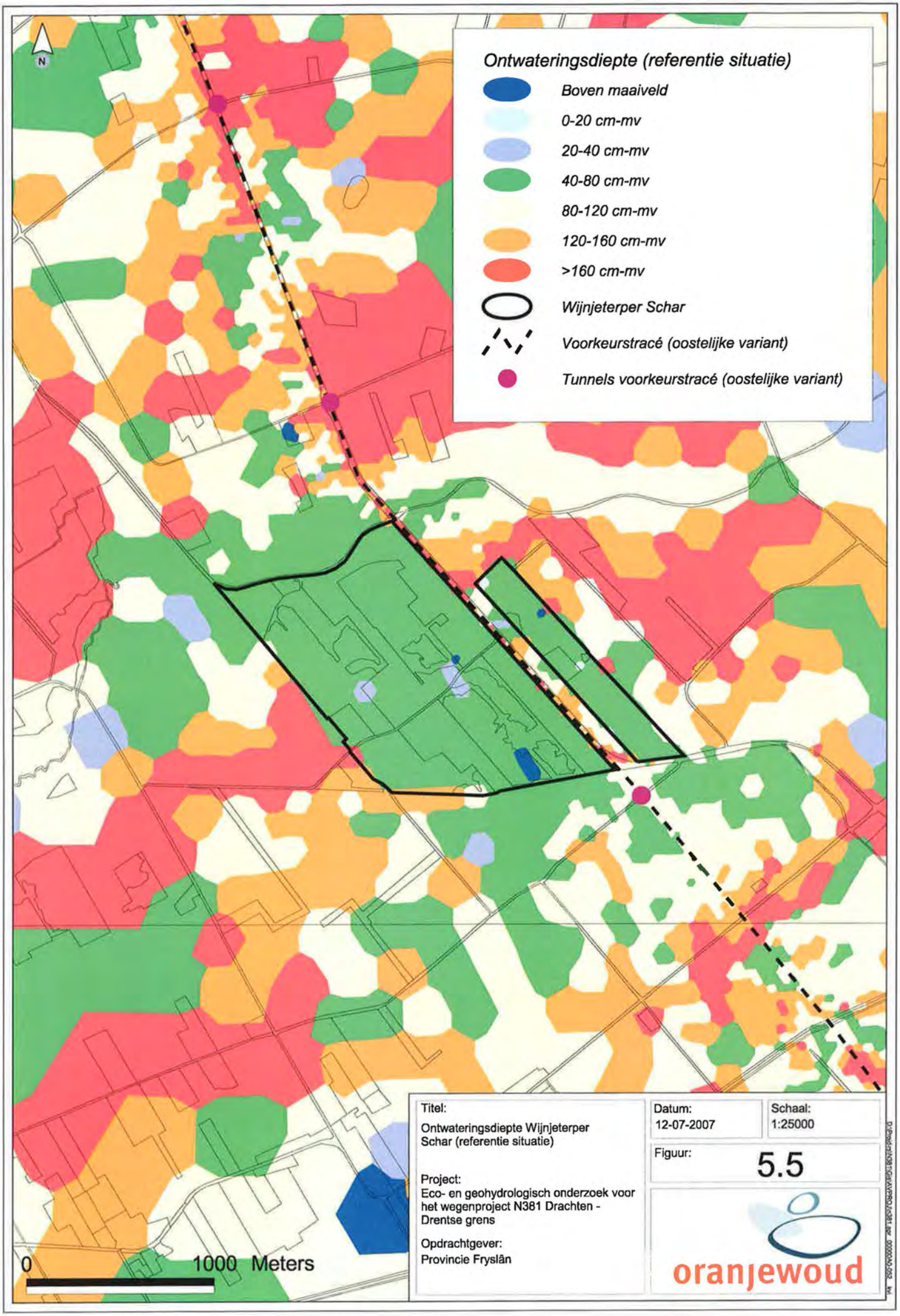
oranjewoud


N
Voorkeurstracé
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
0 1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (noordelijk traject)
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
Datum:
26-06-2007
Schaal:
1:50000
Figuur:
5.2
oranjewoud


N
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verlaging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verhoging)
Natte vegetaties (gewenst)
Natte vegetaties (gewenst)
Beïnvloede gewenste natte natuurgebieden
Voorkeurstracé (oostelijke variant)
Bebouwd gebied
Wijnjeterper Schar
Hoofdwatergang
0 1000 Meters
Titel:
Beïnvloeding gewenste natte natuur-gebieden (noordelijk traject)
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
Datum:
26-06-2007
Schaal:
1:50000
Figuur:
5.3
oranjewoud



Titel: Maaiveldshoogte omgeving Wijnjeterper Schar	Datum: 13-07-2007	Schaal: 1:20000
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens	Figuur: 5.4	
Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	



Titel:
Ontwateringsdiepte Wijnjeterper Schar (referentie situatie)

Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens

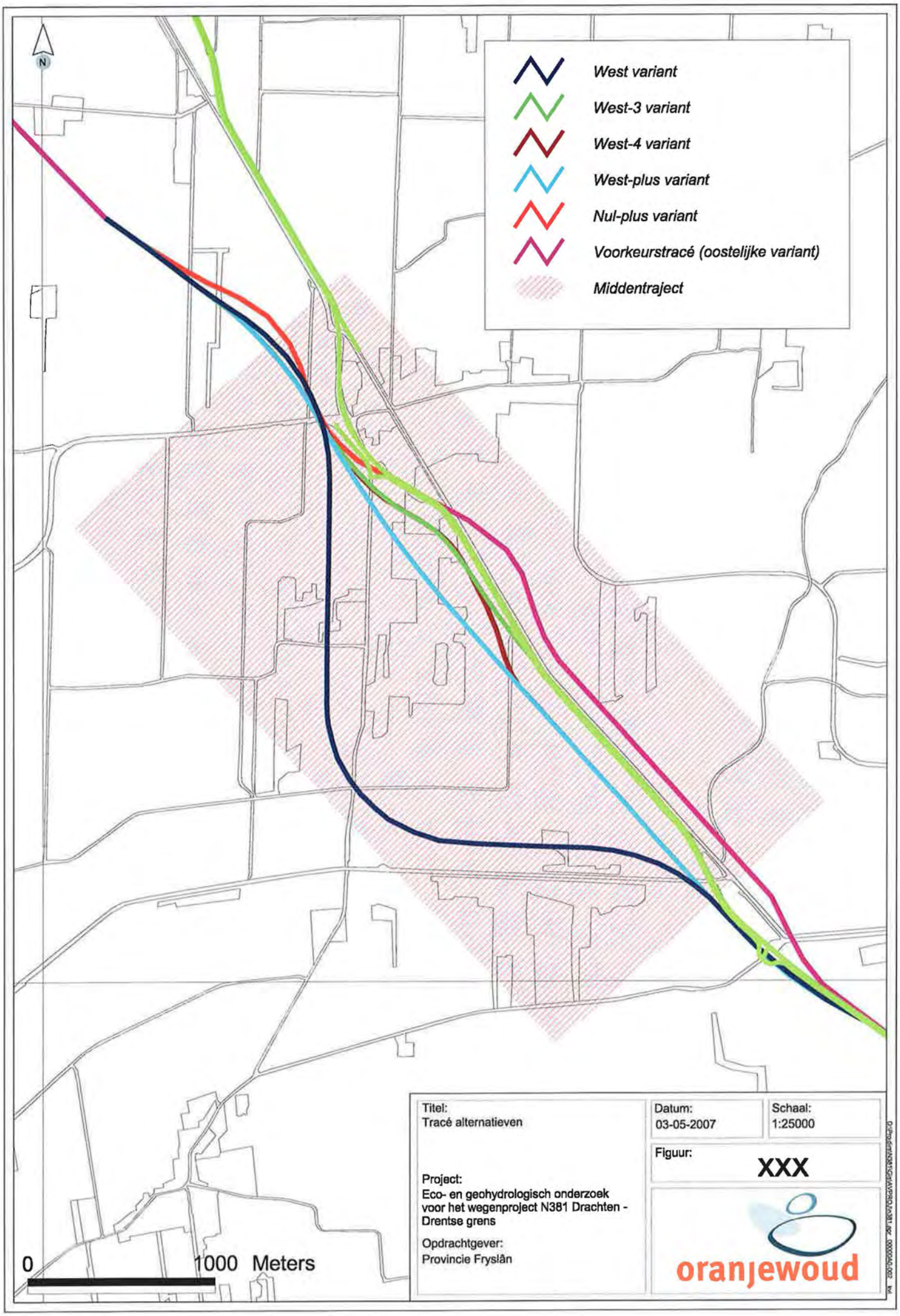
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân

Datum: 12-07-2007

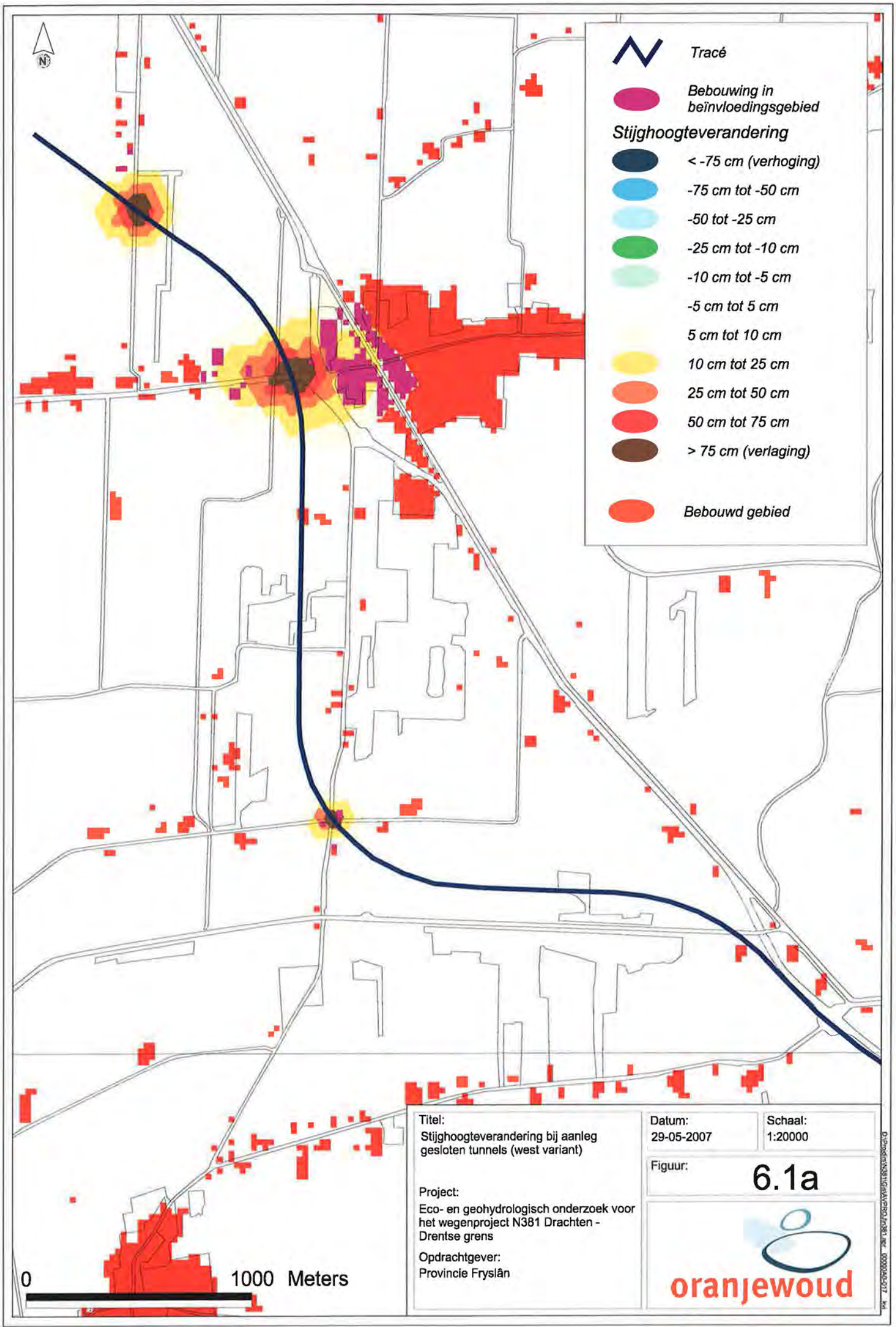
Schaal: 1:25000

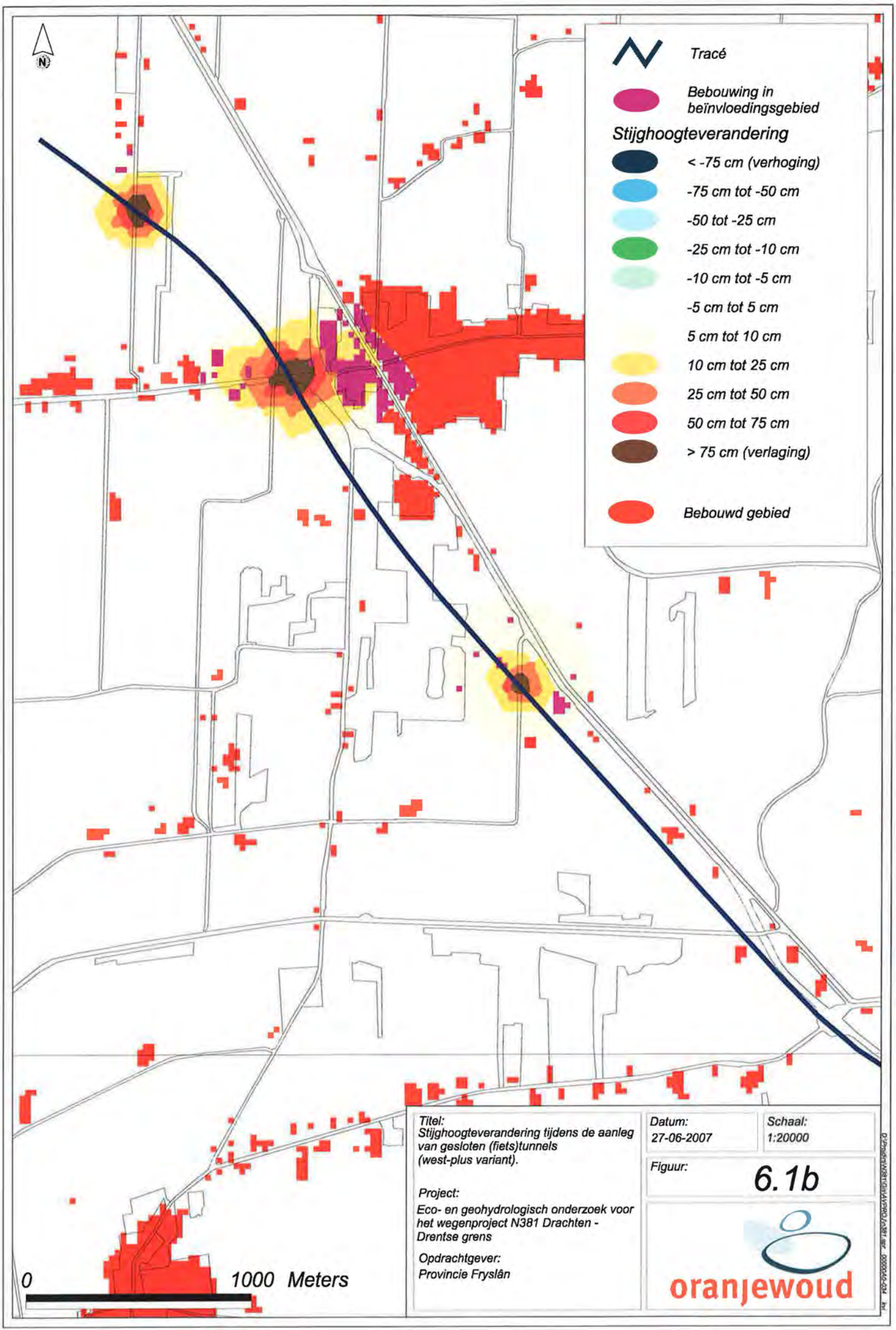
Figuur: 5.5

oranjewoud



Titel: Tracé alternatieven	Datum: 03-05-2007	Schaal: 1:25000
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	Figuur: XXX	
	oranjewoud	


Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering bij aanleg gesloten tunnels (west variant)
Datum:
29-05-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.1a
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
oranjewoud



Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (west-plus variant).

Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens

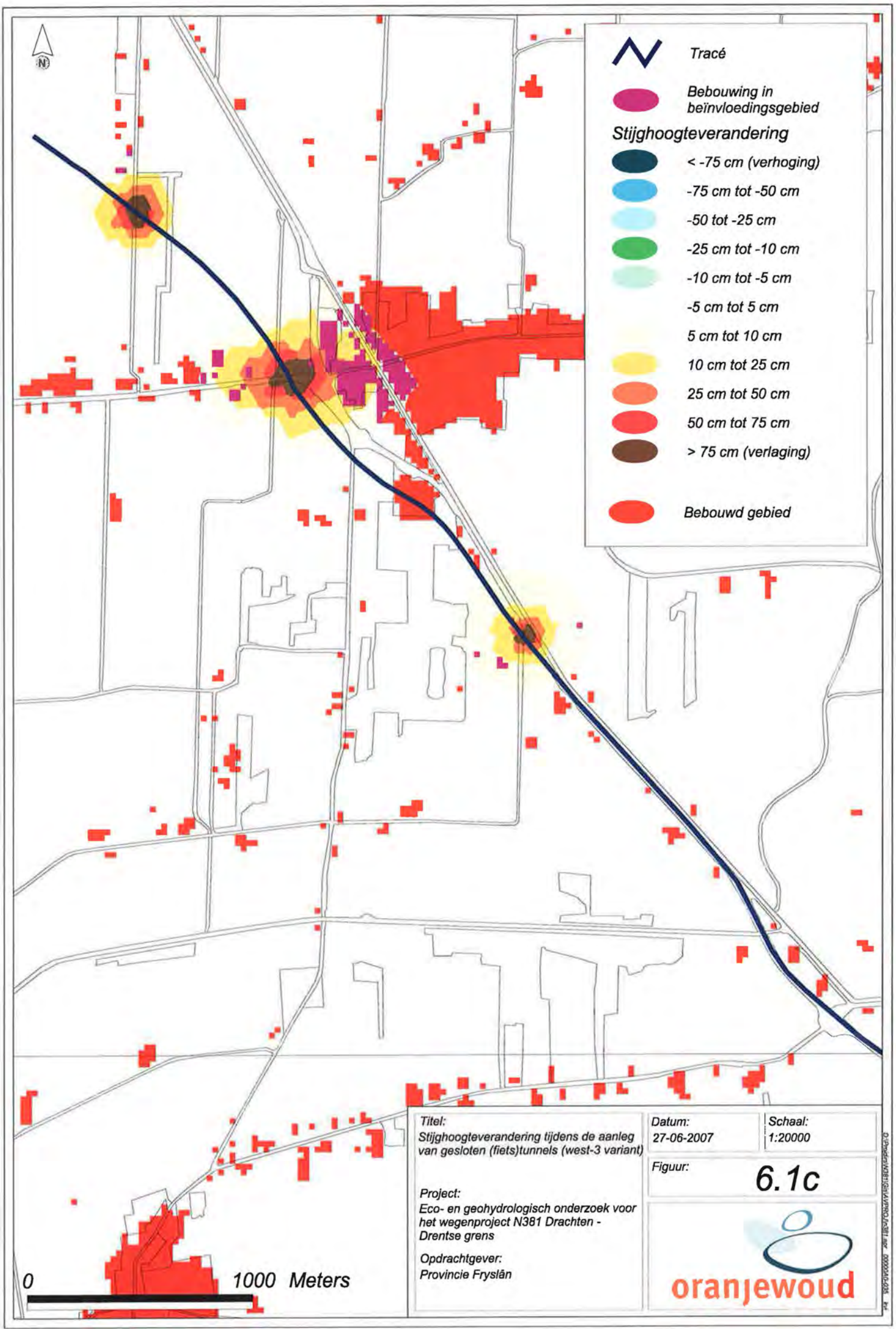
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân

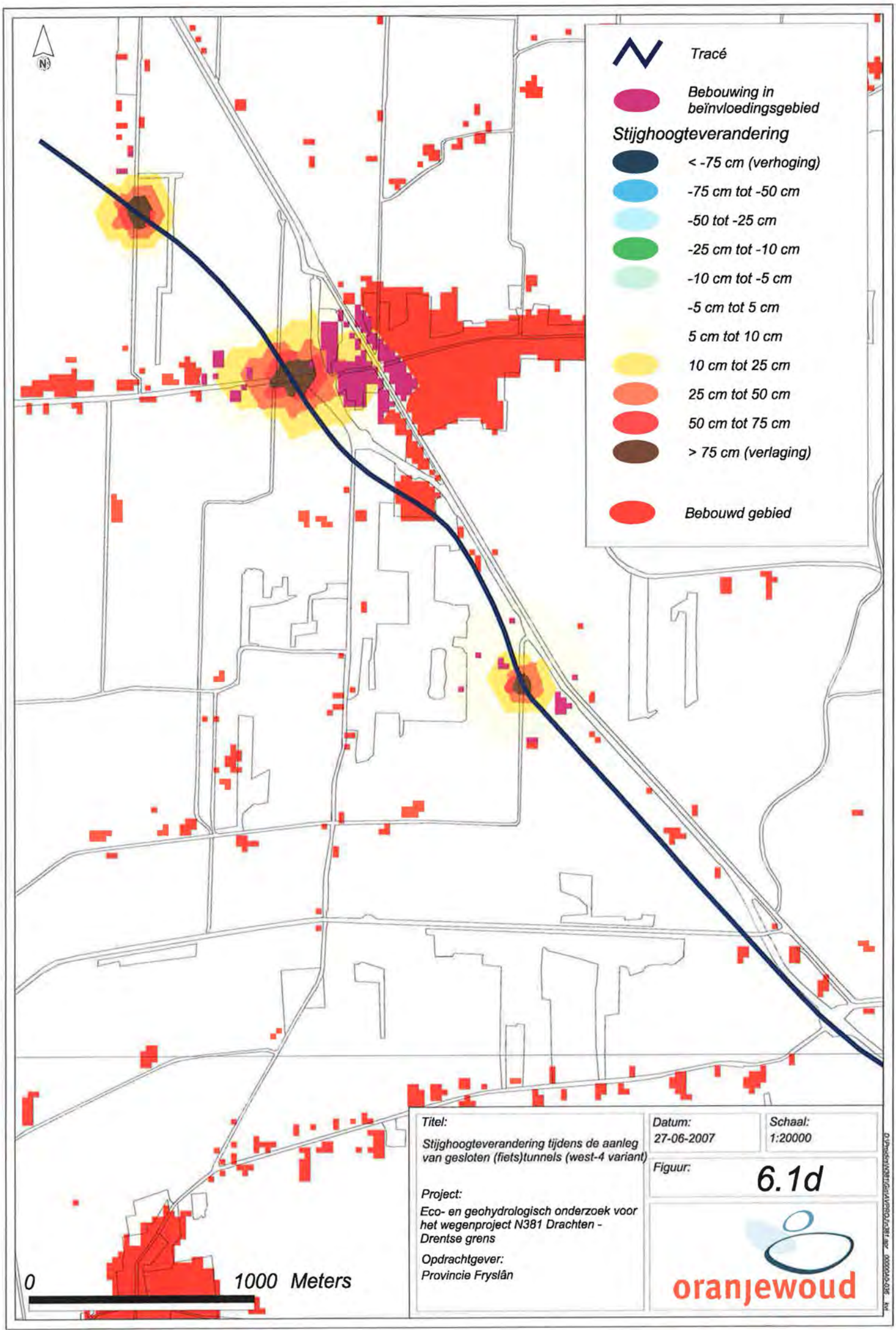
Datum: 27-06-2007

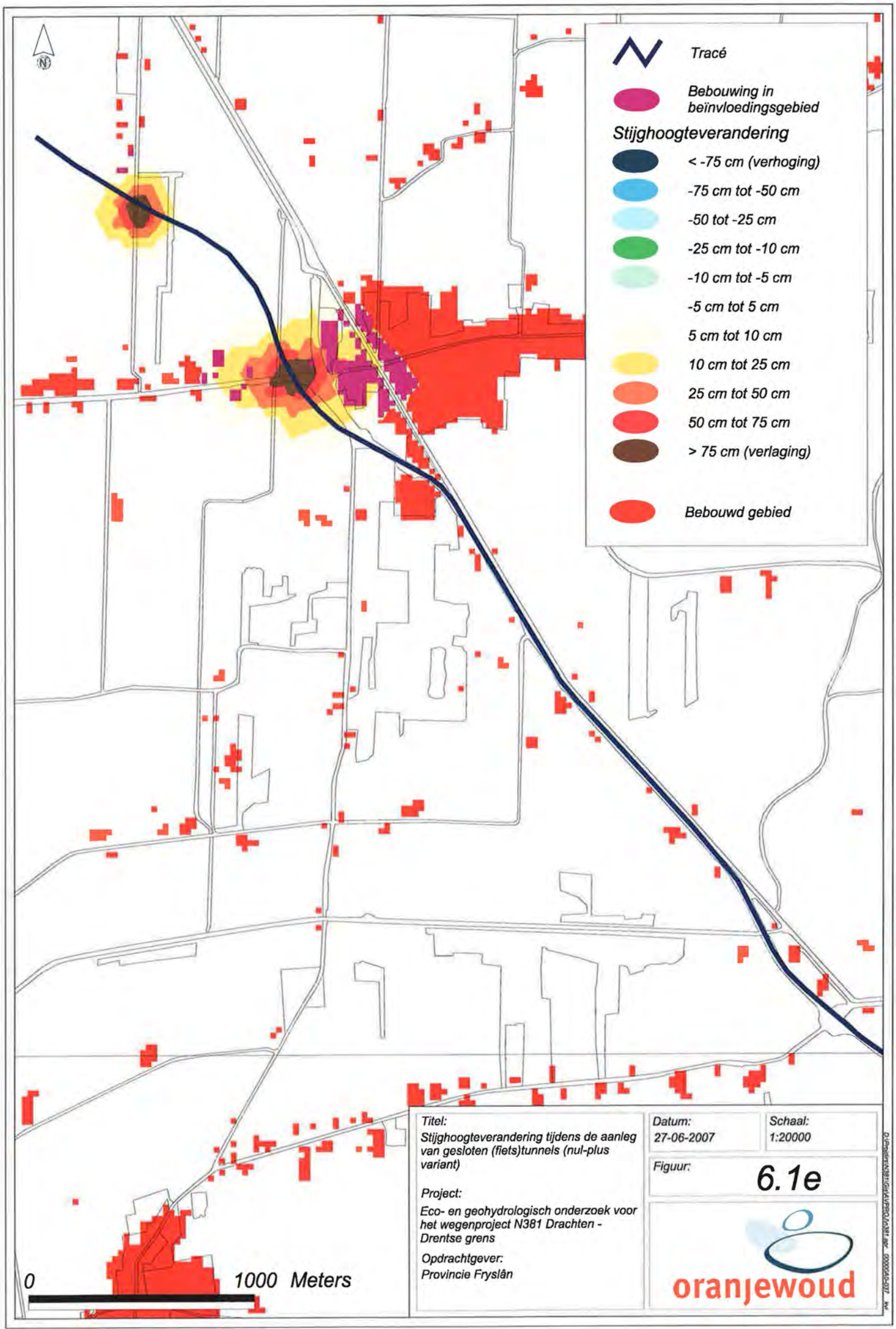
Schaal: 1:20000

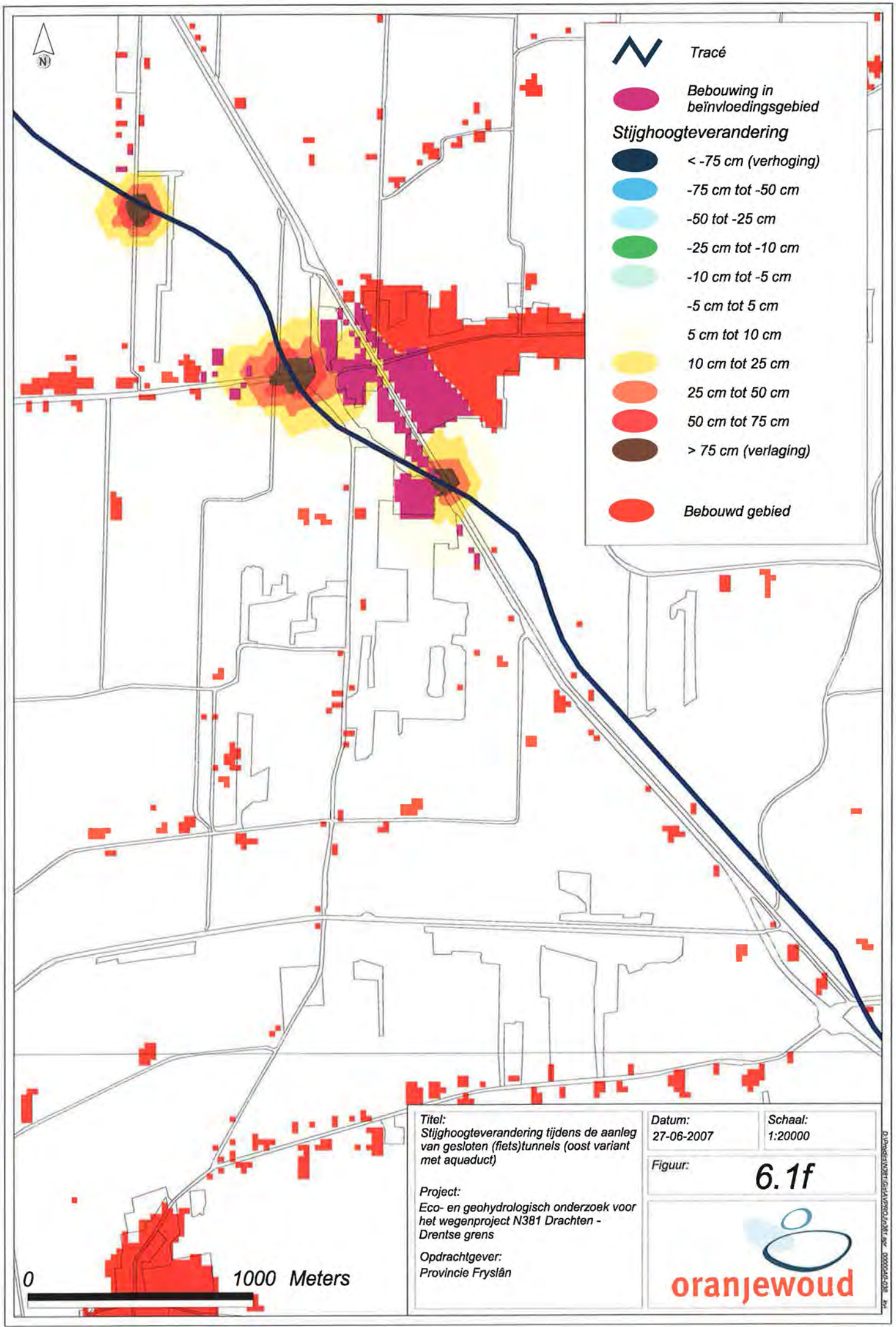
Figuur: 6.1b

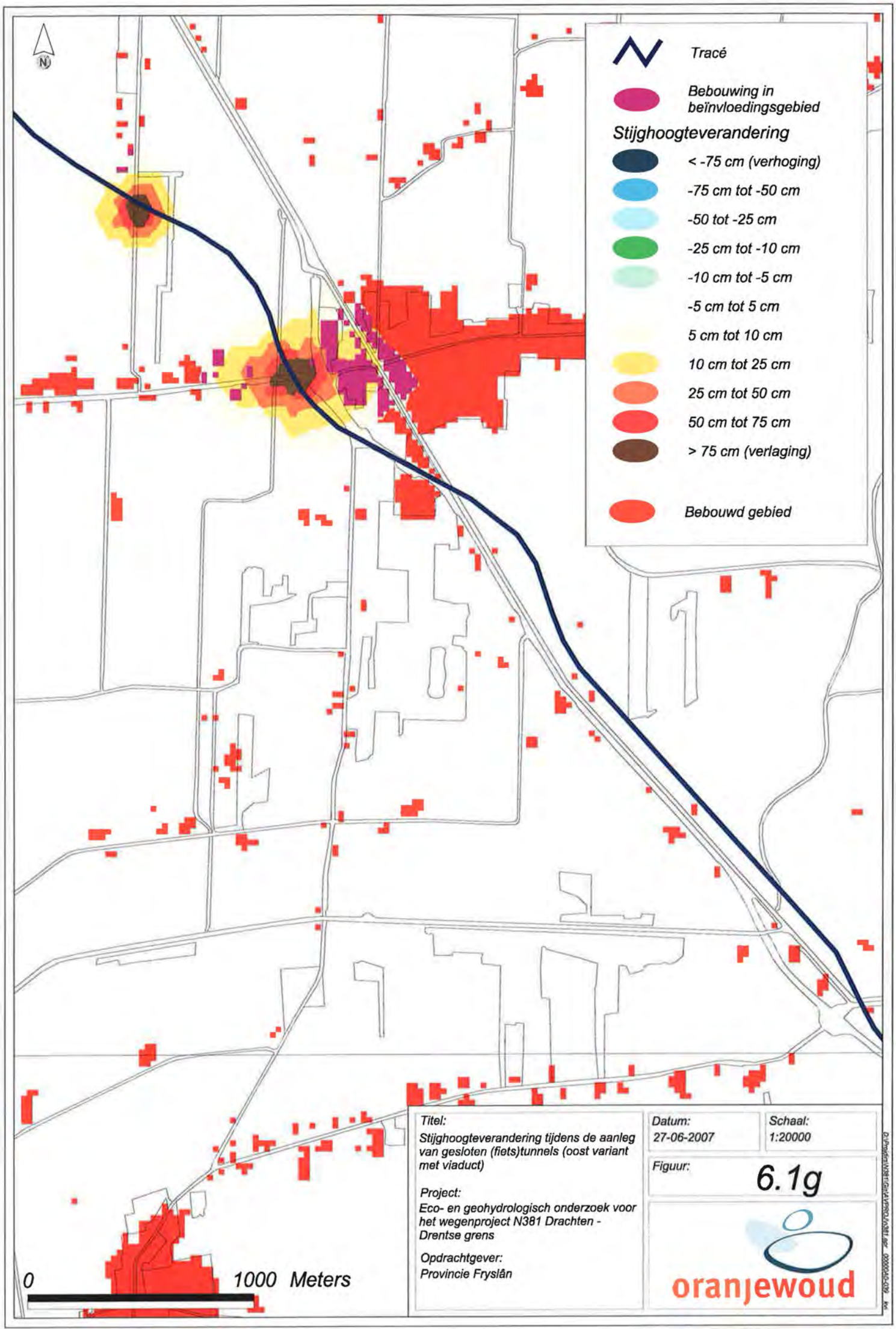
oranjewoud

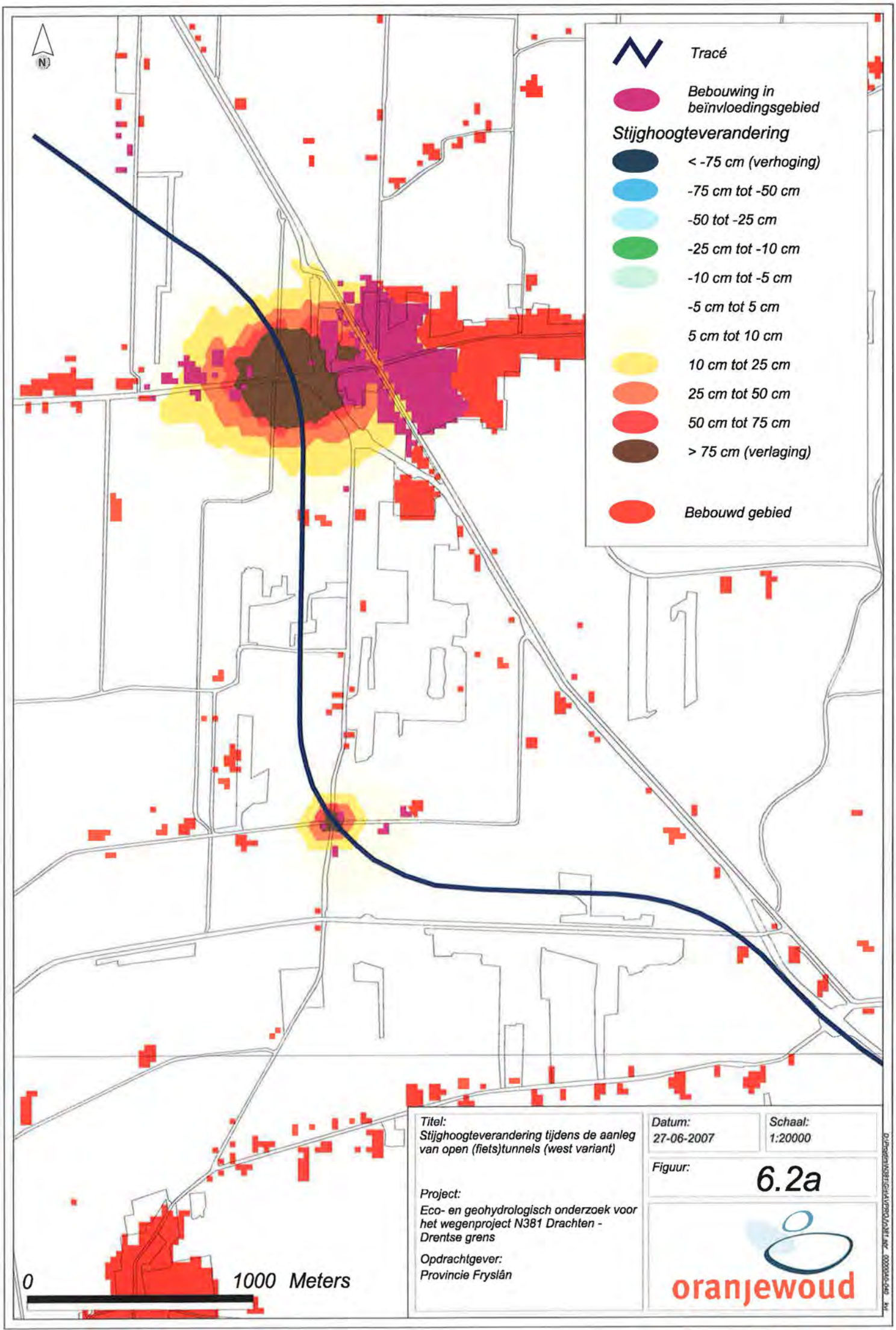

Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (west-3 variant)
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.1c
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
oranjewoud

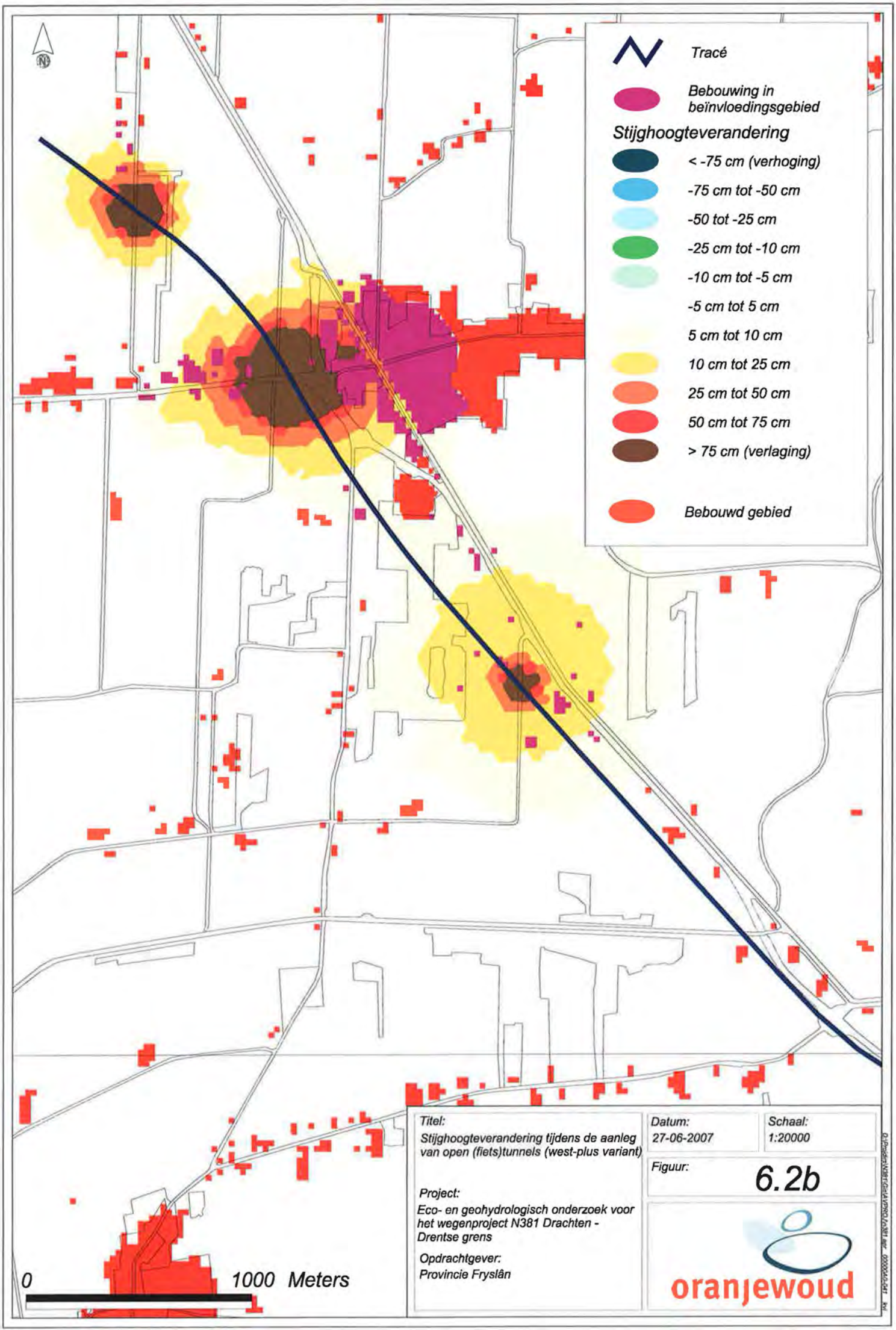

Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (west-4 variant)
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.1d
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
oranjewoud


Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (nul-plus variant)
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.1e
oranjewoud


N
Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (oost variant met aquaduct)
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.1f
oranjewoud


Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (oost variant met viaduct)
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.1g
oranjewoud


N
Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (west variant)
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.2a
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
oranjewoud



Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (west-plus variant)

Datum:
27-06-2007

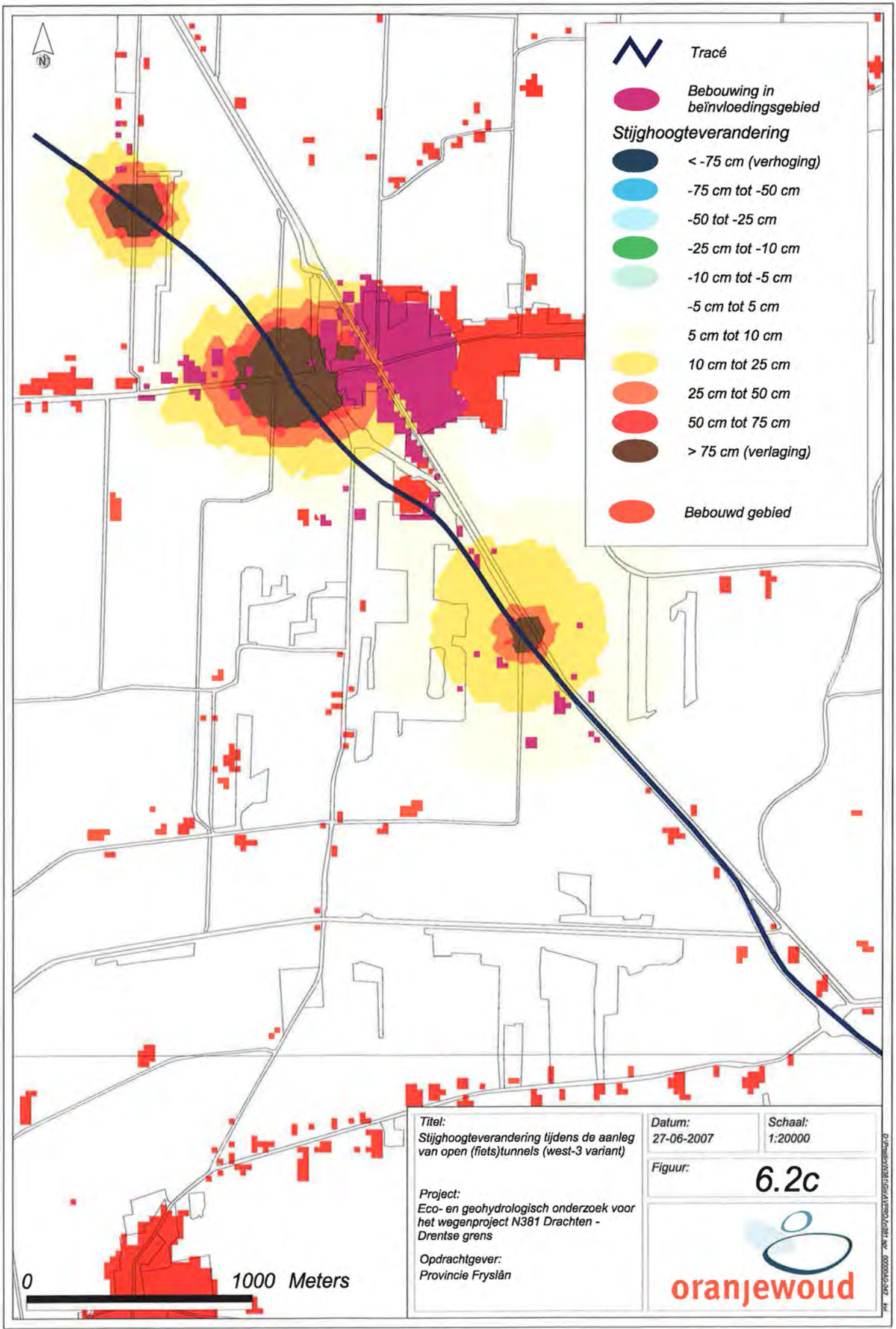
Schaal:
1:20000

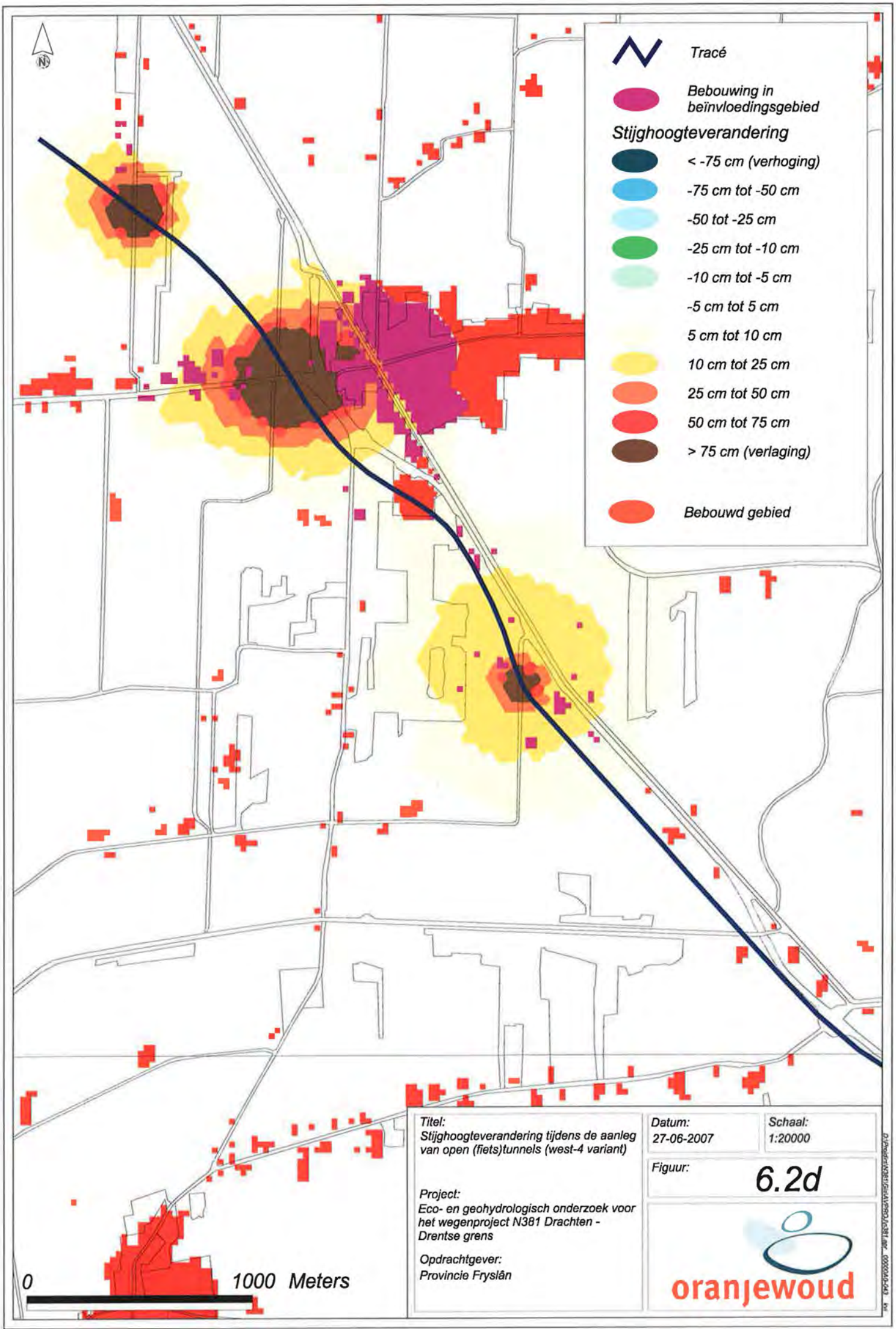
Figuur:
6.2b

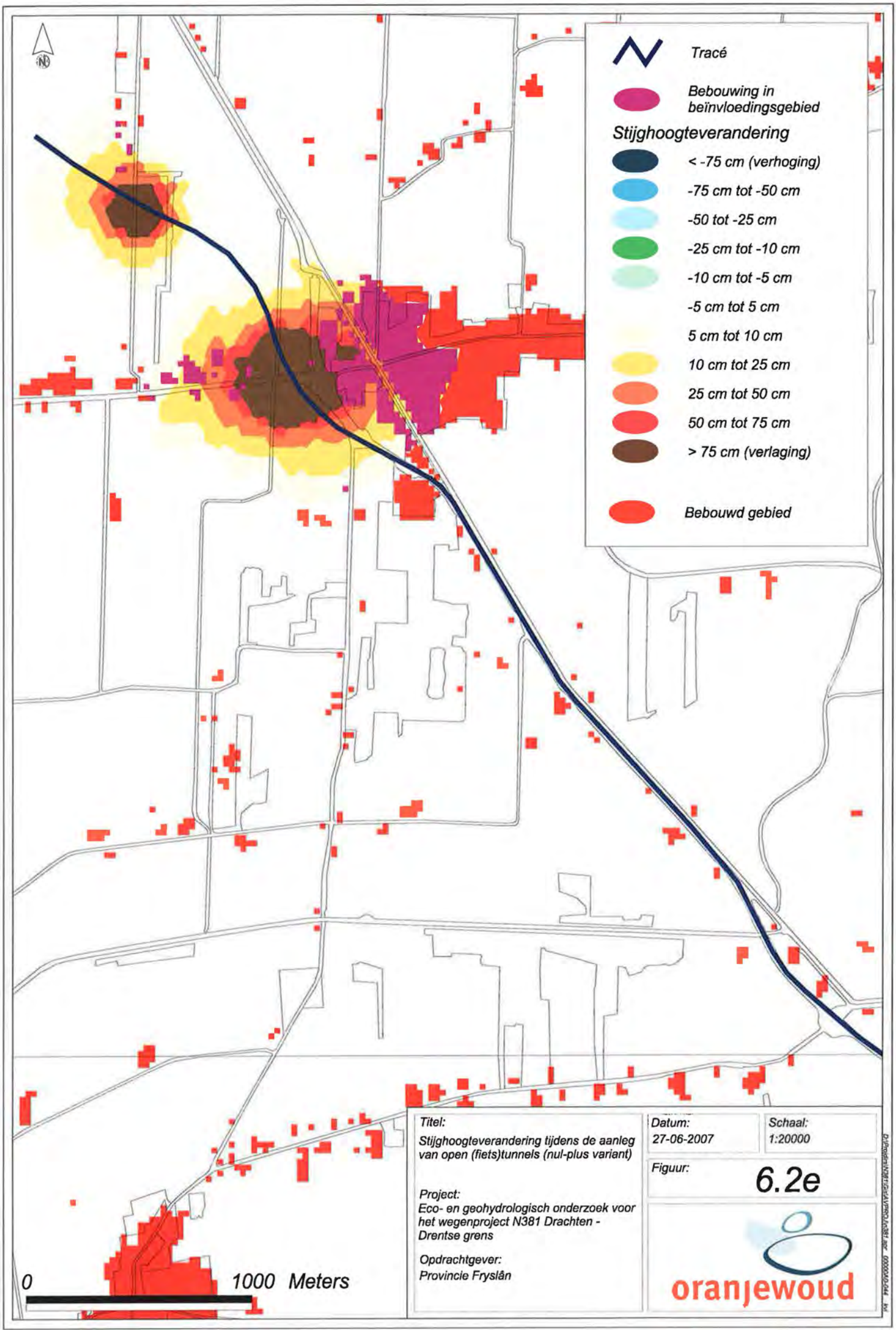
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens

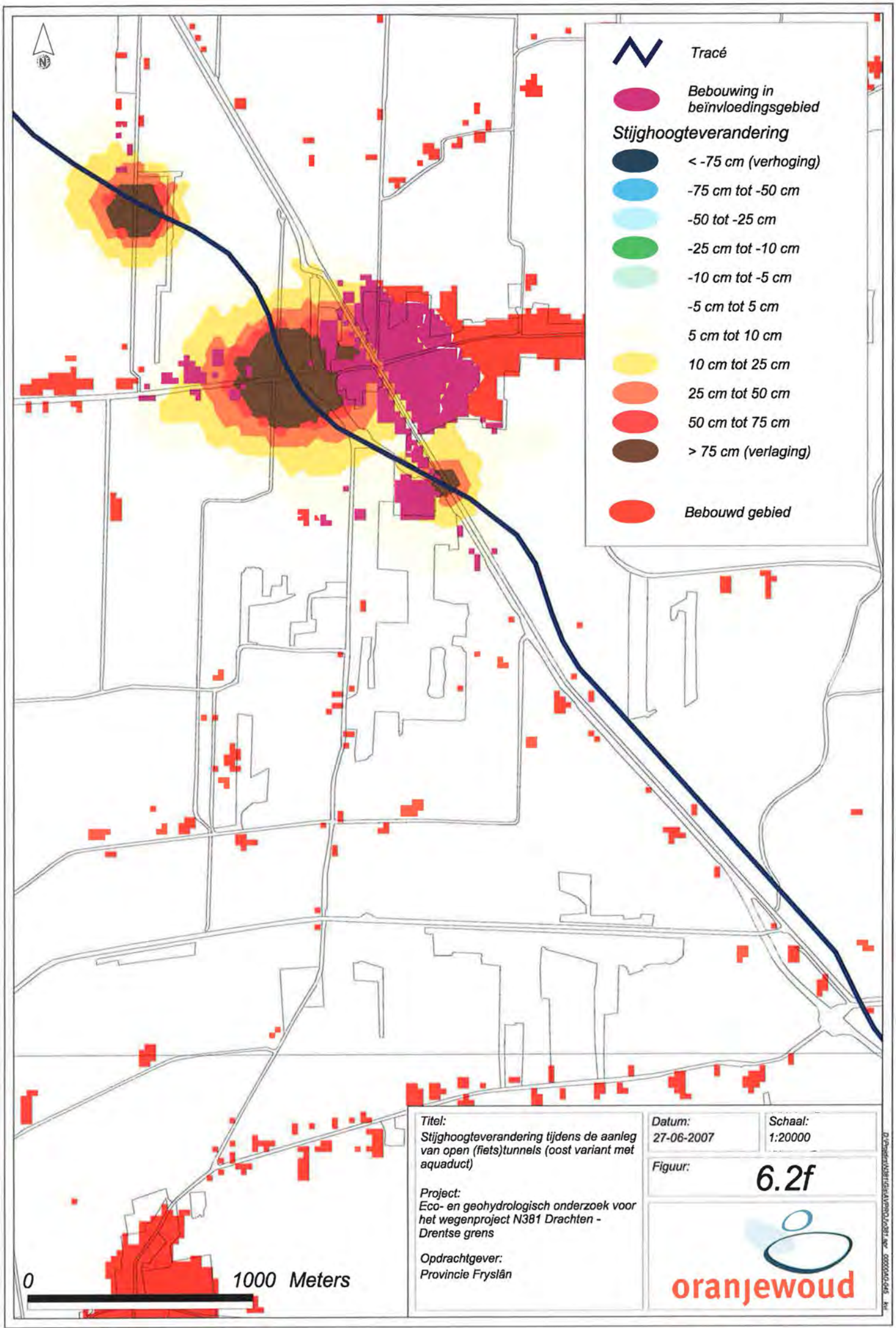
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân

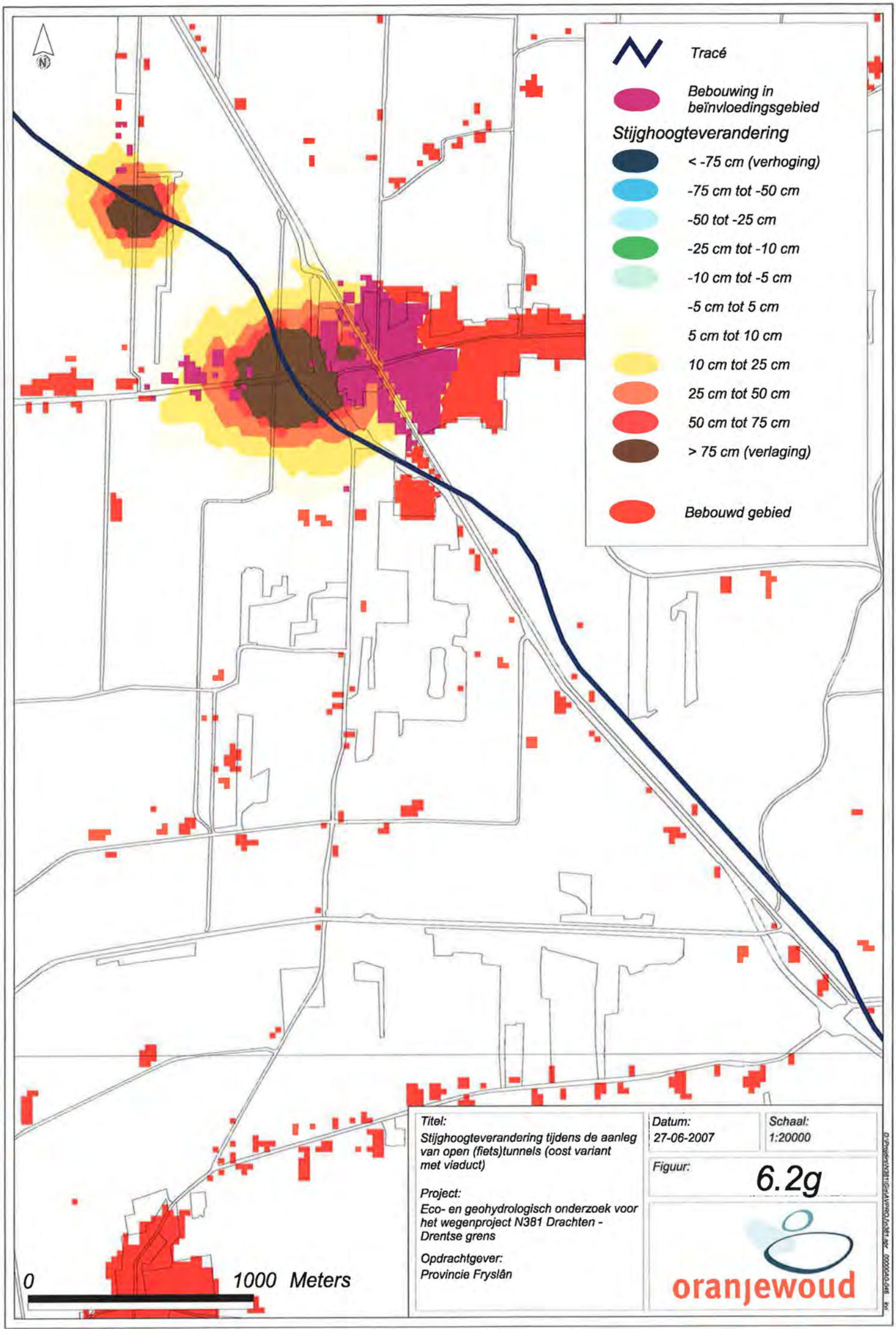
oranjewoud

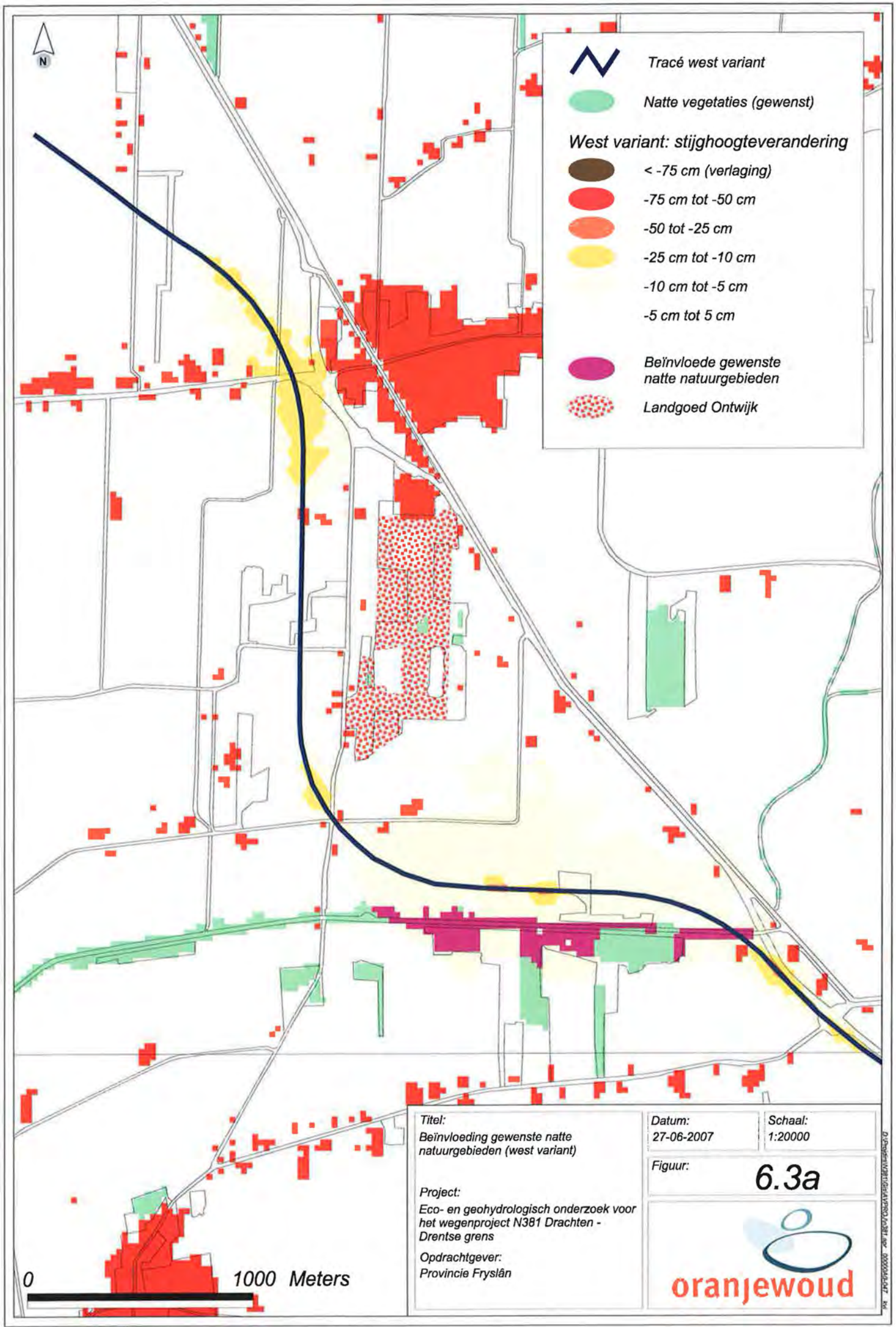

Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (west-3 variant)
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.2c
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
oranjewoud

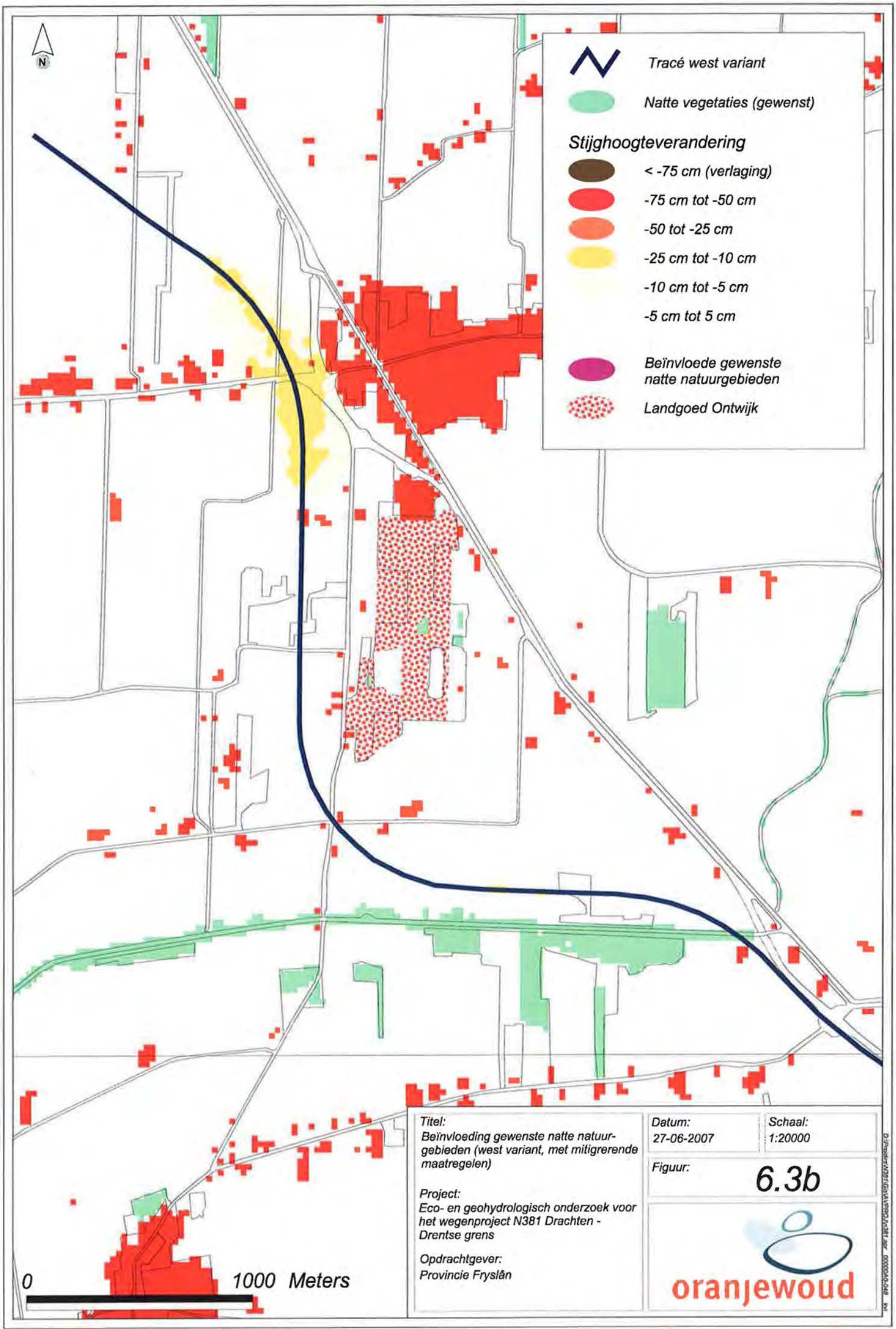

Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (west-4 variant)
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.2d
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
oranjewoud

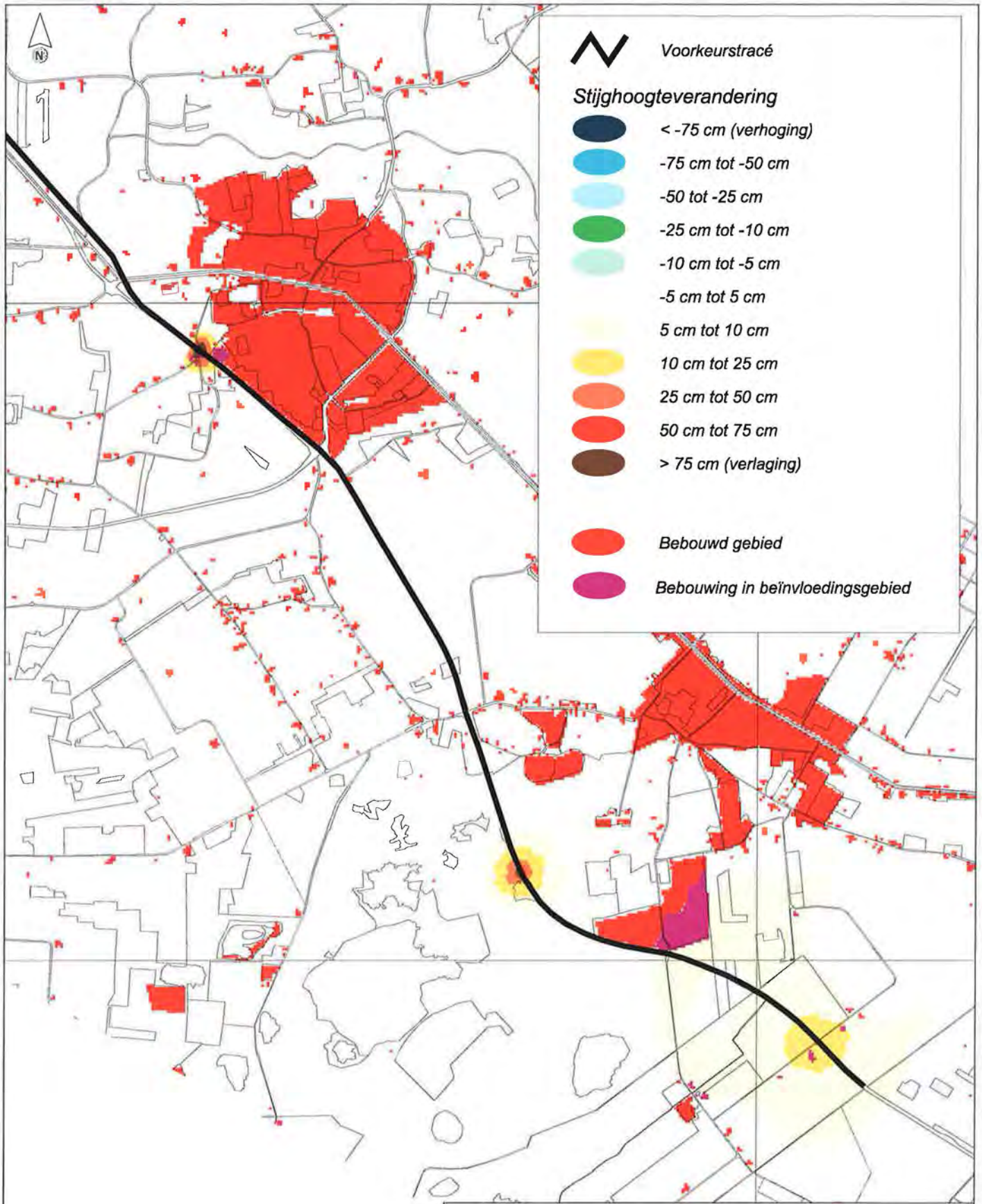

Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (nul-plus variant)
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.2e
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
oranjewoud


Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (oost variant met aquaduct)
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.2f
oranjewoud

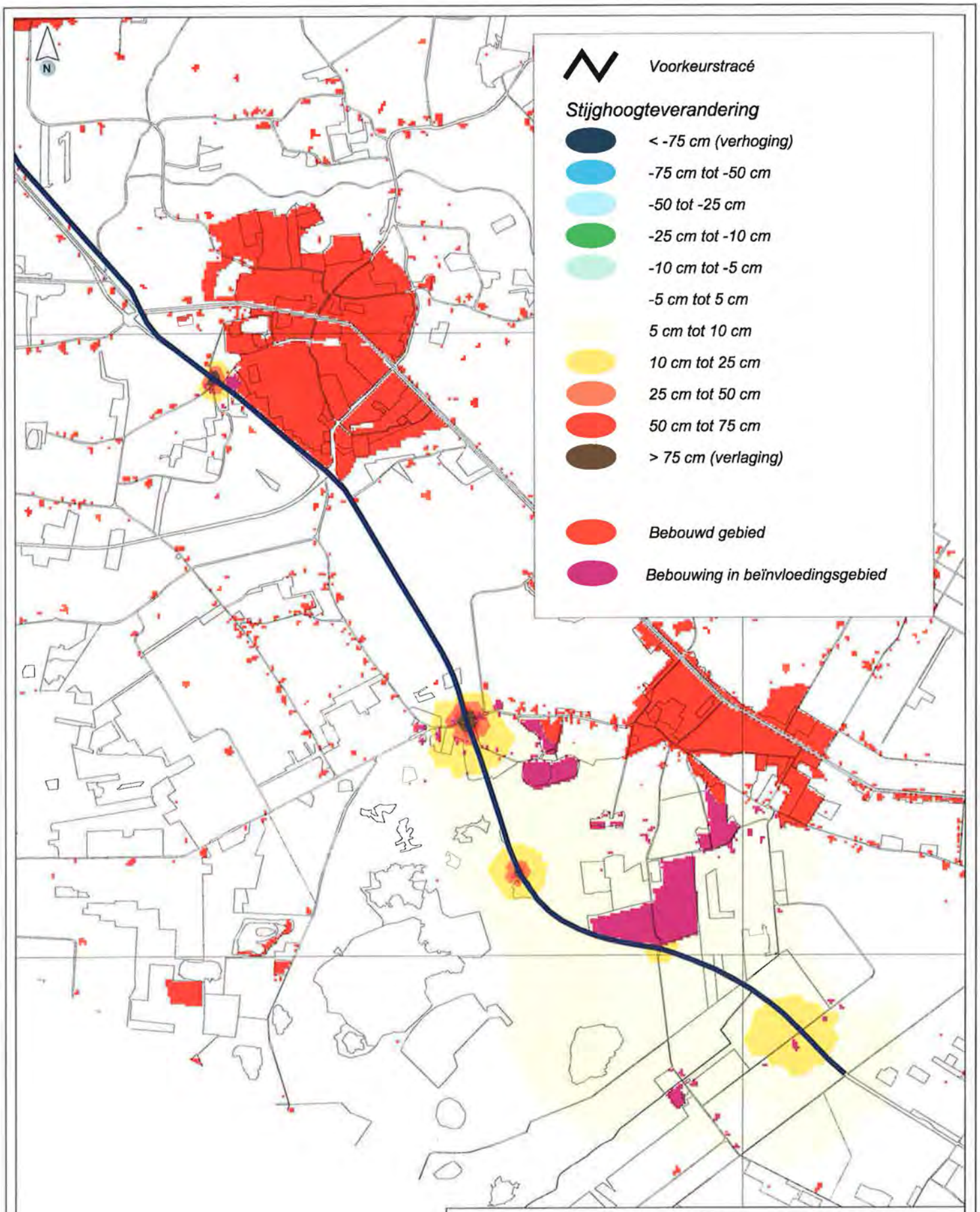

Tracé
Bebouwing in beïnvloedingsgebied
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verhoging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
5 cm tot 10 cm
10 cm tot 25 cm
25 cm tot 50 cm
50 cm tot 75 cm
> 75 cm (verlaging)
Bebouwd gebied
0
1000 Meters
Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (oost variant met viaduct)
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.2g
oranjewoud


N
Tracé west variant
Natte vegetaties (gewenst)
West variant: stijghoogteverandering
< -75 cm (verlaging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
Beïnvloede gewenste natte natuurgebieden
Landgoed Ontwijk
0
1000 Meters
Titel:
Beïnvloeding gewenste natte natuurgebieden (west variant)
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.3a
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
oranjewoud


N
Tracé west variant
Natte vegetaties (gewenst)
Stijghoogteverandering
< -75 cm (verlaging)
-75 cm tot -50 cm
-50 tot -25 cm
-25 cm tot -10 cm
-10 cm tot -5 cm
-5 cm tot 5 cm
Beïnvloede gewenste natte natuurgebieden
Landgoed Ontwijk
0
1000 Meters
Titel:
Beïnvloeding gewenste natte natuurgebieden (west variant, met mitigrerende maatregelen)
Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân
Datum:
27-06-2007
Schaal:
1:20000
Figuur:
6.3b
oranjewoud



Titel: Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (zuidelijk traject)	Datum: 27-06-2007	Schaal: 1:50000
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens	Figuur: 7.1a	
Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	



Titel:
Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van gesloten (fiets)tunnels (verdiepte aanleg, zuidelijk traject)

Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens

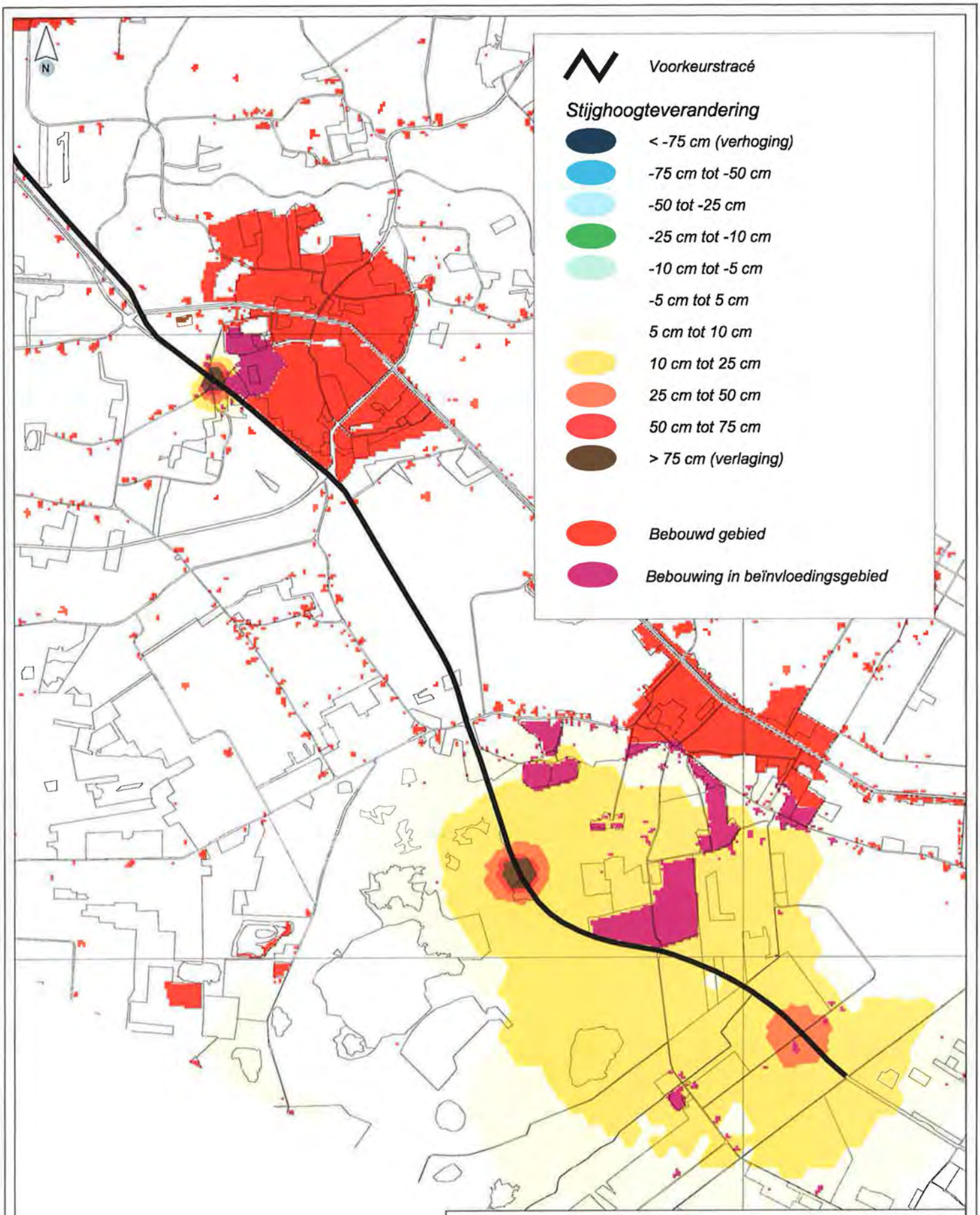
Opdrachtgever:
Provincie Fryslân

Datum: 12-07-2007

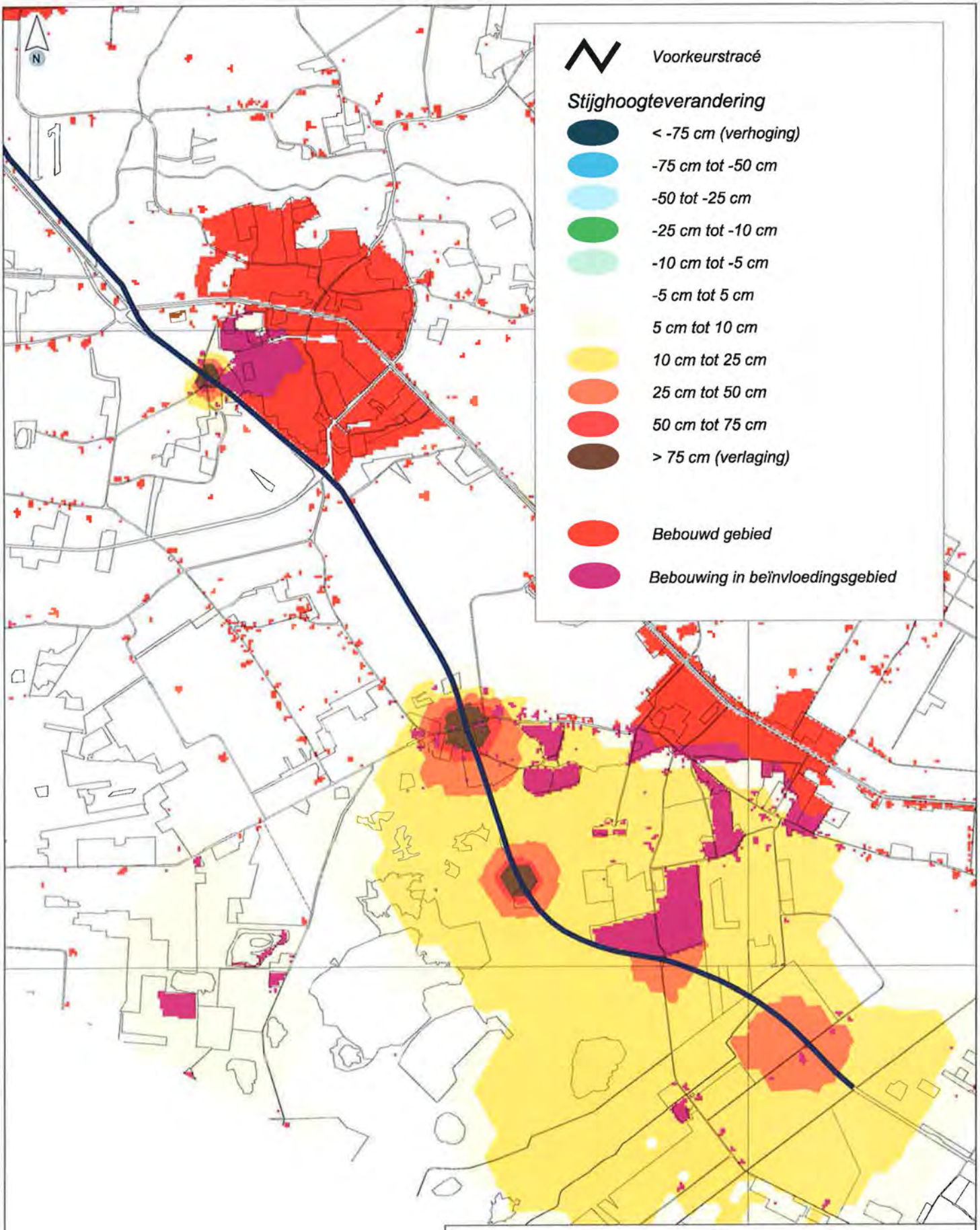
Schaal: 1:50000

Figuur: 7.1b

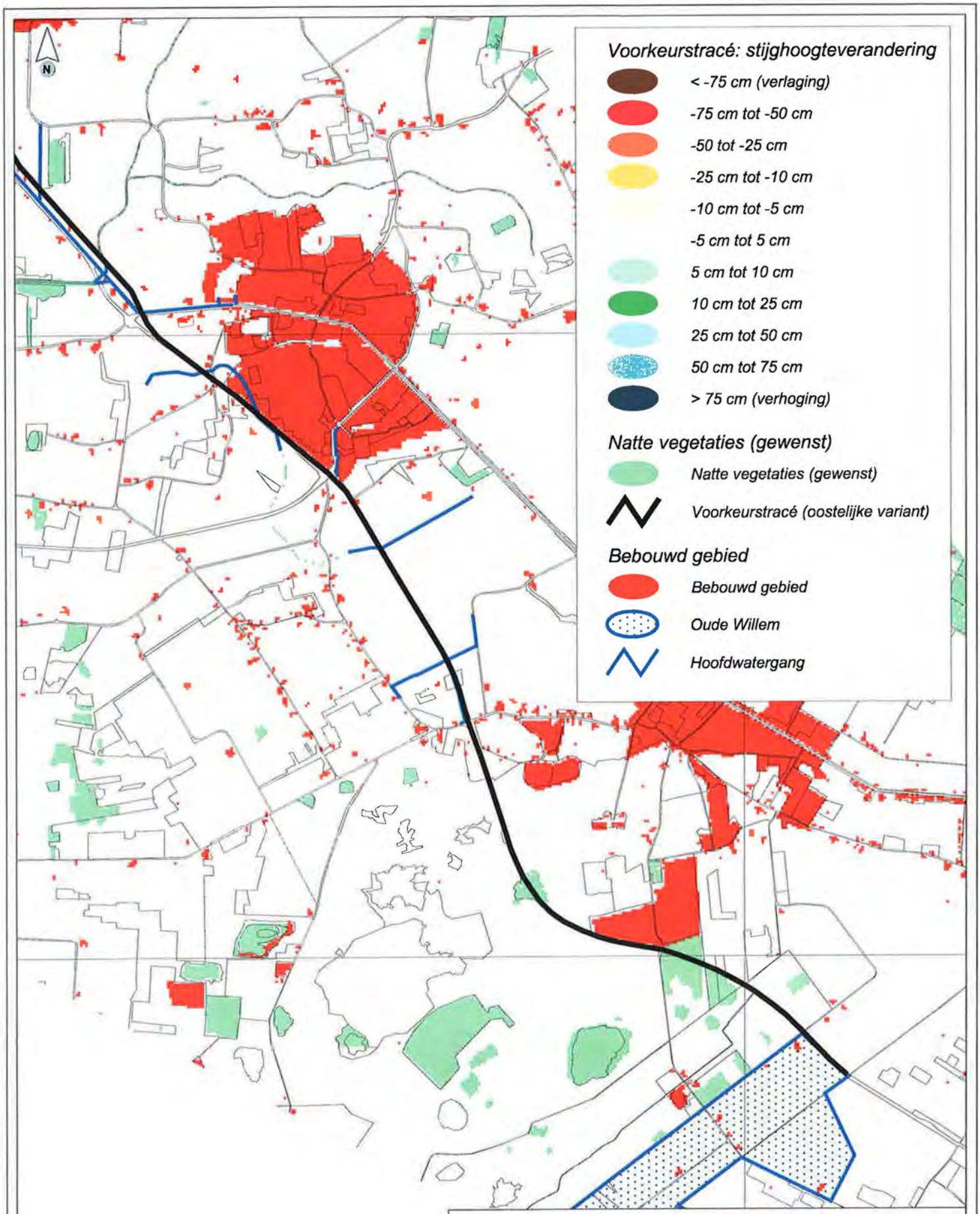
oranjewoud



Titel: Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (zuidelijk traject)	Datum: 27-06-2007	Schaal: 1:50000
	Figuur: 7.2a	
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens		
Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	



Titel: Stijghoogteverandering tijdens de aanleg van open (fiets)tunnels (verdiepte aanleg, zuidelijk traject) Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens Opdrachtgever: Provincie Fryslân	Datum: 12-07-2007	Schaal: 1:50000
	Figuur:	7.2b
	oranjewoud	



Titel:
Beïnvloeding gewenste natte natuurgebieden (zuidelijk traject)

Datum: 27-06-2007

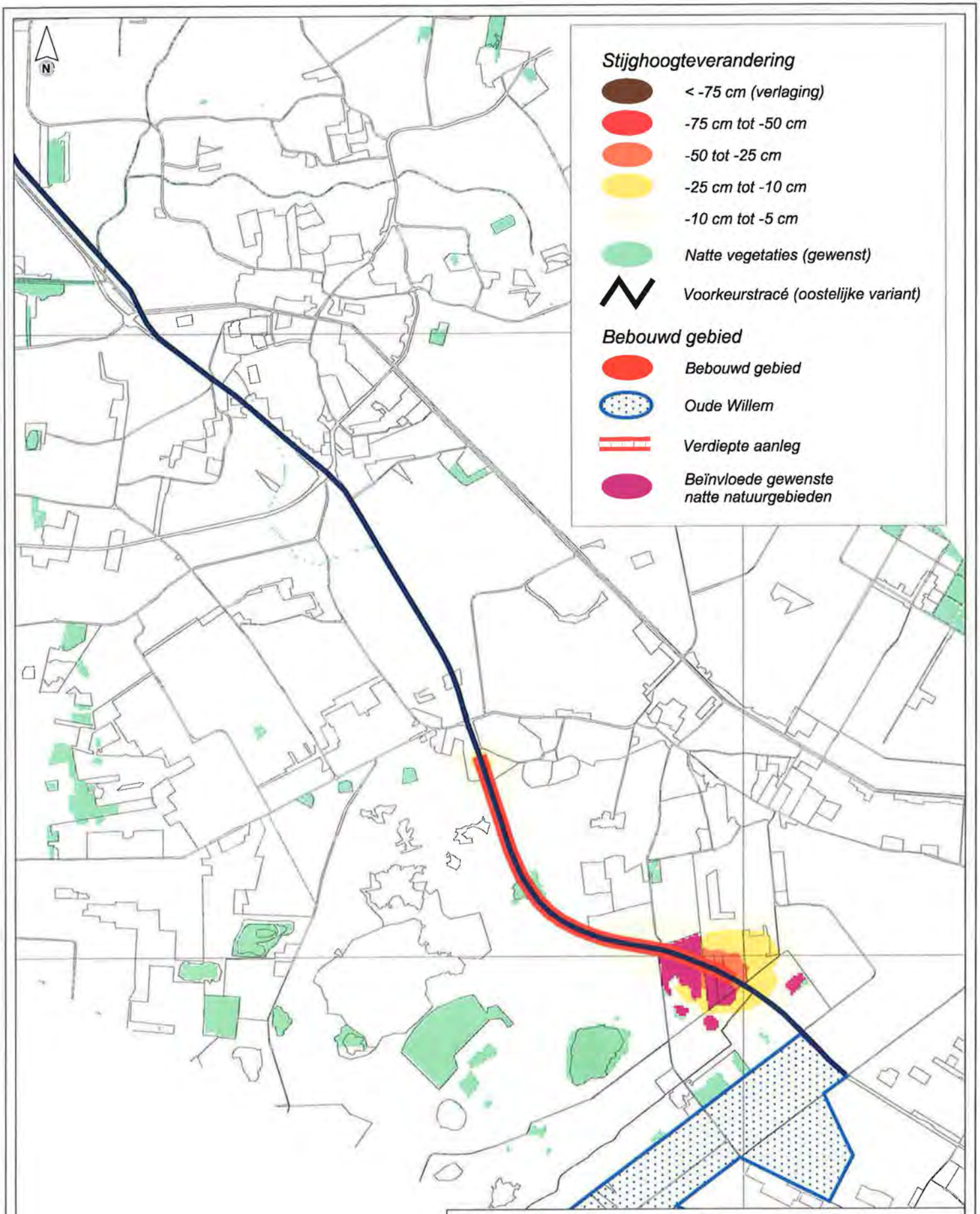
Schaal: 1:50000

Figuur: 7.3

Project:
Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens

Opdrachtgever:
Provincie Fryslân

oranjewoud



Titel: Beïnvloeding gewenste natte natuurgebieden (zuidelijk traject, verdiepte aanleg)	Datum: 27-06-2007	Schaal: 1:50000
Project: Eco- en geohydrologisch onderzoek voor het wegenproject N381 Drachten - Drentse grens	Figuur: 7.4	
Opdrachtgever: Provincie Fryslân	oranjewoud	