

26098
23 maart 2001

Geohydrologische studie 't Vaneker

Eindrapport



Bibliotheek

IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

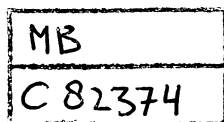
26098
23 maart 2001

Geohydrologische studie
't Vaneker

Eindrapport

Opdrachtgever

Gemeente Enschede



BIBLIOTHEEK PROVINCIE OVERIJSEL



0106 1075

Documenttitel **Geohydrologische studie
't Vaneker**

Soort document Eindrapport | 23 maart 2001

Projectnaam

Projectnummer 26098

Opdrachtgever **Gemeente Enschede**

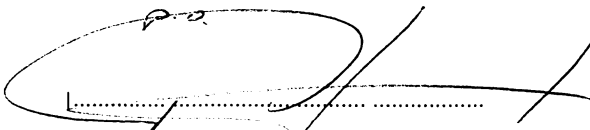
Verantwoordelijk bij opdrachtgever de heer ing. P. Bode Msc.

Projectleider ir. P. de Vries

Mede auteurs

Adviesgroep Milieumanagement

Hoofd adviesgroep ing. T.J. Wesseling



d.d. | 23 maart 2001

IWACO heeft zijn werkzaamheden geïdentificeerd als processen. Deze worden beheerd en gemonitord en in relevante stadia worden beoordelingen uitgevoerd. De processen staan beschreven in het IWACO kwaliteitssysteem dat voor certificering periodiek beoordeeld wordt door certificerende instellingen. Dit zijn:

- de werkzaamheden/verrichtingen van de totale organisatie (adviesdiensten, Milieulaboratorium en Milieutechnische Dienst) volgens ISO-9001;
- de verrichtingen van het Milieulaboratorium volgens ISO-17025 (STERLAB), accreditatienummer L51;
- de veiligheid-, gezondheid- en milieu-aspecten van de Milieutechnische Dienst volgens VCA*;
- de werkzaamheden in het kader van het Bouwstoffenbesluit volgens het procescertificaat monstername Bouwstoffenbesluit resp. volgens AP04 (analyses);
- de werkzaamheden in het kader van bodemonderzoek volgens de VKB-protocollen. IWACO is lid van de Vereniging Kwaliteitsborging Bodemonderzoek (VKB).

Het eigendom inzake de informatie en kennis vervaardigd in dit rapport berust bij IWACO. Het is dan ook niet toegestaan deze informatie en kennis aan derden ter beschikking te stellen/op een andere wijze toe te passen dan waaraan in de overeenkomst toestemming wordt verleend.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Uitnodiging	
1.2	Achtergronden	
1.3	Onderzoeksvragen	
1.4	Indeling van de rapportage	
2	Beschrijving van het gebied en watersysteem	3
2.1	Positionering	
2.2	Landschap	
2.3	Geologie en geohydrologie	
2.4	Bodem	
2.5	Watersysteem inclusief winning	
3	Modelberekeningen	6
3.1	Modelbeschrijving	
3.2	Variant 1, Masterplan 't Vaneker	
3.3	Variant 2, Minst kwetsbare locatie	
3.4	Variant 3, Water als ordenend principe	
3.5	Waterbalans	
3.6	Berging	
3.7	Effecten en conclusies	
4	Reflect berekeningen	13
4.1	Algemeen	
4.2	Huidige situatie	
4.3	Variant 1, Masterplan 't Vaneker	
4.4	Variant 2, Minst kwetsbare locatie	
4.5	Variant 3, Water als ordenend principe	
4.6	Conclusies Reflect berekeningen	
5	Conclusies en mogelijkheden	17
6	Literatuurlijst	19

Bijlagen

1. Infiltratieproeven
2. Berging
3. Reflect

Figuren

5	Inrichting nieuwbouw variant 1	26098-005 A
7	Inrichting nieuwbouw variant 2	26098-007 A
9	Inrichting nieuwbouw variant 3	26098-009 A
11	Functionele belasting huidige situatie ³	26098-011 A
12	Risico-index huidige situatie	26098-012 A
13	Functionele belasting variant 1	26098-013 A
14	Risico-index variant 1	26098-014 A
15	Functionele belasting variant 2	26098-015 A
16	Risico-index variant 2	26098-016 A
17	Functionele belasting variant 3	26098-017 A
18	Risico-index variant 3	26098-018 A

1 Inleiding

1.1 Uitnodiging

Op 25 oktober 2000 heeft de Gemeente Enschede, (Briefkenmerk 00B016049 SB) IWACO BV opdracht gegeven voor het uitvoeren van een geohydrologisch onderzoek voor 't Vaneker en Het Brunink. De voorliggende rapportage behandelt de onderzoeksresultaten van de studie voor 't Vaneker.

1.2 Achtergronden

't Vaneker ligt ten noorden van de Enschedese wijk Deppenbroek en is aangewezen als een van de locaties waar "wonen in het groen" kan worden ontwikkeld. De locatie beslaat een zoekgebied voor woningbouw van ca 180 ha. Het watersysteem in het plangebied zit globaal als volgt in elkaar:

- Het plangebied ligt geheel in het intrekgebied van de waterwinning Weerseloseweg;
- Het oppervlaktewater en ondiepe grondwater stroomt in de noordelijke helft van het plangebied naar de Eschbeek (noorden) en in de zuidelijke helft naar de Vanekerbeek (zuiden);
- De Eschbeek kan, gezien de hoge natuurlijkheid over grote lengte, samen met het veel beekbegeleidende hout en de kwelverschijnselen, als zeer waardevol worden bestempeld;
- De Vanekerbeek is een sterk gekanaliseerde beek en loopt langs de noordrand van de stad. Op de Vanekerbeek zijn een aantal overstorten gesitueerd van de gescheiden rioolstelsels in Enschede-Noord.

De ambitie is om het watersysteem zoveel mogelijk intact te laten. Er zal dus gebouwd moeten worden op die locaties die de minste risico's opleveren ten aanzien van de drinkwaterwinning. Uit een onderzoek van de WMO blijkt dat het middengebied tussen de Eschbeek en de Vanekerbeek het minst kwetsbaar is. Gezien de waarde van de Eschbeek en het feit dat de omliggende esgronden als intrekgebied fungeren, dient er niet gebouwd te worden in een zone van 100 m rondom de beek. De Vanekerbeek is minder waardevol dan de Eschbeek. In het landinrichtingsplan Enschede-Noord is aangegeven dat hij een nieuw tracé dient te krijgen en ook niet meer door het waterwingebied komt te lopen. In het stroomgebied van de Vanekerbeek bestaan dus kansen om het watersysteem te verbeteren en te versterken.

In eerste instantie mag er niet gebouwd worden in een grondwaterwingebied. Alleen als er sprake is van een "stap vooruit" in grondwaterbescherming is dit toegestaan. Uit een studie van de WMO blijkt dat bebouwing in lage dichtheden minder risico kan opleveren voor de drinkwaterwinning dan het bestaande grondgebruik. Dit biedt perspectieven om in het grondwaterwingebied toch te gaan bouwen.

De bovenstaande uitgangspunten voor de waterhuishouding zijn verwerkt in de kadernotitie 't Vaneker en Het Brunink. Deze kadernotitie is richtinggevend voor het stedenbouwkundig plan.

1.3 Onderzoeksvragen

De doelstelling van het onderzoek is tweeledig:

1. Berekening van de kwantitatieve en *kwantitatieve* effecten van het uitbreidingsplan 't Vaneker op de waterhuishouding van het (omliggende) gebied.
2. Advisering en berekening van mitigerende maatregelen om te komen tot een duurzame waterhuishouding in 't Vaneker

Onder duurzame waterhuishouding wordt verstaan een waterhuishouding die de natuurlijke situatie zoveel mogelijk benadert. In dit geval is de huidige situatie als een benadering van de natuurlijke waterhuishouding verondersteld.

1.4 Indeling van de rapportage

Hoofdstuk 2 van deze rapportage geeft een beschrijving van het gebied in landschap-pelijk, geohydrologisch en waterhuishoudkundige zin. Om het effect van de verschil-lende varianten te bepalen zijn modelberekeningen uitgevoerd. De rapportage van deze modelberekeningen en bergingsberekeningen is opgenomen in hoofdstuk 3. Aangezien gebouwd wordt in het intrekgebied van de winning Weerseloseweg van WMO is met behulp van de Reflect methodiek bepaald wat de effecten zijn op de winning. Een be-schrijving van deze Reflect methodiek en de resultaten van de toepassing van deze methodiek is opgenomen in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 gaat vervolgens in op de moge-lijkheden ter optimalisering van de inrichting op basis van de berekende varianten en de conclusies. Hoofdstuk 6 besluit met een literatuurlijst.

2 Beschrijving van het gebied en watersysteem

2.1 Positionering

Het woningbouwzoekgebied 't Vaneker ligt ten noorden van Enschede, aan de noordrand van wijk Deppenbroek en strekt zich uit van de drinkwaterspaarbekkens langs de Weerseloseweg (WMO winning "Weerseloseweg") en het bos- en natuurgebied "Het Hof Espelo" aan de westzijde tot de kern van Lonneker en de Voortsweg aan de oostzijde. De Eschbeek vormt de noordelijke begrenzing van het gebied.

2.2 Landschap

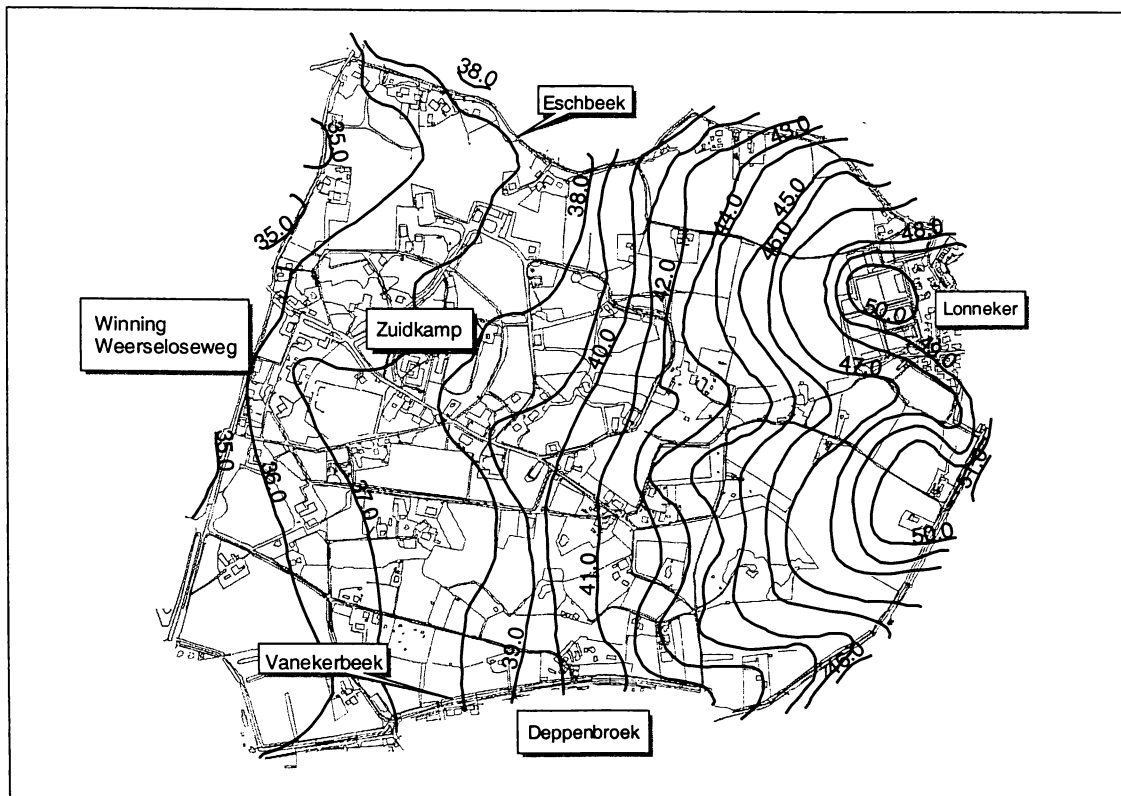
Het gebied ligt op de westflank van de stuwwal Oldenzaal-Enschede en kent tengevolge hiervan een sterk hoogteverschil van NAP +50 m in het oosten tot NAP +35 m in het westen. Het maaiveldverloop is het grootst aan de oostzijde van 't Vaneker en neemt geleidelijk af in westelijke richting. Het meest westelijke deel is relatief vlak.

In het gebied zijn een drietal historische landschappen te herkennen. Hiervan komt het essen- en kampenlandschap het meest voor. Vooral aan de zijde van Lonneker zijn de essen duidelijk herkenbaar. Dit Essen- en kampenlandschap stamt uit de oudste ontginningsperiode. Het bestaat uit hooggelegen en open akkerbouwcomplexen. Karakteristiek zijn de steilranden, onregelmatige percelering en het microreliëf (DLG, 2000). Daarnaast bevindt zich aan de noordgrens het gave beekstelsel van de Eschbeek. De Eschbeek loopt oost-west door een dalvormige laagte, een oorspronkelijke erosiedal, en heeft een grote waterdynamiek (Gemeente Enschede, 2000).

Het grondgebruik in 't Vaneker is hoofdzakelijk landbouw met zowel akkerbouw als grasland. Daarnaast komen verspreid ook enkele bossages voor.

Belangrijke elementen in het gebied zijn het defensieterrein "De Zuidkamp" centraal in het westelijk deel van 't Vaneker, de Eschbeek aan de noordgrens, de Vanekerbeek aan de zuidgrens, de essen in de omgeving van Lonneker en de waterwinning Weerseloseweg van het WMO aan de westgrens.

Figuur 1. Overzicht van 't Vaneker met hoogtelijnen (in m t.o.v. NAP)



2.3 Geologie en geohydrologie

Voor de geohydrologie in het gebied zijn vier geologische formaties van belang. De oudste hiervan is de formatie van Breda. Een klei afzetting uit het Tertiair (circa 2,5 miljoen jaar geleden). Dit pakket is circa 20 tot 40 meter dik en is zeer slecht doorlaatbaar. Door deze slechte doorlatendheid kan het worden beschouwd als de hydrologische basis van gebied. Dit kleipakket is gedurende het Menapien (circa 1 miljoen jaar geleden) bedekt met de witte zanden van de Formatie van Enschede (Lonnekerzanden). Deze zanden vormen het tweede watervoerend pakket. Gedurende het Saalien (voorlaatste ijstijd, 200.000 tot 125.000 jaar geleden) werd het gebied bereikt door landijs. De stuwwal van Oldenzaal-Enschede is ontstaan door de beweging en druk van het landijs. Ze bestaan uit materiaal dat het ijs op zijn weg ontmoette en dat door die druk zijdelings van de ijslob tot aanzienlijke hoogte werd opgeperst. Het oorspronkelijk horizontaal liggende materiaal (formaties van Breda en Enschede) is veelal in schubben opgestuwd tot een scheve stand met de helling van de lagen in de richting van de voet van het ijs. Door het ijs is op veel plaatsen keileem (formatie van Drenthe) afgezet. Het is vrij slecht doorlatend materiaal dat over het algemeen een opvallend brede sortering in korrelgrootte heeft. Het keileem vormt de eerste slechtdoorlatende laag. Tenslotte werd in het gebied een pakket dekzand afgezet van de formatie van Twente hetgeen het eerste watervoerend pakket vormt.

De dikte van de pakketten varieert over het gebied. Kenmerkend is het dunner worden van de pakketten richting de stuwwal. Lokaal komt de tertiaire klei binnen 1 m vanaf maaiveld voor.

2.4 Bodem

De bodemtypen die in het gebied voorkomen zijn gekoppeld aan de geologische ontstaansgeschiedenis en de antropogene invloeden. In de omgeving van Lonneker is sprake van een zeer dun pakket van de formatie van Twente. De gronden die hier voorkomen horen hierdoor tot de oude-kleigronden (keileem ondieper dan 40 cm). Door het gebruik van dit gebied voor agrarische doeleinden (Potstalsysteem) in het verleden, zijn hier essen (ook wel enken genoemd) ontstaan. Het bodemtype is hierdoor veranderd in Enkeerdgronden. Meer naar het westen is sprake van een dikker zandpakket van de formatie van Twente waardoor hier hoofdzakelijk humuspodzolgronden en eerdgronden voorkomen.

Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor infiltratie van regenwater zijn in het onderzoek twee infiltratieproeven uitgevoerd. De resultaten van deze infiltratieproeven zijn opgenomen in bijlage 1.

2.5 Watersysteem inclusief winning

Het watersysteem in 't Vaneker wordt bepaald door de ligging van het gebied op de flank van de stuwwal van Oldenzaal-Enschede. De afwatering vindt plaats door middel van een systeem van greppeltjes en sloten die hun water vervolgens weer lozen op het beeksysteem. Dit betekent dat het noordelijke deel van het onderzoeksgebied afwatert op de Eschbeek en het zuidelijk deel op de Vanekerbeek. Via de Koppelleiding (ten oosten van Hengelo) wordt het water vervolgens geloosd op het Twentekanaal. De Vanekerbeek is een sterk gekanaliseerd systeem waarop vanuit het stedelijk gebied van Enschede regelmatig overstorten plaatsvinden. De Eschbeek is een waardevol beeksysteem waar duidelijke ecologische potenties aanwezig zijn.

Door de ondiepe aanwezigheid van keileem en tertiaire klei is sprake van een laag bergend vermogen van de bodem. Gedurende de winterperiode heeft dit tot gevolg dat regelmatig hoge waterstanden zullen optreden. In de zomerperiode zakt de grondwaterstand snel weg mede vanwege het grote verhang. Waterlopen die in de winter watervoerend zijn vallen gedurende de zomerperiode vrijwel allemaal droog. De sterk fluctuerende grondwaterstanden komen met name voor in het oostelijke deel van 't Vaneker aangezien hier het keileem en de tertiaire klei het meest ondiep voorkomen.

De grondwaterstroming in zowel het eerste als tweede watervoerend pakket loopt van de stuwwal naar het bekken van Hengelo oftewel in westelijke richting. Nabij de beken zal sprake zijn van stroming naar de beken toe.

De waterwinning aan de Weerseloseweg vindt plaats met behulp van spaarbekkens. Deze spaarbekkens worden, in belangrijke mate, gevuld met water uit het Twentekanaal. Na een voorzuivering bij de Elsbeekweg, wordt het water met behulp van een pijpleiding ingelaten in de spaarbekkens. Met behulp van een bodempassage wordt het water verder gezuiverd om te worden gebruikt als drinkwater. De totale capaciteit van de winning bedraagt 9,1 miljoen m³ per jaar. Een gedeelte van de winning betreft grondwater. Gemiddeld treedt er een grondwaterstandverlaging van 5 centimeter op rond de waterwinning. Over het algemeen is de invloed van de onttrekking op de grondwaterstand gering (Huyskes, 1999).

3 Modelberekeningen

3.1 Modelbeschrijving

Voor het bepalen van de hydrologische effecten van verschillende inrichtingsvarianten is gebruik gemaakt van een stationair grondwatermodel. Dit grondwatermodel is gemaakt door de WMO (Waterleidingmaatschappij Overijssel) met behulp van het programma Modflow. Het model is door de WMO beschikbaar gesteld ten behoeve van het onderhavige onderzoek. In het model zijn gedurende het onderzoek enkele onvolkomenheden aangetroffen die in samenwerking met de heer Ngo (voorheen WMO, thans DHV) zijn verholpen. Het model beschrijft het hydrologisch systeem (tot aan de hydrologische basis) van 't Vaneker en wijde omgeving (noordelijk deel Enschede, Vliegveld Twente) en is oorspronkelijk gemaakt voor berekeningen ten behoeve van de winning Weerseloseweg. In het model zijn de verschillende beeksystemen opgenomen.

Voor een verdere beschrijving van het model wordt verwezen naar de rapportages van het WMO (Ngo, 1998 en 1999).

Huidige situatie

Het grondgebruik in de huidige situatie is hoofdzakelijk landbouw. De grondwateraanvulling en de drooglegging wordt bepaald door, of is afgestemd op deze functie. De met het model berekende grondwaterstanden vormen het referentie niveau voor het bepalen van de effecten van de verschillende inrichtingsvarianten. De verschillende varianten zijn:

1. Masterplan 't Vaneker;
2. Minst kwetsbare locatie;
3. Water als ordenend principe

3.2 Variant 1, Masterplan 't Vaneker

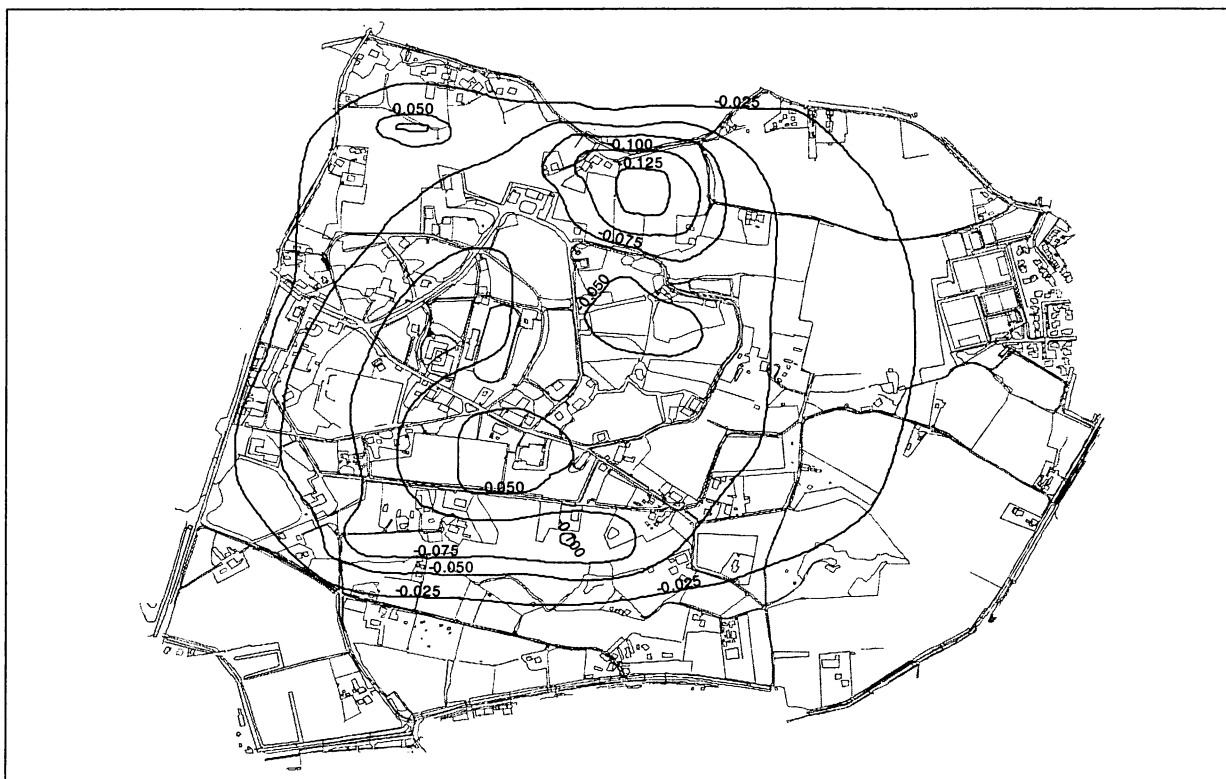
Voor de ruimtelijke inrichting van het gebied zijn meerdere varianten denkbaar. De basis hiervoor wordt gevormd door de geplande inrichting volgens het Masterplan 't Vaneker (Wissing, 2000). In de kadernotitie (gemeente Enschede, 2000) is reeds een eerste inrichtingsschets vervaardigd maar door het betrekken van het defensie terrein "Zuidkamp" is dit aangepast. In figuur 5 (zie onderdeel figuren) is de verandering in de ruimtelijke inrichting van het gebied ten opzichte van de huidige situatie weergegeven. Deze aanpassing behelst een de aanleg van nieuwbouw op en rondom het defensie terrein met een woningdichtheid van maximaal 10-15 woningen/ha. Het totale oppervlak van dit gebied bedraagt circa 74 ha. Ten noorden en zuiden van dit gebied ligt een eerste "schil" met nieuwbouw in zeer lage dichtheden van maximaal 2-5 woningen/ha. Het totale oppervlak hiervan bedraagt circa 36 ha. Als een tweede "schil" ligt ten noorden en zuiden hiervan de beeksystemen van de Vanekerbeek en de Eschbeek. Deze beeksystemen zullen worden versterkt. Dit betekent een meer door natuur begeleid beeksysteem. Het totale oppervlak hiervan bedraagt 24 ha.

De effecten van de woningbouw op de grondwaterstand zijn bepaald door het verkleinen van de nuttige neerslag en het vergroten van de drooglegging. Voor het vergroten van de drooglegging is uitgegaan van de locaties waar sprake is van een grondwatertrap III of V. Hierbij is gebruik gemaakt een nieuwe bodemkaart/grondwatertrappenkaart die in het kader van de herinrichting Enschede-Noord in 1994 in opdracht van de toenmalige Landinrichtingsdienst is vervaardigd. Doordat gegevens van het defensie terrein ontbreken is hier aangenomen dat geen sprake is van grondwatertrappen III en V.

De verlagingen van de grondwaterstand ten gevolge van deze ruimtelijke inrichting zijn weergegeven in figuur 6.

De verlaging van de grondwaterstand bedraagt maximaal circa 14 cm ten noorden van het defensieterrein. De verlagingen groter dan 5 cm treden hoofdzakelijk op in de nieuwbouwlocaties. Alleen ten noorden van het defensieterrein is sprake van een verlaging van meer dan 5 cm in het te versterken beekstelsel van de Eschbeek.

Figuur 6. Grondwaterstandverlaging in meters voor Variant 1



3.3 Variant 2, Minst kwetsbare locatie

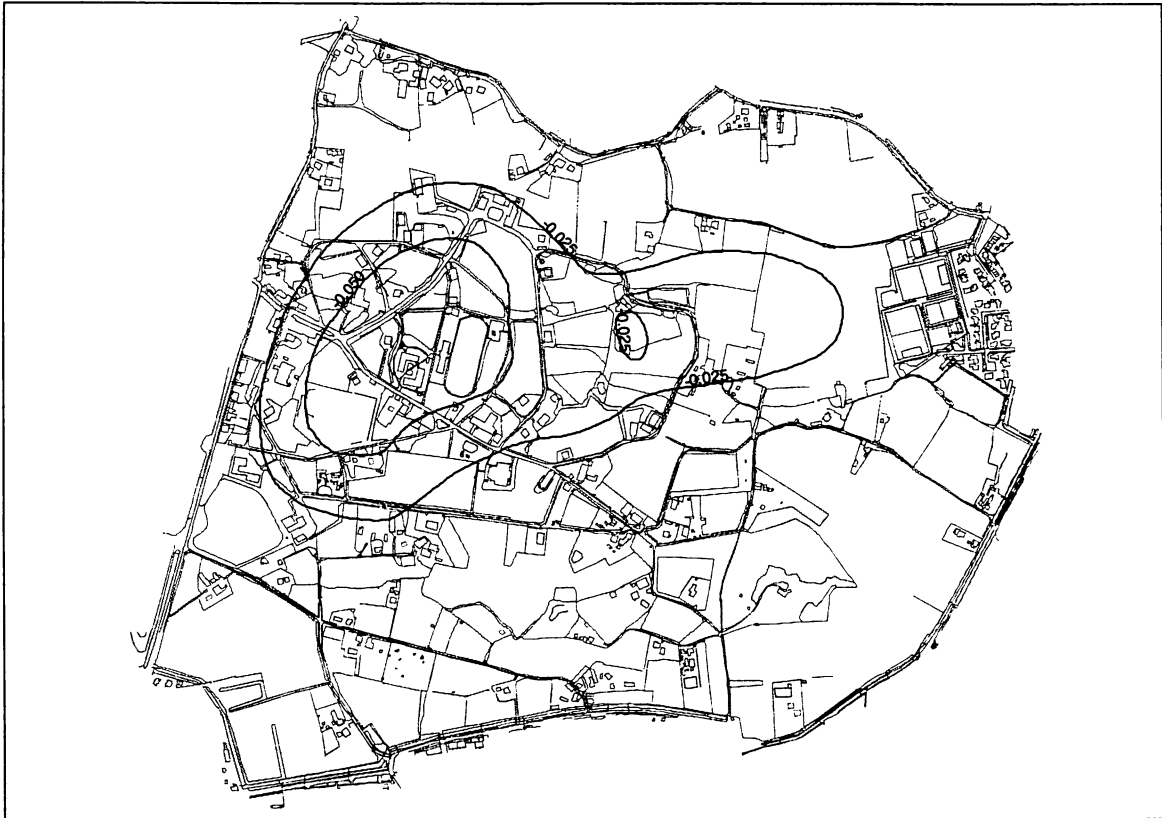
Voor variant 2 is de ruimtelijke inrichting afgestemd op de fysische kwetsbaarheid van de drinkwaterwinning. De basis voor deze inrichting wordt gevormd door de fysische kwetsbaarheidskaart zoals die vervaardigd is door het WMO (Van der Woning, 2000). In het gebied wordt alleen gebouwd in het centrale deel en met een minimale afstand van 120 meter tot de Weerseloseweg (waterwinning). Het totale oppervlak hiervan bedraagt 48 ha. Vanwege het duidelijk kleinere oppervlak ten opzichte van variant 1 is uitgegaan van een iets hogere woningendichtheid (maximaal 15-20 woningen/ha). Daarnaast wordt ook in deze variant de Eschbeek en de Vanekerbeek versterkt.

De wijze van berekening komt overeen met variant 1. Wel zijn nauwelijks locaties met een Gt III of V in het gebied aanwezig waardoor in principe alleen het effect van de verminderde grondwateraanvulling zichtbaar wordt.

In figuur 7 (zie onderdeel figuren) is de ruimtelijke inrichting van het gebied weergegeven voor variant 2.

De verlagingen van de grondwaterstand ten gevolge van deze ruimtelijke inrichting zijn weergegeven in figuur 8.

Figuur 8. Grondwaterstandverlaging in meters voor Variant 2



De verlaging van de grondwaterstand bedraagt maximaal circa 8 cm centraal op het defensie terrein.

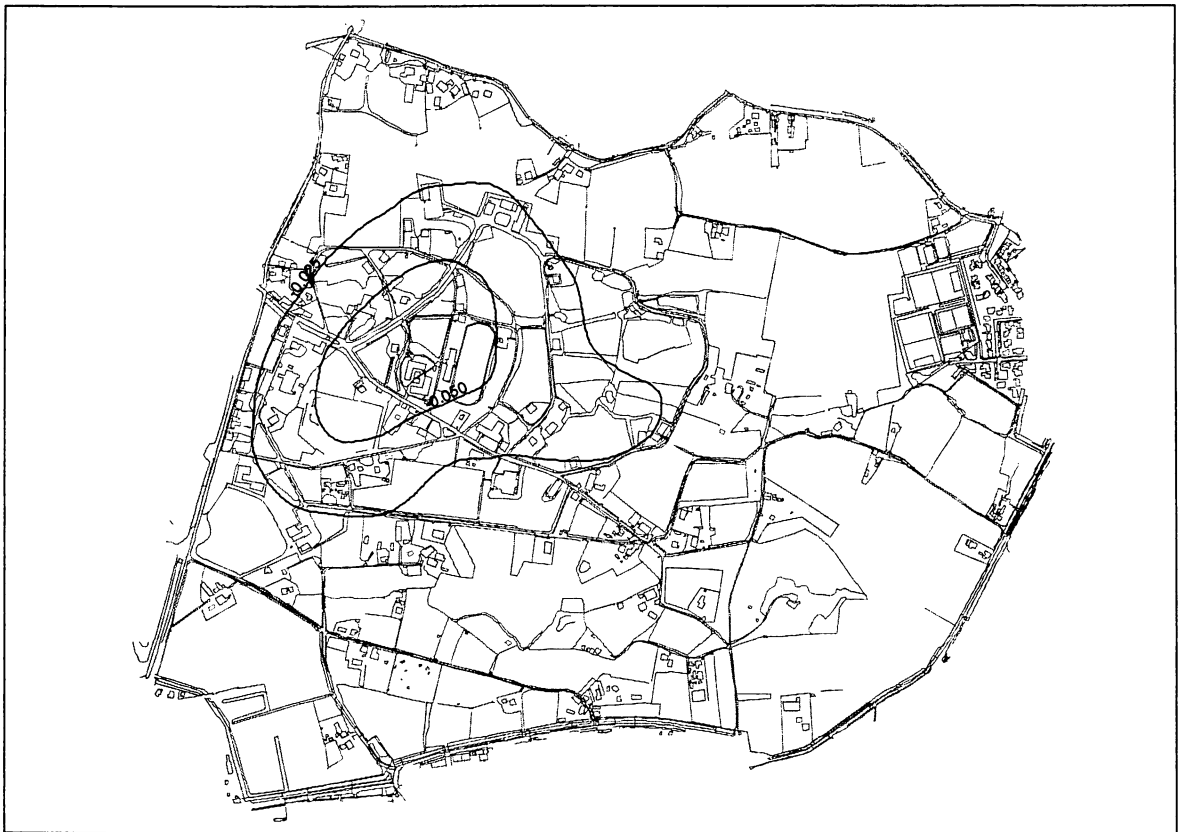
3.4 Variant 3, Water als ordenend principe

Variant 3 gaat het meest in op water als ordenend principe. Locaties met een grondwatertrap III of V zijn ongeschikt om te bouwen. Deze variant is gebaseerd op variant 1 maar de locaties met een ongeschikte grondwatertrap zijn verwijderd als bouwlocatie. In feite is een beperkte waterkansenkaart vervaardigd voor de functie bebouwing. Figuur 9 (zie onderdeel figuren) geeft de resultante ruimtelijke inrichting voor variant 3. Totaal resulteert centraal in het gebied een oppervlak van circa 59 ha (was 74 ha in variant 1) met een woningdichtheid van maximaal 10-15 woningen/ha. In de eerste schil resulteert nog 24 ha (was 36 ha in variant 1) met een woningdichtheid van maximaal 2-5 woningen/ha.

De versterking van de Eschbeek en de Vanekerbeek komt overeen met variant 1 en 2.

Voor deze variant is er geen noodzaak om verdere drooglegging te creëren. Vanwege de inrichtingscriteria zijn uitsluitend gebieden met een grondwatertrap VI, VII en VIII aangegeven als bouwlocaties. De verlaging wordt in deze variant uitsluitend bepaald door de verkleining van de nuttige neerslag.

Figuur 10. Grondwaterstandsverlaging in meters voor Variant 3



De verlagingen van de grondwaterstand ten gevolge van deze ruimtelijke inrichting zijn weergegeven in figuur 10.

De verlaging van de grondwaterstand bedraagt maximaal circa 8 cm centraal op het defensieterein. Overeenkomstig variant 2 vallen alle verlagingen groter dan 5 cm binnen de nieuwbouwlocaties.

3.5 Waterbalans

Op basis van modelgegevens is beknopt aangegeven welke veranderingen plaatsvinden in de voeding van het grondwatersysteem. Het grondwatermodel geeft geen mogelijkheden om absolute waarden voor een deelgebied te bepalen.

In variant 1 zal tengevolge van de nuttige neerslag in het gebied afnemen met circa 0,04 mm/dag. Hierdoor zal ook de detailontwatering minder gaan afvoeren ondanks het feit dat lokaal het drainage niveau lager moet worden gelegd (grondwatertrappen

III en V). Deze verminderde afvoer wordt geschat op 0,01 mm/dag. De totale voeding van het grondwater zal daarmee afnemen met circa 0,03 mm/dag. De verlaging van de grondwaterstand zal ook effect hebben op de afvoer op de beken. Op basis van modelgegevens wordt dit geschat op 0,03 mm/dag.

Variant 2 heeft geen effect op het drainageniveau. De nuttige neerslag in deze variant neemt af met circa 0,03 mm/dag wat een vermindering van de afvoer uit de detailontwatering tot gevolg heeft van 0,02 mm/dag. De totale voeding van het grondwater zal daarmee afnemen met circa 0,01 mm/dag. Vanwege de minder verlaging van de grondwaterstand (t.o.v. Variant 1) zal de vermindering van de netto afvoer op de beken ook kleiner zijn (circa 0,01 mm/dag).

De effecten van variant 3 op de waterbalans zijn vrijwel gelijk aan variant 2.

3.6 Berging

Voor het kunnen opvangen van extreme neerslaghoeveelheden is het in elke variant noodzakelijk berging te creëren. Dit kan zowel in de vorm van wadi's als in de vorm van bergingsvijvers. Voor de bepaling van de omvang van deze vijvers is gebruik gemaakt van het spreadsheetprogramma "Berging". De oppervlakten "verhard" zijn geschat op basis van de woningdichtheid.

De bui die in principe geborgen zou moeten worden betreft een bui van 75 minuten met een herhalingsdij van 50 jaar op basis van Buishand en Velds, 1980 (een bui van 37,9 mm).

Aangenomen wordt dat 10 mm geborgen kan worden in lokale greppels op perceelsniveau. Voor de maximale waterstandstijging in de bergingsvijver is uitgegaan van 60 cm.

In het volgende wordt per variant ingegaan op het bergingsaspect.

Variant 1

In variant 1 is sprake van 74 ha met een woningdichtheid van 10-15 woningen/ha in combinatie met 36 ha met een woningdichtheid van 2-5 woningen/ha. Het totale oppervlak verhard is geschat op 13,8 ha. Hierbij is uitgegaan van een verhard oppervlak van circa 112 m²/woning (inclusief wegoppervlak). In de praktijk zal bij lagere woningdichtheden (bijv. 2-5 woningen/ha) sprake zijn van een groter oppervlak maar aangezien sprake is van een maximale woningdichtheid zal de bij deze berekeningen gebruikte onderschatting gecompenseerd worden door het kleinere verhard oppervlak bij lagere dichtheden.

De omvang van de benodigde bergingsvijver bedraagt 0,64 ha met een talud van 1:2. De berekening met de spreadsheet is opgenomen in bijlage 2.

Variant 2

In variant 2 is sprake van 48 ha met een woningdichtheid van 15-20 woningen/ha. Het totale oppervlak verhard is geschat op 11,4 ha.

De omvang van de benodigde bergingsvijver bedraagt 0,53 ha met een talud van 1:2. De berekening met de spreadsheet is opgenomen in bijlage 2.

Variant 3

In variant 3 is sprake van 59 ha met een woningdichtheid van 10-15 woningen/ha in combinatie met 24 ha met een woningdichtheid van 2-5 woningen/ha. Het totale oppervlak verhard is geschat op 11,2 ha.

De omvang van de benodigde bergingsvijver bedraagt 0,52 ha met een talud van 1:2. De berekening met de spreadsheet is opgenomen in bijlage 2.

Voor alle varianten geldt dat er in principe twee opties zijn voor de locatie van de berging:

1. In die delen waar reeds sprake is van een natte situatie;
2. Langs de Vaneker- en Eschbeek.

Rekening houdend met het maaiveldhoogteverloop (afnemend in westelijk richting) is het noodzakelijk de berging te creëren zover mogelijk aan de westzijde van het 't Vaneker (of in ieder geval te westen of in de bebouwing). Dit betekent dat gebruik van de nattere delen in het gebied moeilijker wordt aangezien deze locaties niet zozeer worden bepaald door een laag maaiveldniveau. Berging langs de beken aan de noordwest en zuidwest zijde van 't Vaneker behoort wel tot de mogelijkheden. Bijkomend voordeel is dat de berging eventueel ook voor conservering gebruikt kan worden. Een uiteindelijke afvoer op de Eschbeek stelt, afhankelijk van de exacte doelstellingen aldaar, wel eisen aan de waterkwaliteit. De verwachting is dat dit vanwege de eisen die gesteld worden met betrekking tot de waterwinning geen problemen zal opleveren.

3.7 Effecten en conclusies

Effecten

Voor alle varianten geldt dat de grondwaterstandverlagingen groter dan 5 cm beperkt blijven tot de nieuwbouwlocaties. De effecten op de omgeving zijn zeer beperkt. Alleen voor variant 1 is sprake van verlagingen in het beekdalsysteem van de Eschbeek en verlagingen ten noordoosten van het defensieterrein in agrarisch gebied (5 tot 10 cm). Vanwege de minimale grondwaterstandverlagingen en de bodemopbouw is het onwaarschijnlijk dat duidelijke zettingsverschillen zullen optreden.

Conclusies

De grondwaterstandverlagingen worden voor het grootste deel veroorzaakt door het vergroten van de drooglegging op de locaties waar in de huidige situatie sprake is van grondwatertrappen V en III. Dit wordt duidelijk gemaakt door het verschil in grondwaterstandverlagingen tussen de varianten 1 en 3. De effecten van de vermindering van de nuttige neerslag is zeer beperkt hetgeen wordt geïllustreerd het verlagingbeeld van variant 3. Een duidelijke oorzaak hiervoor is ook de lage woningdichtheid. Dit betekent tevens dat indien het mogelijk is om neerslagwater te infiltreren dit effect kan worden beperkt wordt tot 0. Uit de infiltratieproeven is gebleken dat infiltratie mogelijk is. Concluderend wordt gesteld dat met betrekking tot de grondwaterstandverlagingen de varianten 2 en 3 het meest gunstig zijn.

Indien toch gekozen wordt voor het bouwen volgens variant 1 dan kan het effect op de grondwaterstand worden beperkt door het verhoogd aanleggen van wegen in combinatie met kruipruimteloos bouwen en/of het ophogen van bouwlocaties.

Volgens de meest recente plannen zal de woningdichtheid in 't Vaneker aanzienlijk kleiner worden dan bij aanvang van dit onderzoek werd verwacht (circa 3 woningen/ha). Dit betekent dat de grondwaterstand verlagingen in de varianten 2 en vooral

variant 3 evenredig lager zullen uitvallen (naar schatting een maximale verlaging van circa 4 cm). Voor variant 1 zal het verschil, relatief, kleiner zijn aangezien de verlaging hier voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door een vergroting van de drooglegging. De grondwaterstandverlaging zal in deze variant nog maximaal circa 11 cm bedragen. Ook het ruimtebeslag benodigd voor berging zal evenredig afnemen tot circa 0,2 – 0,3 ha.

Voor de versterking van de Eschbeek zou het verstandig zijn de afvoer van het centrale deel van de nieuwbouw af te voeren naar de Vanekerbeek om mogelijke verontreinigingen ten gevolge van calamiteiten uit de Eschbeek te houden. Voorwaarde hierbij is wel dat voldoende water beschikbaar moet blijven om de Eschbeek zo lang mogelijk watervoerend te houden.

4 Reflect berekeningen

4.1 Algemeen

In eerste instantie mag er niet gebouwd worden in een grondwaterwingebied. Alleen als er sprake is van een “stap vooruit” in grondwaterbescherming, is dit toegestaan. Uit een studie van de WMO blijkt dat bebouwing in lage dichtheden minder risico kan opleveren voor de drinkwaterwinning dan het bestaande grondgebruik. Dit biedt perspectieven om in het grondwaterwingebied toch te gaan bouwen. Om te bepalen of inderdaad sprake is van een “stap vooruit” zal moeten worden bepaald wat de huidige bedreigingen zijn voor de grondwaterwinning en welke bedreigingen ontstaan bij de inrichting van de nieuwbouwlocaties. In bijlage 3 is een beschrijving van de Reflect methodiek opgenomen.

4.2 Huidige situatie

Om te bepalen of er sprake is van een duidelijke “stap vooruit” is het in eerste instantie noodzakelijk de huidige bedreigingen voor de waterwinning in beeld te brengen. Deze bedreigingen vormen de referentie voor de verschillende inrichtingsvarianten. Voor zover standaardwaarden beschikbaar waren voor de verschillende functies zijn deze als dusdanig gebruikt. Voor de agrarische gronden is onduidelijk in hoeverre sprake is van een intensieve vorm. Om duidelijk te maken of er onmiskenbaar sprake is van een “Stap vooruit” is er voor gekozen uit te gaan van een extensieve vorm van landbouw, zoals die in Reflect is gedefinieerd. In de literatuur wordt in ieder geval aangegeven dat in het gebied geen sprake is van een mestoverschot hetgeen een indicatie is voor een relatief extensieve bedrijfsvoering.

De functionele belasting in de huidige situatie is weergegeven in figuur 11 (zie onderdeel figuren).

De huidige belasting wordt bepaald door de functie landbouw. De belasting-score voor deze functie ligt rond de 3,0. Andere functies met een hogere belasting-score zijn volkstuinen en bestaande bebouwing. Ook de functie wegen komt voor maar het oppervlak hiervan is beperkt. In combinatie met de bestaande fysische kwetsbaarheidskaart resulteert dit een risico-index (zie bijlage 1) van **4,34**.

Deze risico-index is bepaald op basis van het gehele onderzoeksgebied. Dit betekent dat ook een deel van het gebied waar geen veranderingen plaatsvinden wordt meegenomen in de analyse. Dit is gedaan om de vergelijkbaarheid van de verschillende varianten mogelijk te maken. Wel heeft dit tot gevolg dat de onderlinge verschillen tussen de varianten beperkt zullen zijn. Het gebied waar de veranderingen plaatsvinden is echter wel van een dergelijke omvang dat de “stap vooruit” wel duidelijk zal zijn. De verdeling van de risico-index over het gebied is opgenomen in figuur 12 (zie onderdeel figuren).

4.3 Variant 1, Masterplan 't Vaneker

In variant 1 wordt de ruimtelijke inrichting aangepast volgens de ideeën van het masterplan (Wissing, 2000). De verandering van de ruimtelijke inrichting is weergegeven in figuur 5 (zie onderdeel figuren). Aangezien hier geen sprake is van standaard functies zoals die zijn opgenomen in Reflect is het noodzakelijk belastingsfactoren te definiëren voor het bouwen met verschillende dichtheden (2-5 en 10-15 woningen per ha) en voor die locaties die gebruikt worden voor de versterking van de Eschbeek en de Vanekerbeek.

De factoren voor diffuse belasting, calamiteitenrisico en handhaving zijn afgeleid uit de in Reflect standaard opgenomen functies. Dit is gedaan om eventuele inconsistenties te voorkomen. Voor de bebouwing is in alle gevallen uitgegaan van het gebruik van duurzame materialen. In onderstaande tabel staan de afgeleide factoren weergegeven.

Functie	Diffuus	Calamiteit	Handhaving
Bebouwing 2-5 woningen/ha, duurzaam	2,00	2,24	4,60
Bebouwing 10-15 woningen/ha, duurzaam	2,40	3,3	4,60
Beekversterking	2,50	1,41	1,80

Deze waarden zijn gebaseerd op de belasting-scores voor landgoed (DiffuusCalamiteitHandhaving 2.00-2.24-5.20), bebouwing (lage dichtheid, duurzaam nieuw) (DCH 2.50-4.00-4.60), bungalowpark (DCH 2.40-2.65-3.20) en stadspark (DCH 2.50-1.41-1.80).

De functionele belasting voor variant 1 is weergegeven in figuur 13 (zie onderdeel figuren). Er lijkt sprake te zijn van een duidelijke verslechtering maar dit is het gevolg van de klasse indeling. De bebouwing met een dichtheid van 10-15 woningen/ha is scoort iets slechter dan extensieve landbouw (3,07 ten opzichte van 2,99). Bebouwing met een dichtheid van 2-5 woningen/ha scoort duidelijk beter dan extensieve landbouw (2,5 ten opzichte van 2,99) maar komt wel in dezelfde klasse. De kaarten geven op dat gebied dus enigszins een vertekend beeld.

De belasting voor variant 1 wordt in belangrijke mate bepaald door de nieuwe functies. De belasting-score voor de nieuwe functies ligt in alle gevallen onder de belasting-score van agrarische gronden. Vooral voor bebouwing met een dichtheid van 2-5 woningen/ha en de beekversterking is met betrekking tot de belasting duidelijk sprake van een “stap vooruit” met een belasting-score van respectievelijk 2,5 en 2,0. In combinatie met de bestaande fysische kwetsbaarheidskaart resulteert dit een totale risico-index van 4,17. Een belangrijke factor die in deze score een rol speelt is de hoge fysische kwetsbaarheid van de stroken langs de Eschbeek en de Vanekerbeek waar door de beekversterking een duidelijke mindere belasting plaatsvindt (onder andere het verdwijnen van de volkstuintjes). De verdeling van de risico-index over het gebied is opgenomen in figuur 14 (zie onderdeel figuren).

4.4 Variant 2, Minst kwetsbare locatie

Variant 2 is gericht op het bouwen op die plaatsen waar de fysische kwetsbaarheid het kleinst is in combinatie met het versterken van de beken. De ruimtelijke inrichting is weergegeven in figuur 7 (zie onderdeel figuren). Vanwege het kleinere oppervlak is ervoor gekozen hierbij wel uit te gaan van een hogere woningdichtheid van 15-20 woningen/ha. In de termen van Reflect komt dit overeen met de standaardfunctie “lage dichtheid, duurzaam”. De ruimtelijke verdeling van de functionele belasting voor variant 2 is weergegeven in figuur 15 (zie onderdeel figuren).

In combinatie met de bestaande fysische kwetsbaarheidskaart resulteert dit in een totale risico-index van 4,29. Deze “stap vooruit” duidelijk kleiner dan variant 1. De oorzaak hiervan ligt in het feit dat juist de bebouwing met een dichtheid van 2-5 woningen/ha gunstiger is dan de functie landbouw (extensief).

Daarnaast levert het bouwen met een dichtheid van 15-20 woningen/ha nauwelijks een meerwaarde ten opzichte van landbouw (extensief). De “stap vooruit” voor variant 2 komt geheel op het conto van de versterking van de beken. De verdeling van de risico-index over het gebied is opgenomen in figuur 16 (zie onderdeel figuren).

4.5 Variant 3, Water als ordenend principe

Variant 3 is gericht op het bouwen op die locaties die daar onder de huidige omstandigheden geschikt voor zijn. Deze variant komt het meest tegemoet aan water als ordenend principe woningdichtheden komen overeen met variant 1. De belastingsfactoren met betrekking tot diffuse belasting, calamiteiten en handhaving komen overeen met de factoren die in variant 1 gebruikt zijn. De ruimtelijke verdeling van de functionele belasting voor variant 2 is weergegeven in figuur 17 (zie onderdeel figuren). In combinatie met de kwetsbaarheidskaart resulteert dit in een totale risico-index van **4,19**. Deze waarde is gelijkwaardig met variant 1. Ook hier speelt de winst die behaald is met de lage woningdichtheid van 2-5 woningen/ha en de beekversterking een bepalende rol. De verdeling van de risico-index over het gebied is opgenomen in figuur 18 (zie onderdeel figuren).

4.6 Conclusies Reflect berekeningen

De bedreigingen voor de waterwinning kunnen door de aanleg van 't Vaneker duidelijk worden verkleind. De risico-indices per variant zijn samengevat in onderstaande tabel.

Varianten	Risico-index
Huidige situatie	4,34
Masterplan 't Vaneker	4,17
Minst kwetsbare locatie	4,29
Water als ordenend principe	4,19

Door de aanleg van groenstroken als beekbegeleiding langs de Eschbeek en Vanekerbeek wordt de bedreiging van de duidelijk kleiner doordat juist in deze stroken sprake is van een hoge fysische kwetsbaarheid van de winning en omdat in de huidige situatie sprake is van onder andere een volkstuinen met een hoge belasting-score. Maar ook de aanleg van bebouwing met zeer lage dichtheden (2-5 woningen/ha) is een verbetering met betrekking tot de bedreigingen voor de winning. Zelfs wanneer is uitgegaan van een extensieve vorm van landbouw in de huidige situatie. Alle berekende varianten wijzen op een “stap vooruit”. De varianten 1 en 3 scoren hierin beter dan variant 2.

Wel zullen er aan de wijze van bouwen eisen moeten worden gesteld. Voor de bebouwing is onder andere verondersteld dat sprake is van het gebruik van duurzame materialen. Dit vormt in feite een vereiste voor 't Vaneker omdat anders de “stap vooruit” aanzienlijk kleiner zal zijn. Daarnaast is voor de bebouwing niet uitgegaan van infiltratie van regenwater. Hetgeen in het gebied wel degelijk mogelijk is. Hydrologisch gezien is infiltratie positief maar met betrekking tot de bedreigingen voor de waterwinning zal de belasting zowel voor de diffusebelasting, calamiteiten-risico als handhaving minder goed scoren. Aanvullend is er op kleine schaal nog winst mogelijk door op het riool brengen van de in het gebied aanwezige drukke wegen zoals de Weerseloseweg.

Volgens de meest recente plannen zal de woningdichtheid in 't Vaneker aanzienlijk kleiner worden dan bij aanvang van dit onderzoek werd verwacht (circa 3 woningen/ha). Voor de risico-index betekent dit dat wanneer van deze getallen wordt uitgegaan de "Stap vooruit" alleen nog maar groter wordt.

De gemaakte berekening kan wat dat betreft als een worst case beschouwd worden. Een nadelige ontwikkeling is dat de aan de rand van de bebouwde kom van Enschede aanwezige volkstuinen in tegenstelling tot de verwachtingen zullen blijven bestaan. Dit betekent dat de stap vooruit langs de Vanekerbeek kleiner zal zijn dan verwacht. De verwachting is dat dit vanwege het relatief kleine oppervlak niet opweegt tegen de verbetering ten gevolge van de nog lagere woningdichtheden.

5 Conclusies en mogelijkheden

Grondwaterstandverlagingen

Voor alle varianten geldt dat de grondwaterstandverlagingen groter dan 5 cm beperkt blijven tot de nieuwbouwlocaties. De effecten op de omgeving zijn zeer beperkt. Alleen voor variant 1 is sprake van verlagingen in het beekdalsysteem van de Eschbeek en verlagingen ten noordoosten van het defensieterrein in agrarisch gebied (5 tot 10 cm). Vanwege de minimale grondwaterstandverlagingen en de bodemopbouw is het onwaarschijnlijk dat duidelijke zettingsverschillen zullen optreden.

De grondwaterstandverlagingen worden voor het grootste deel veroorzaakt door het vergroten van de drooglegging op de locaties waar in de huidige situatie sprake is van grondwatertrappen V en III. De effecten van de vermindering van de nuttige neerslag is zeer beperkt. Een duidelijke oorzaak hiervoor is ook de lage woningdichtheid waarvan sprake is. Dit betekent tevens dat indien het mogelijk is om neerslagwater te infiltreren in combinatie met het bouwen op basis van water als ordenend principe (variant 3) dit effect kan worden beperkt tot 0. Door water als ordenend principe te gebruiken wordt het totale oppervlak wel kleiner en daarmee de hoeveelheid woningen. De lagere delen die in principe niet geschikt zijn voor bebouwing kunnen worden gebruikt voor de aanleg van retentievijvers. Uit de infiltratieproeven (zie bijlage 1) is gebleken dat infiltratie mogelijk is. Indien toch gekozen wordt voor het bouwen zoals aangegeven in het masterplan dan kan het effect op de grondwaterstand worden beperkt door het verhoogd aanleggen van wegen in combinatie met kruipruimteloos bouwen en/of het op-hogen van bouwlocaties.

Voor de versterking van de Eschbeek zou het verstandig zijn de afvoer van het centrale deel van de nieuwbouw af te voeren naar de Vanekerbeek om mogelijke verontreinigingen ten gevolge van calamiteiten uit de Eschbeek te houden. Voorwaarde hierbij is wel dat voldoende water beschikbaar moet blijven om de Eschbeek zo lang mogelijk watervoerend te houden.

Bedreigingen voor de waterwinning

De bedreigingen voor de waterwinning aan de Weerseloseweg kunnen door de aanleg van 't Vaneker duidelijk worden verkleind. Door de aanleg van groenstroken als beekbegeleiding langs de Eschbeek en Vanekerbeek wordt de bedreiging van de winning duidelijk kleiner doordat juist in deze stroken sprake is van een hoge fysieke kwetsbaarheid van de winning. Maar ook de aanleg van bebouwing met zeer lage dichtheden (2-5 woningen/ha) is een verbetering met betrekking tot de bedreigingen voor de winning. Wel zullen er aan de wijze van bouwen eisen moeten worden gesteld met betrekking tot het gebruik van duurzame materialen. Infiltratie van regenwater, hetgeen met betrekking tot de hydrologische effecten mogelijk is, zal een ongunstig effect hebben op de bedreigingen voor de waterwinning. Zowel de risico's door diffusebelasting, calamiteiten-risico als handhaving zullen hierdoor worden vergroot. Aanvullend is er op kleine schaal nog winst mogelijk door op het riool brengen van de in het gebied aanwezige drukke wegen zoals de Weerseloseweg.

De mogelijkheden voor het gebruik van B-water zijn klein vanwege de lage woningdichtheid (grote onderlinge afstanden en kleine benodigde of beschikbare waterstromen) en de afwezigheid van industrie in de directe nabijheid van het plangebied. Wel is er in de bouwlocatie voldoende ruimte voor het zuiveren van eigen (grijs)water in, bijvoorbeeld, helofytenfilters. Uit het oogpunt van risico's voor de waterwinning is dit echter ongewenst.

De volgens de nieuwste plannen te verwachten lagere woningdichtheden zullen in de praktijk niet leiden tot een verslechtering van de in dit onderzoek gebruikte woningdichtheden. De resultaten van dit onderzoek kunnen wat dat betreft als een worst-case beschouwd worden.

6 Literatuurlijst

- Buishand en Velds, 1980. *Neerslag en Verdamping. Klimaat van Nederland I*. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- DLG, 2000. *Voorontwerp raamplan, Enschede Noord*. Zwolle.
- Gemeente Enschede, 2000. *Kadernotitie, randvoorwaarden en uitgangspunten voor de ontwikkeling van 't Vaneker en Het Brunink*. Enschede.
- Huyskes, H.G.M., 1999. *Enschede-Noord, Hydrologie en waterhuishouding*. Dienst Landelijk Gebied, Zwolle.
- IWACO, 1998. *Een stap vooruit voor grondwaterbescherming*. Groningen
- Ngo, 1998. *Optimalisatie infiltratie- en onttrekkingssysteem Weerseloseweg, rapportage fase 1 en fase 2*. WMO, afdeling Strategie en Grondstof, Zwolle.
- Ngo, 1999. *Optimalisatie infiltratie- en onttrekkingssysteem Weerseloseweg, rapportage fase 3, 4, 5 en 6*. WMO, afdeling Strategie en Grondstof, Zwolle.
- RIVM, 1987. *Kwetsbaarheid van het grondwater (deel 65)*. RIVM, Stiboka en RGD.
- TAUW, 1996. *Leidraad aan- en afkoppelen verharde oppervlakken, basisdocument*, Deventer.
- Van der Woning, 2000. *Gebiedsvisie Weerseloseweg, kansen en bedreigingen van de ruimtelijke ontwikkelingen voor de drinkwaterwinning*. RUG, Groningen.
- Wissing stedenbouw en ruimtelijke vormgeving b.v., 2000. *Aanzet hoofdstuk planstructuur, Masterplan 't Vaneker Enschede*. Barendrecht.

Bijlage 1 Infiltratieproeven

Veldwerk

Algemeen

De inrichting en de wijze van de nieuwbouw in 't Vaneker wordt in belangrijke mate bepaald door de mogelijkheden die de fysieke omgeving biedt. Een belangrijke factor hierin is de mogelijkheid om verhard oppervlak af te koppelen en het water te infiltreren. Deze mogelijkheden worden bepaald door de doorlatendheid van de bodem enerzijds en de aanwezige grondwaterstand anderzijds. De doorlatendheid bepaalt of de bodem voldoende capaciteit heeft om het water te infiltreren. Aangezien hierbij lokaal sprake zal zijn van een verhoging van de grondwaterstand moeten de initiële grondwaterstanden niet te hoog zijn.

Infiltratieproef

Om de doorlatendheid van de bodem te schatten zijn op twee locaties infiltratieproeven uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de omgekeerde boorgatmethode. Bij deze methode wordt een boorgat gevuld met water. De snelheid waarmee de waterstand in het boorgat daalt, is een maat voor de doorlatendheid. Daar men boven de grondwaterstand in de onverzadigde grond meet, is voor aanvang van de metingen het boorgat een aantal malen gevuld met water waardoor sprake wordt van een nagenoeg verzadigde situatie. Deze methode is zeer bruikbaar voor de bepaling van de orde van grootte van de doorlatendheid. De metingen zijn uitgevoerd met dataloggers (divers) met een meetfrequentie van 1 meting per seconde.

Het verloop van de grondwaterstand vormt een logaritmische functie (eerst snel en vervolgens steeds langzamer verlopend tot een bepaald limiet). De doorlatendheid kan worden bepaald met behulp van de formule:

$$k = 1,15r \frac{\log(h_0 + r/2) - \log(h_t + r/2)}{t}$$

met:

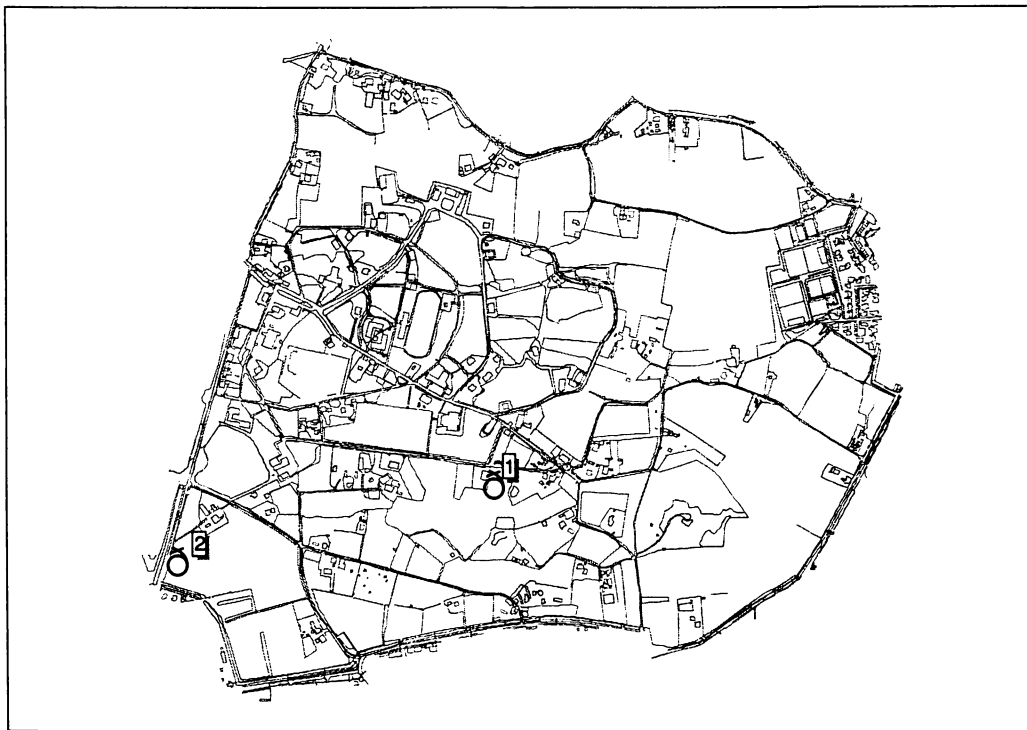
k : doorlatendheid (m/dag);

r : straal van het boorgat (m);

t : tijd in dagen;

h_0 : initiële grondwaterstand (m t.o.v. referentie);

h_t : grondwaterstand op tijdstip t (m t.o.v. referentie).

Figuur 2. Locatie boorgatmetingen

Door $\log(h_t + r/2)$ uit te zetten tegen de tijd wordt een bij benadering rechte lijn verkregen. Voor het bepalen van een gemiddelde doorlatendheid over deze periode kan de formule worden aangepast tot:

$$k = 1,15r \tan \alpha$$

waarbij α overeenkomt met de hoek die deze recht vormt.

De locaties van de metingen is weergegeven in figuur 2. De locaties zijn mede bepaald door de locatie van eigendommen van de gemeente Enschede.

Locatie 1 bevindt zich in een beekerdgrond (dunne (15-30 cm) humushoudende deklaag en matig fijn zand) met een grondwatertrap VIo. Locatie 2 bevindt zich in een humuspodzolgrond met een grondwatertrap VIo. Voor aanvang van de metingen is het boorgat tweemaal gevuld met water om een zo hoog mogelijke verzadigingsgraad te bereiken.

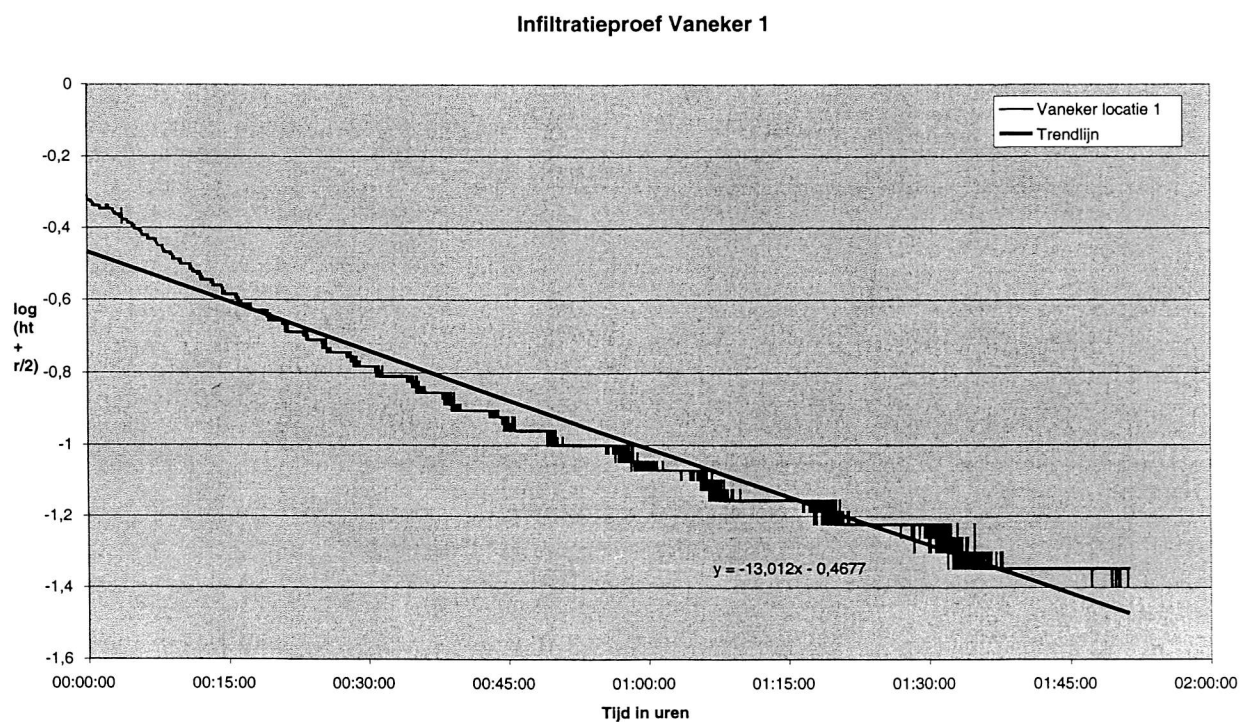
De resultaten van de infiltratieproeven zijn weergegeven in figuur 3 en 4. In deze figuur is $\log(h_t = r/2)$ uitgezet tegen de tijd. Met behulp van de trendlijn is vervolgens de doorlatendheid te bepalen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Resultaten infiltratieproef

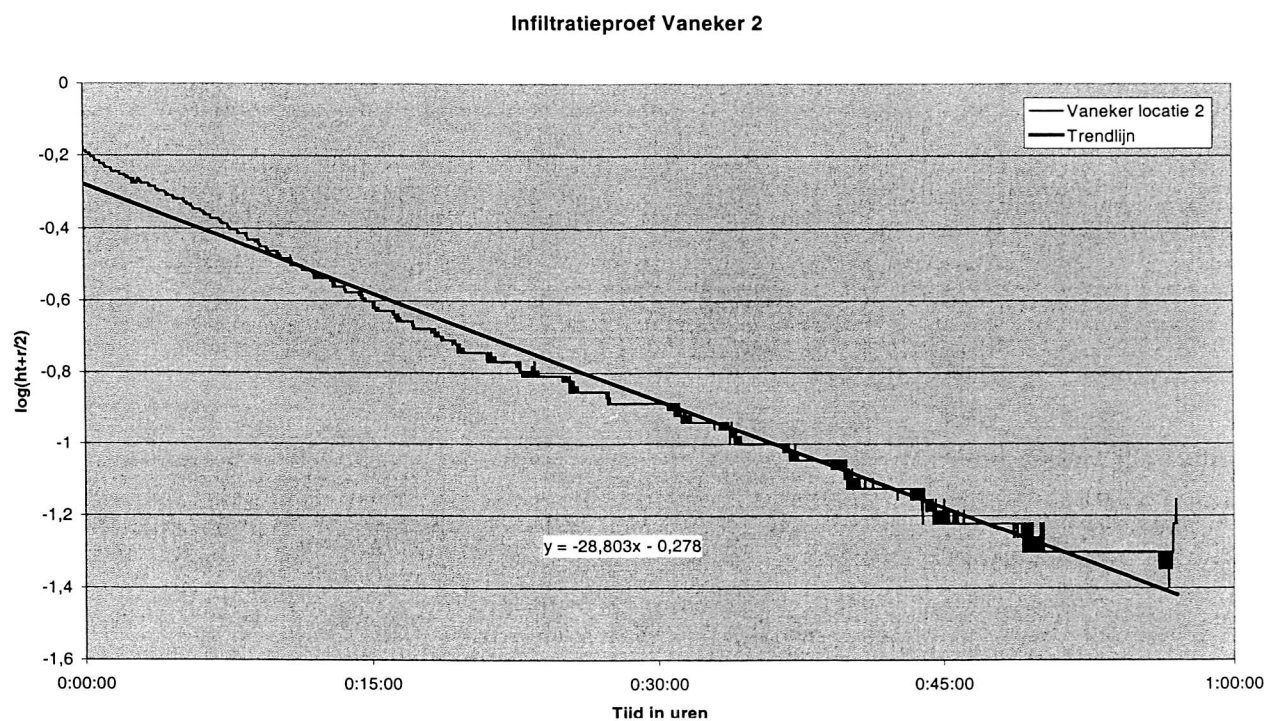
Locatie	k (m/dag)
Locatie Vaneker 1	0,9
Locatie Vaneker 2	2,0

Infiltratie met behulp van wadi's wordt op basis van deze getallen mogelijk geacht (TAUW, 1996). Toenemend inzicht heeft er toe geleid dat ook infiltratie met behulp van putten, sleuven of bedden mogelijk wordt geacht (Mondelinge mededeling Pieter Bode, Gemeente Enschede).

Figuur 3. Resultaat infiltratieproef Vaneker 1



Figuur 4. Resultaat infiltratieproef Vaneker 2



Bijlage 2 Berging

Bergingsberekening
Vaneker Variant 1

Invoergegevens

Afstromend gebied

Afstromend oppervlak

13,8

ha

Gebiedsberging

10

mm

Afstromingspercentage

100

%

Bergingsvijver

Lengte vijver

80

m

Breedte vijver

80

m

Talud

1:

2

-

Uitlaat

constant

2,4

l/s/ha

Neerslag (Buishand en Velds)

Herhalingstijd

50

jaar

Duur

75

minuten

Buipiek

0,67

-

Resultaten

Oppervlak open water

0,64

ha

Percentage open water

4,6

%

Totale neerslagdiepte

37,9

mm

Uitlaatdebiet

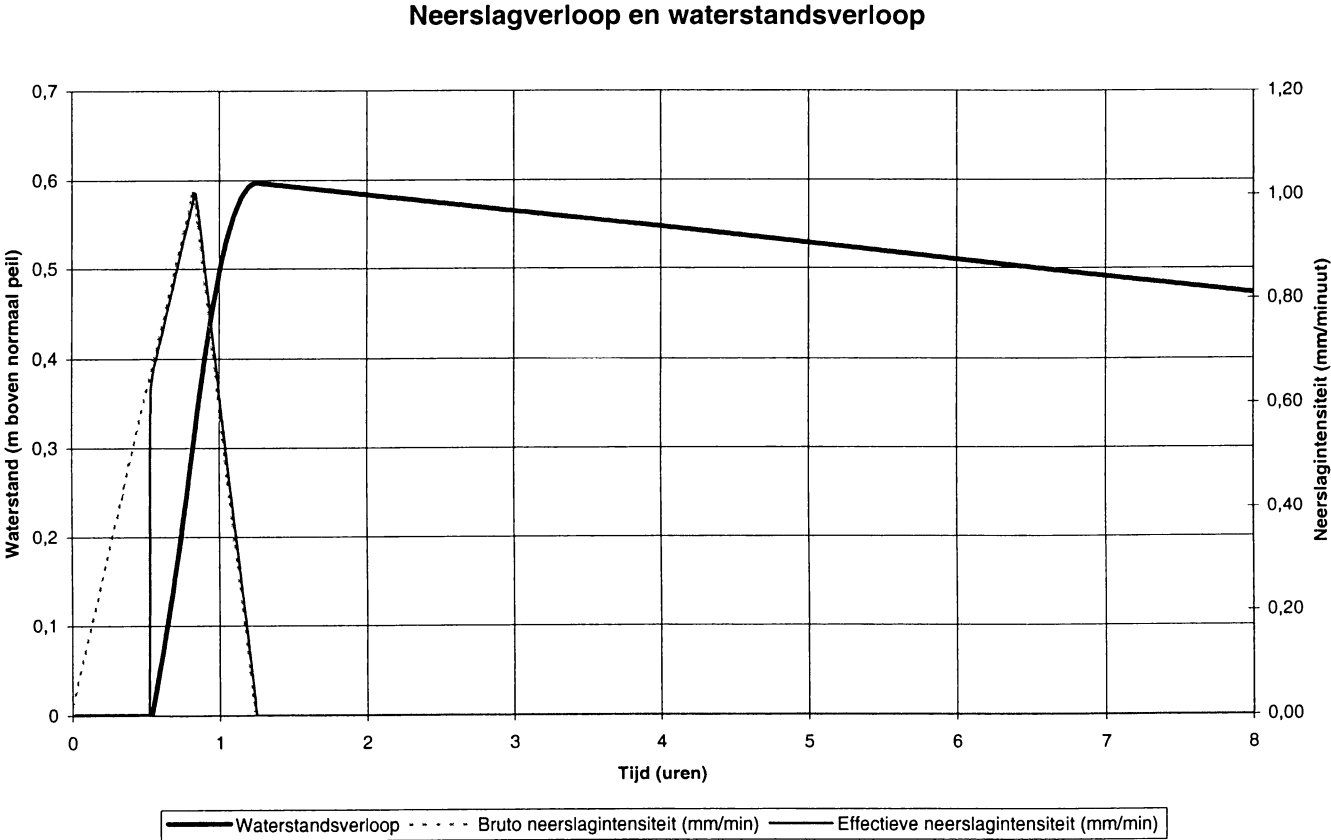
124,7616

m3/uur

Maximale stijging

0,60

m



Bergingsberekening Vaneker Variant 2

Invoergegevens

Afstromend gebied

Afstromend oppervlak	11,4 ha
Gebiedsberging	10 mm
Afstromingspercentage	100 %

Bergingsvijver

Lengte vijver	70 m
Breedte vijver	75 m
Talud	1: 2 -

Uitlaat

constant	2,4 l/s/ha
----------	------------

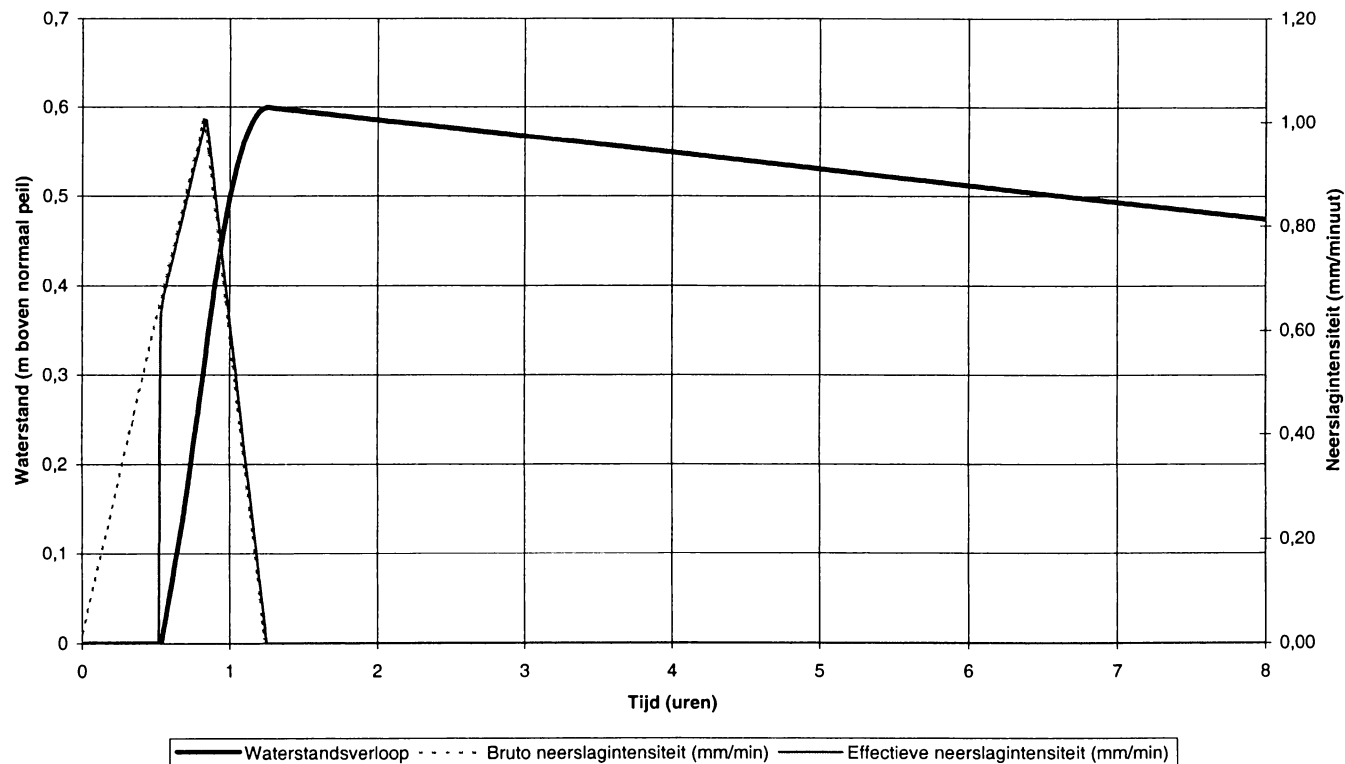
Neerslag (Buishand en Velds)

Herhalingstijd	50 jaar
Duur	75 minuten
Buipiek	0,67 -

Resultaten

Oppervlak open water	0,525 ha
Percentage open water	4,6 %
Totale neerslagdiepte	37,9 mm
Uitlaatdebiet	103,032 m3/uur
Maximale stijging	0,60 m

Neerslagverloop en waterstandsverloop

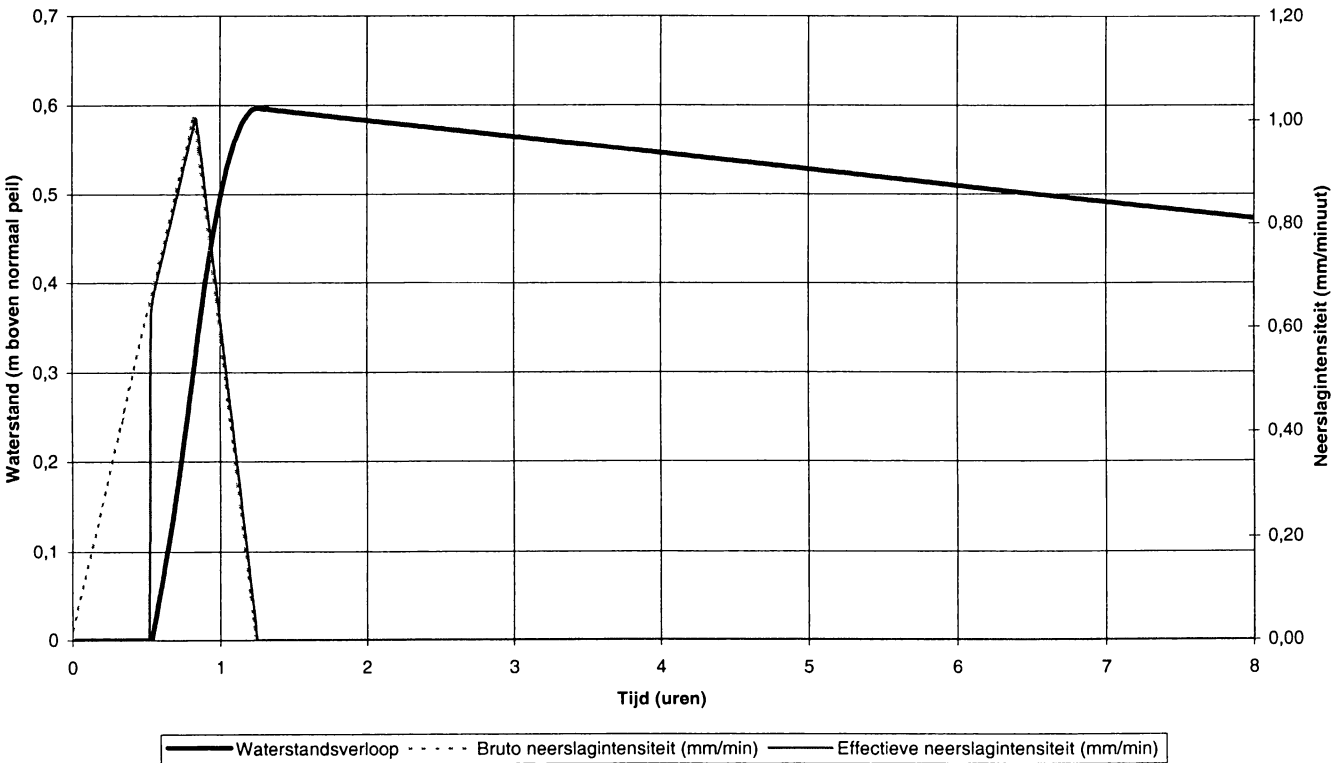


Bergingsberekening
Vaneker Variant 3

Invoergegevens	
Afstromend gebied	
Afstromend oppervlak	11,2 ha
Gebiedsberging	10 mm
Afstromingspercentage	100 %
Bergingsvijver	
Lengte vijver	70 m
Breedte vijver	74 m
Talud	1: 2 -
Uitlaat	
constant	2,4 l/s/ha
Neerslag (Buishand en Velds)	
Herhalingstijd	50 jaar
Duur	75 minuten
Buipiek	0,67 -

Resultaten	
Oppervlak open water	0,518 ha
Percentage open water	4,6 %
Totale neerslagdiepte	37,9 mm
Uitlaatdebiet	101,2435 m3/uur
Maximale stijging	0,60 m

Neerslagverloop en waterstandsverloop



Bijlage 3 Reflect

Beschrijving van de Reflect® methodiek

Algemeen

De kwetsbaarheid van de bodem wordt bepaald met behulp van de Reflect® systematiek. Deze systematiek is ontwikkeld door IWACO B.V. en KIWA N.V. Reflect® is een model waarmee de bedreiging voor een grondwaterwinning voor verschillende ruimtelijke inrichtingen kan worden ingeschat. Die bedreiging heeft betrekking op de kwaliteit van de grondstof voor de drinkwatervoorziening en wordt bepaald door twee factoren.

Allereerst de *belasting van het grondwater* die uiteindelijk de winning kan bereiken.

Die belasting is gerelateerd aan functies of landgebruiken.

De tweede factor die de bedreiging voor een grondwaterwinning bepaalt, is de *kwetsbaarheid*. Deze hangt samen met 'fysieke' omstandigheden, zoals bodemtype, de dikte en aard van een eventuele deklaag en de verblijftijd in het watervoerende pakket.

Het model moet gevoed worden met kaarten waarin al deze aspecten zijn weergegeven, alsmede met een waardering van deze aspecten.

Onder kwetsbaarheid van de bodem wordt hier verstaan de mate waarin stoffen vanaf maaiveld uitspoelen naar het grondwater en uiteindelijk bij de winputten wordt opgepompt. Indien stoffen voor een groot deel door de bodem worden tegengehouden door o.a. afbraak en vastlegging is de bodem weinig kwetsbaar. Indien stoffen vanaf maaiveld zonder veel belemmeringen en snel naar de winning kunnen stromen is er sprake van hoge kwetsbaarheid.

De kwetsbaarheidsfactoren in Reflect®

De mate van kwetsbaarheid van de bodem en de kwetsbaarheidsfactoren zijn uitgedrukt in een score van 1 tot en met 10. Een score van 10 geeft aan dat de bodem zeer kwetsbaar is. Een score van 1 betekent dat de bodem weinig kwetsbaar is. De score voor de kwetsbaarheid is gebaseerd op een gewogen gemiddelde van de score van de kwetsbaarheidsfactoren.

In de Reflect® systematiek worden de volgende drie kwetsbaarheidsfactoren onderscheiden:

- De kwetsbaarheid van de bovengrond (< 1,20 m–mv).
- De kwetsbaarheid van de ondergrond (alles tussen 1,2 m –mv en de bovenkant van het watervoerende pakket).
- De verblijftijd van het grondwater in het watervoerende pakket.

Ad 1. Kwetsbaarheid van de bovengrond (< 1,20 m–mv)

De bovengrond is hier gedefinieerd als de bovenste 1,2 m van de bodem. In dit geheel of gedeeltelijk onverzadigde deel van de bodem vinden veel biochemische processen plaats. Door processen als vastlegging, omzetting en afbraak wordt de uitspoeling van stoffen verminderd en neemt de kwetsbaarheid af. Het organische stofgehalte en het lutumgehalte van de bodem hebben een grote invloed op deze processen in de bovengrond.

Ad 2. Kwetsbaarheid van de ondergrond (alles tussen 1,2 m –mv en de bovenkant van het watervoerende pakket)

De kwetsbaarheid van de ondergrond is gerelateerd aan de eigenschappen van de slecht doorlatende lagen tussen de bovengrond (tot 1,2 m –mv) en de bovenkant van het watervoerende pakket. De aanwezigheid van dikke slecht doorlatende lagen in de ondergrond resulteren in een lagere score kwetsbaarheid voor de winning. De toekenning van scores voor de ondergrond is deels gebaseerd op de methodiek zoals beschreven in deel 65 van de bodembeschermingreeks “Kwetsbaarheid van het grondwater” [RIVM, 1987].

Ad 3. De verblijftijd van het grondwater in het watervoerende pakket

De totale verblijftijd van water in de bodem totdat het wordt opgepompt bij de putten is opgebouwd uit drie trajecten, waarbij het laatste traject het belangrijkste is.

Verblijftijd in de onverzadigde zone.

Verblijftijd in de verzadigde lagen boven het watervoerende pakket.

Verblijftijd in het watervoerende pakket.

In dunne onverzadigde zones zoals die algemeen voorkomen in Nederland, is de verblijftijd zeer gering in vergelijking met de verblijftijd in het watervoerende pakket. In deze systematiek wordt daarom in principe geen rekening gehouden met verblijftijd in de onverzadigde zone. De verblijftijd in het watervoerende pakket geeft aan hoeveel tijd er is om in geval van ontoelaatbare verontreiniging van het bovenste grondwater maatregelen te treffen. Daarnaast heeft de verblijftijd in het watervoerende pakket invloed op de mate waarin de grondwaterverontreiniging wordt afgevlakt.

Bepaling kwetsbaarheid uit de afzonderlijke kwetsbaarheidsfactoren

Van de drie factoren die de kwetsbaarheid van de bodem bepalen worden digitale kaarten vervaardigd. Aan de betreffende kaarten worden scores voor de kwetsbaarheid toegekend. De scores verlopen van 1, voor weinig kwetsbaar, tot en met 10 voor zeer kwetsbaar. Uit deze drie afzonderlijke kaarten wordt vervolgens een score voor de kwetsbaarheid berekend. Hiertoe worden aan de afzonderlijke parameters weegfactoren gehangen. Deze wegingsfactoren bepalen hoe zwaar de betreffende factor meeweegt bij de bepaling van de kwetsbaarheid. In de default situatie worden alle drie de parameters even zwaar meegewogen.

De score voor de kwetsbaarheid wordt met de volgende formule berekend. De letters a, b en c staan hier voor de afzonderlijke wegingsfactoren. De drie kaarten voor de kwetsbaarheidfactoren zijn gewaardeerd van 1 tot en met 10. Het resultaat, de score van de kwetsbaarheid, zal eveneens een kaart zijn met een scoreverloop van minimum 1 en maximaal 10 zijn.

Formule 2. Berekening voor het bepalen van de kwetsbaarheid van de bodem.

$$Kwetsbaarheid = \frac{a * score_bovengrond + b * score_ondergrond + c * score_verblijftijd}{a + b + c}$$

Voor het gebied van 't Vaneker is door het WMO reeds een kwetsbaarheidskaart vervaardigd (Van der Woning, 2000). Deze kaart is voor het onderhavige onderzoek gebruikt.

Belasting

De grondwatervoorraad wordt gevoed door water dat via het maaiveld of een waterbodembodem infiltreert. Dit infiltrerende water neemt stoffen mee vanaf het maaiveld of uit het oppervlaktewater. Deze stoffen kunnen vervolgens het grondwaterverontreinigen en zodoende een bedreiging vormen voor de drinkwaterbereiding.

Het maaiveld is over het algemeen ingericht ten behoeve van één of meerdere “ruimtelijke functies”. Zowel de functie als de inrichting bepalen in hoge mate welke stoffen in welke mate in de aanpalende milieucompartiment (bodem, lucht en water) zullen vrijkomen.

Het systeem evalueert de belasting bij een bepaalde inrichting, volgens de opgegeven scores voor de belasting per functie. Het dynamische aspect kan geëvalueerd worden door het opstellen van scenario's, waarin de veranderde inrichting en gewijzigde belastingsniveaus per functie zijn vastgelegd.

Toekennen scores

Het toekennen van scores aan de risico's van een functie voor de grondwaterkwaliteit op basis van een individuele inschatting door een willekeurige groep van personen is per definitie een subjectieve zaak. Elke gevraagde persoon heeft slechts een beperkt aantal bepalende aspecten paraat en zal dienovereenkomstig een score toekennen. Door ontleding van de risico's in deelaspecten, het meewegen van de onzekerheden in de beoordeling en door het toevoegen van bekende belastingsniveaus van verschillende stoffen uit diverse functies kan de eenduidigheid van de risicotoekenning aanzienlijk toenemen.

Het risico van een functie voor de grondwaterkwaliteit is opgesplitst in drie factoren:

- diffuse belasting;
- calamiteiten;
- handhaafbaarheid.

De score voor elke factor wordt bepaald door de mogelijke stoffen waarom het gaat en (afhankelijk van de factor) de frequentie van voorkomen).

De totale score voor diffusebelasting, het calamiteitenrisico en de handhavingsmogelijkheden wordt het totale belastingsrisico vastgesteld. Het is moeilijk te zeggen in welke mate de drie factoren bijdragen aan het totaal. Een insteek hierbij kan zijn dat aan de diffuse belasting het grootste gewicht wordt toegekend omdat deze deels op basis van bestaande gegevens is vastgesteld, terwijl de twee andere aspecten geschat zijn. De berekening van de totaalscore ziet er als volgt uit:

$$Totaal_score = \frac{a * diffuse_score + b * calamiteit_score + c * handhavings_score}{a + b + c}$$

Waarin a, b en c de gewichtsfactoren voorstellen.

In eerste instantie zijn voor de belasting (diffuus, calamiteit en handhaafbaarheid) de standaardwaarden van Reflect gebruikt voor zover er voor de betreffende functie standaardwaarden aanwezig zijn.

Als gewichtsfactoren is voor het onderhavige onderzoek gebruik gemaakt van de gewichtsfactoren 3:2:1 aangezien deze het meest gebruikelijk zijn (bijv. IWACO, 1998).

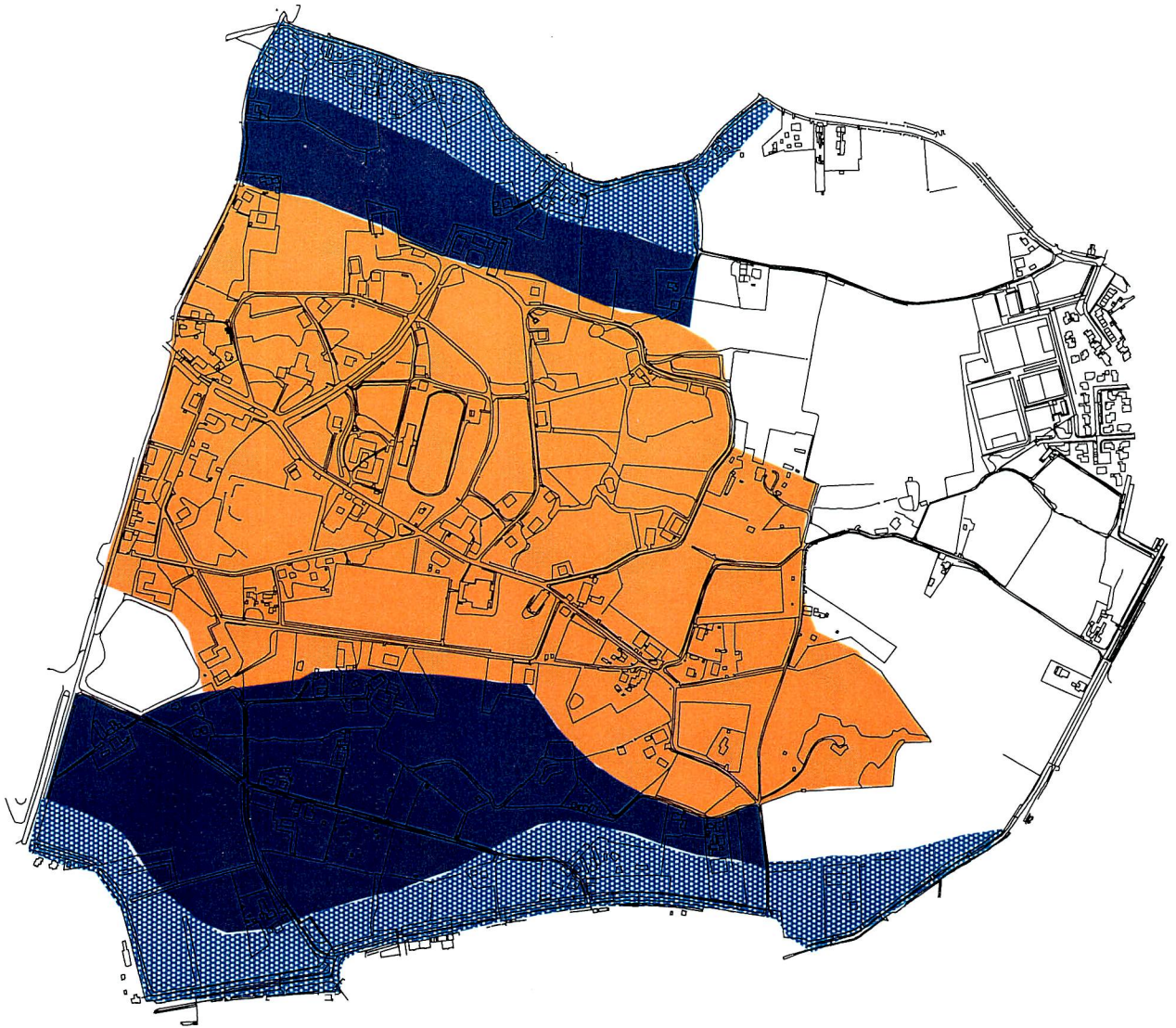
Risico-index

De risico-index is een maat voor het risico van verontreiniging van de grondwaterwinning. Naar mate de index hoger wordt, neemt het risico voor de grondwaterwinning toe. Om te komen tot een risico-index worden de fysische kwetsbaarheid en de belasting met elkaar gecombineerd volgens de formule:

$$Risico_index = (kwetsbaarheids_score)^A * (belasting_score)^B$$

Waarbij A en B samen gelijk moeten zijn aan 1. In het onderhavige onderzoek zijn beide factoren 0,5.

Figuren



Legenda

 groen

 2-5 woningen/ha

 10-15 woningen/ha

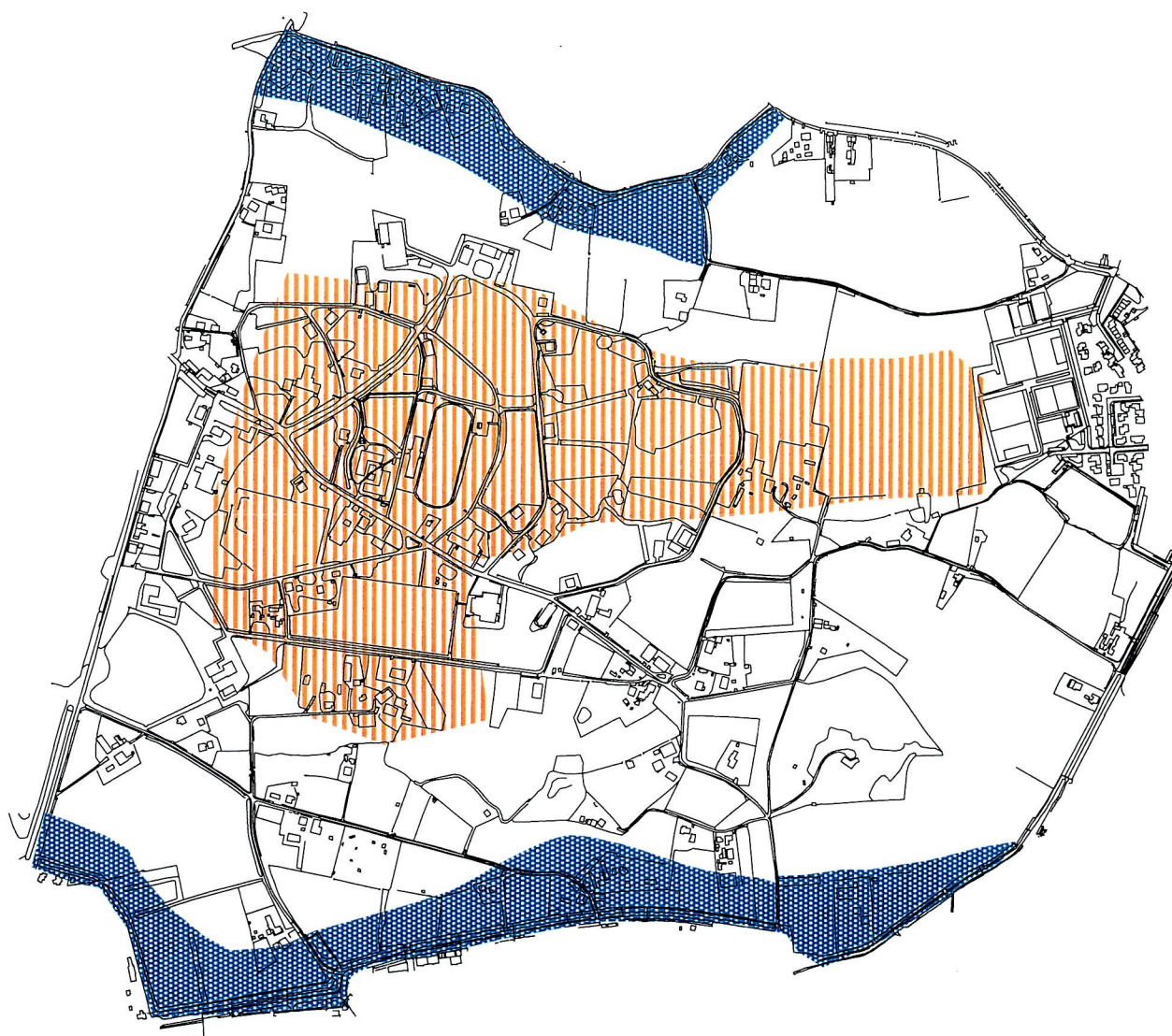
r:\proj\dms\26098\gis\avproj\reflect-vaneker-deel2.apr

A	23-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
Opdrachtgever					
Gemeente Enschede					
Project					
Vaneker					
Omschrijving					
Inrichting nieuwbouw variant 1					
Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:11000	3.1	--	26098-005	5

IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen



Legenda

-  wonen, lage dichtheid, duurzaam (nieuw)
-  groen

A	23-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.

Opdrachtgever

Gemeente Enschede

Project

Vaneker

Omschrijving

Inrichting nieuwbouw variant 2

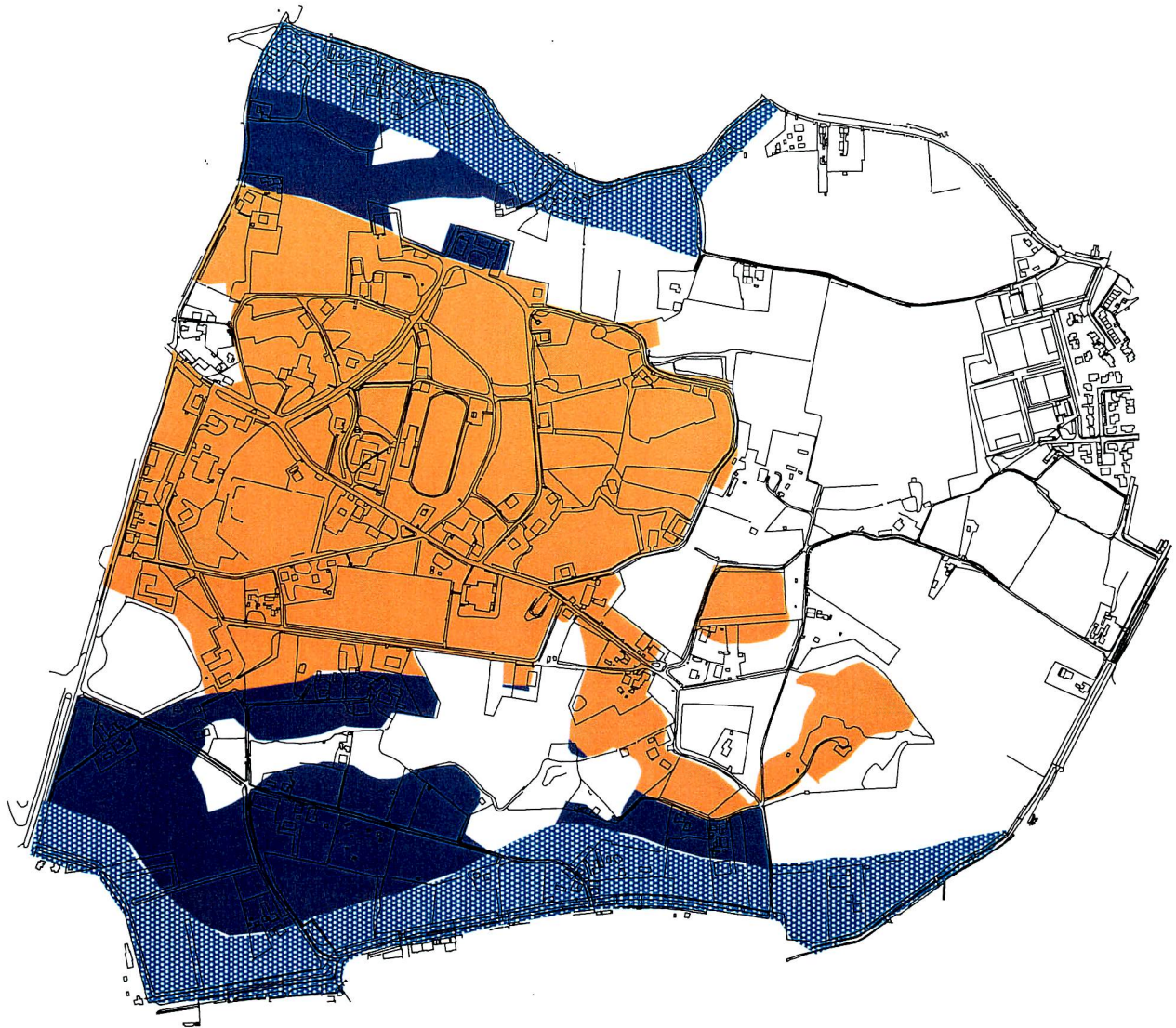
IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:11000	3.1	--	26098-007	7

r:\projdirs\26098\gis\avproj\reflect-vaneker-deel2.apr



Legenda

-  groen
-  2-5 woningen/ha
-  10-15 woningen/ha

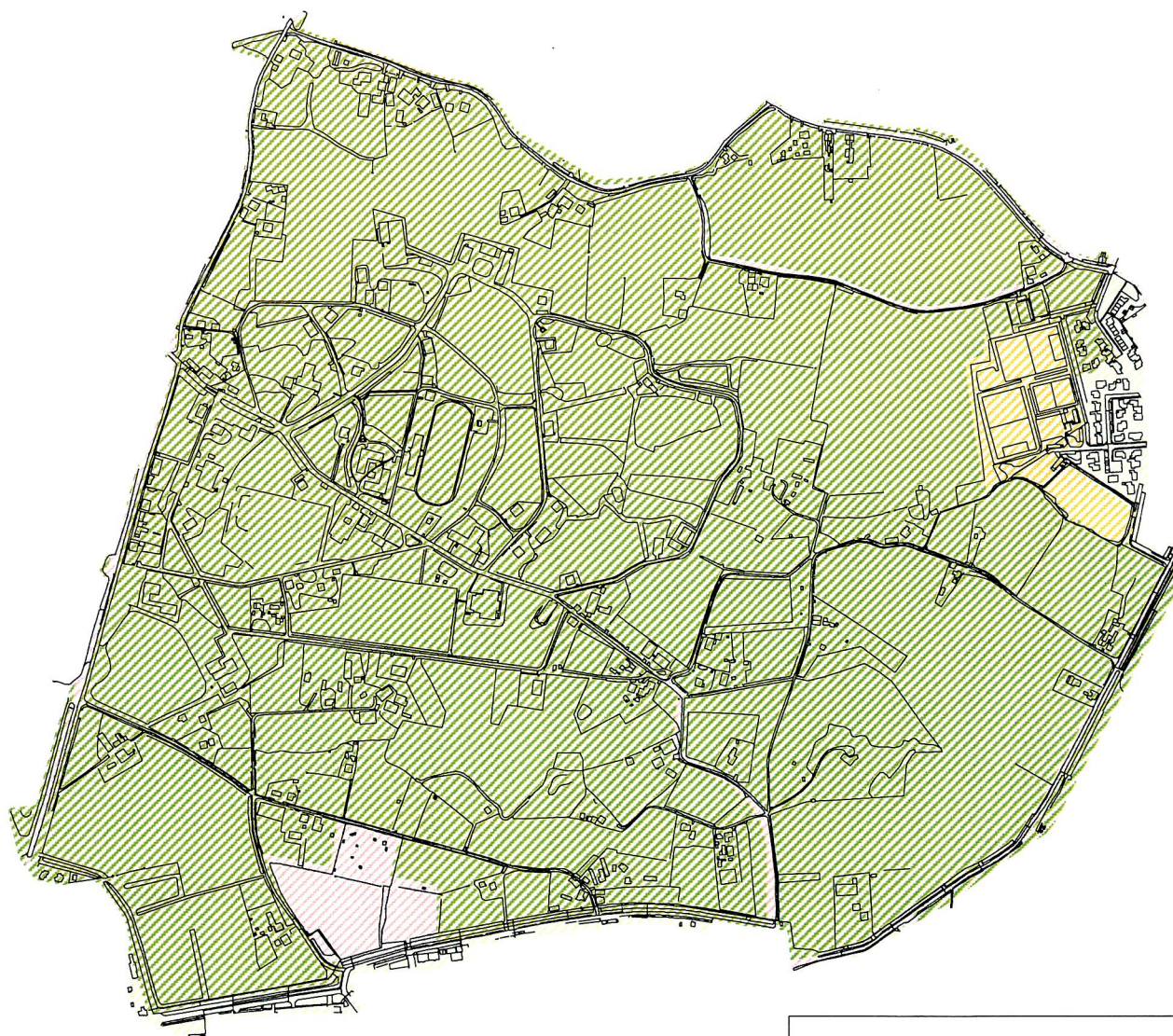
r:\proj\dirs\26098\gis\lavproj\reflect-vaneker-deel2.apr

A	23-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
Opdrachtgever					
Gemeente Enschede					
Project					
Vaneker					
Omschrijving					
Inrichting nieuwbouw variant 3					
Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:11000	3.1	--	26098-009	9

IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen



Legenda

Functionele belasting

	0 - 1		5 - 6
	1 - 2		6 - 7
	2 - 3		7 - 8
	3 - 4		8 - 9
	4 - 5		9 - 10

A	21-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.

Opdrachtgever

Gemeente Enschede

Project

Vaneker

Omschrijving

Functionele belasting huidige situatie

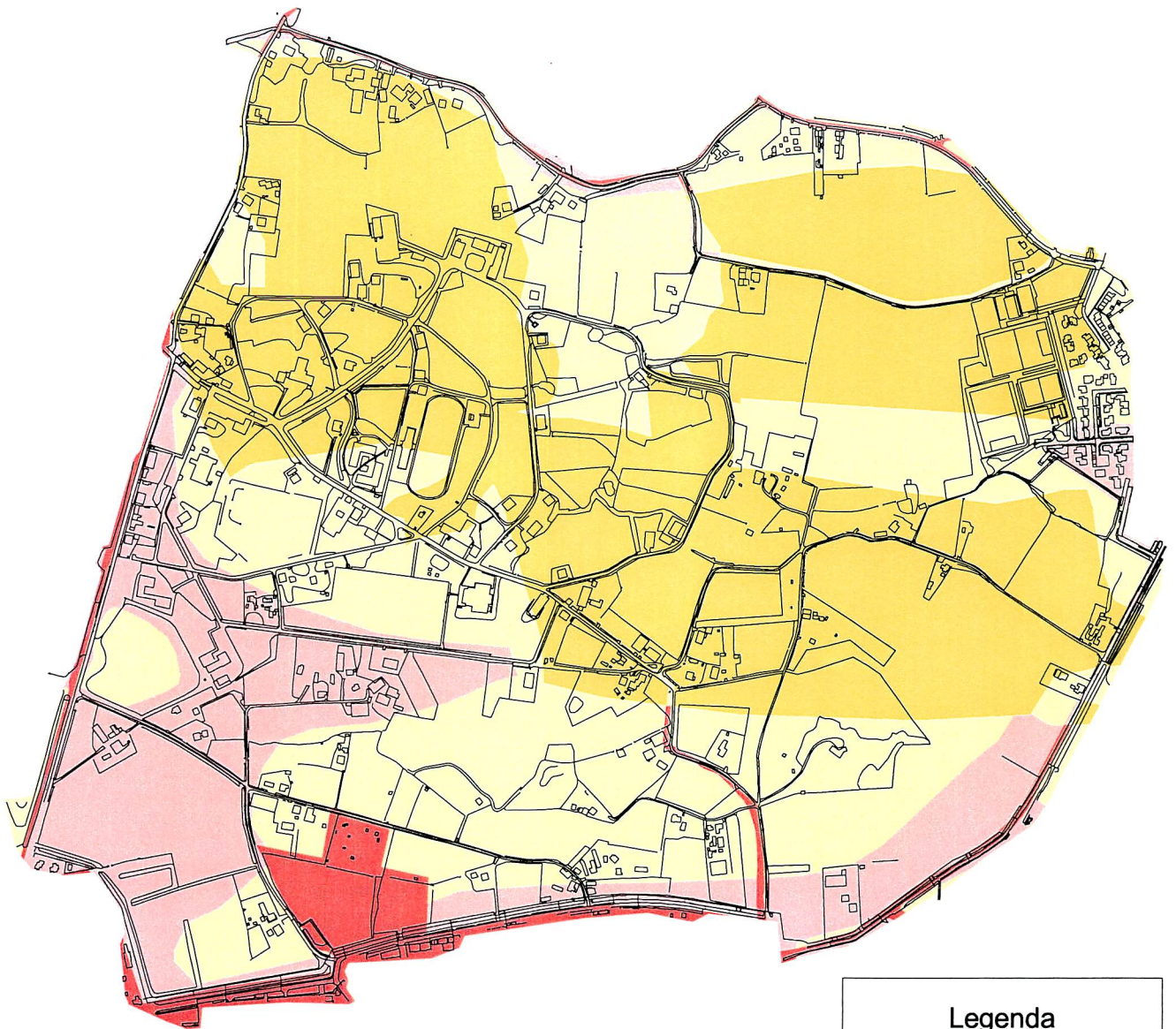
IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen

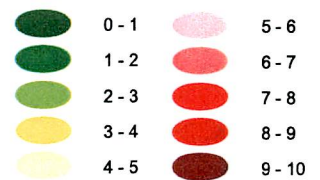
Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:11000	3.1	--	26098-011	11

r:\proj\dms\26098\gis\layproj\reflect-vaneker-deel2.apr



Legenda

Risico-index



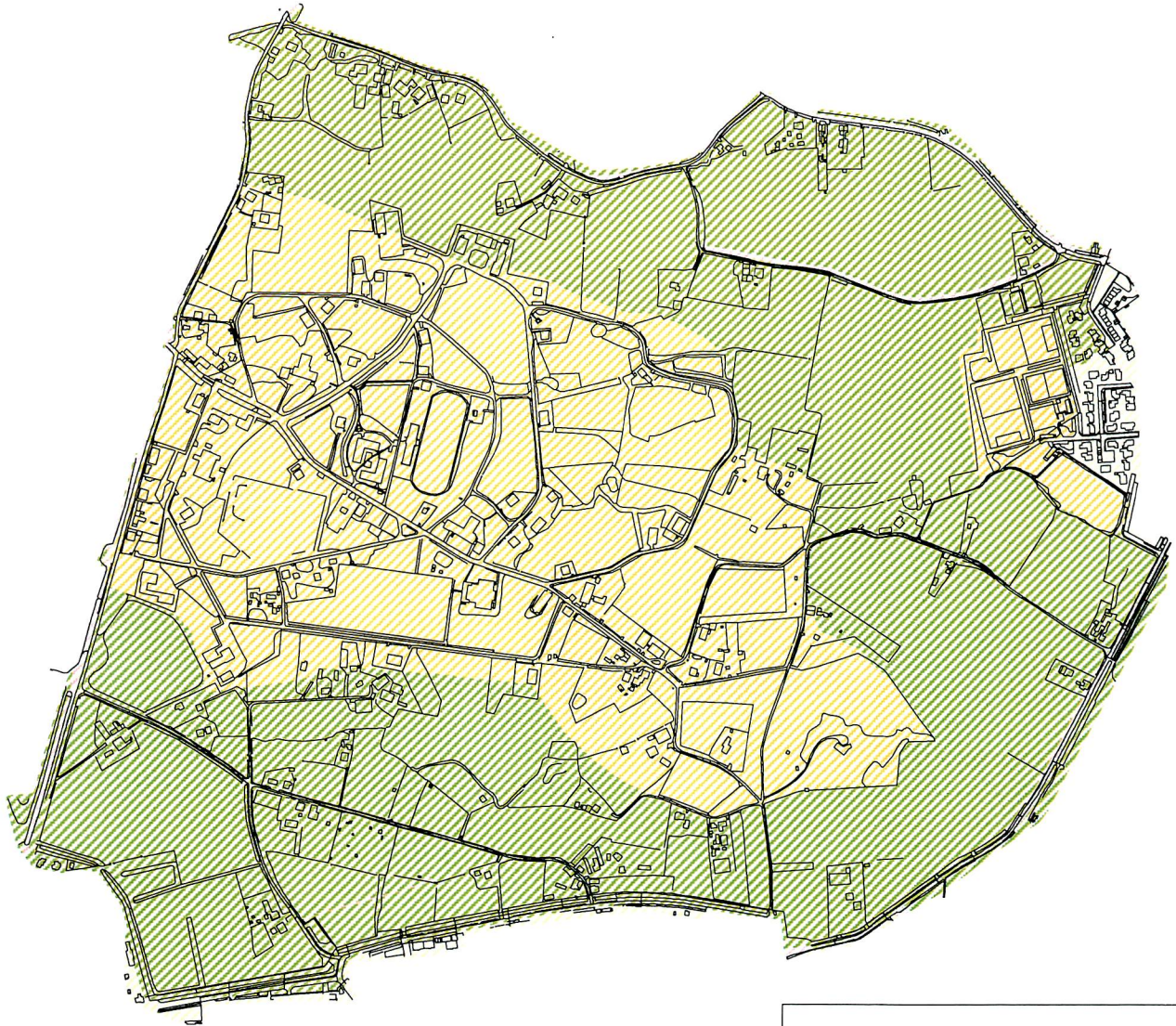
A	21-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
Opdrachtgever					
Gemeente Enschede					
Project					
Vaneker					
Omschrijving					
Risico-index huidige situatie					
Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:10505	3.1	--	26098-012	12

IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen

r:\proj\dms\26098\gis\avproj\reflect-vaneker-deel2.apr



Legenda

Functionele belasting

	0 - 1		5 - 6
	1 - 2		6 - 7
	2 - 3		7 - 8
	3 - 4		8 - 9
	4 - 5		9 - 10

A	21-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
Opdrachtgever					
Gemeente Enschede					
Project					
Vaneker					
Omschrijving					
Functionele belasting variant 1					

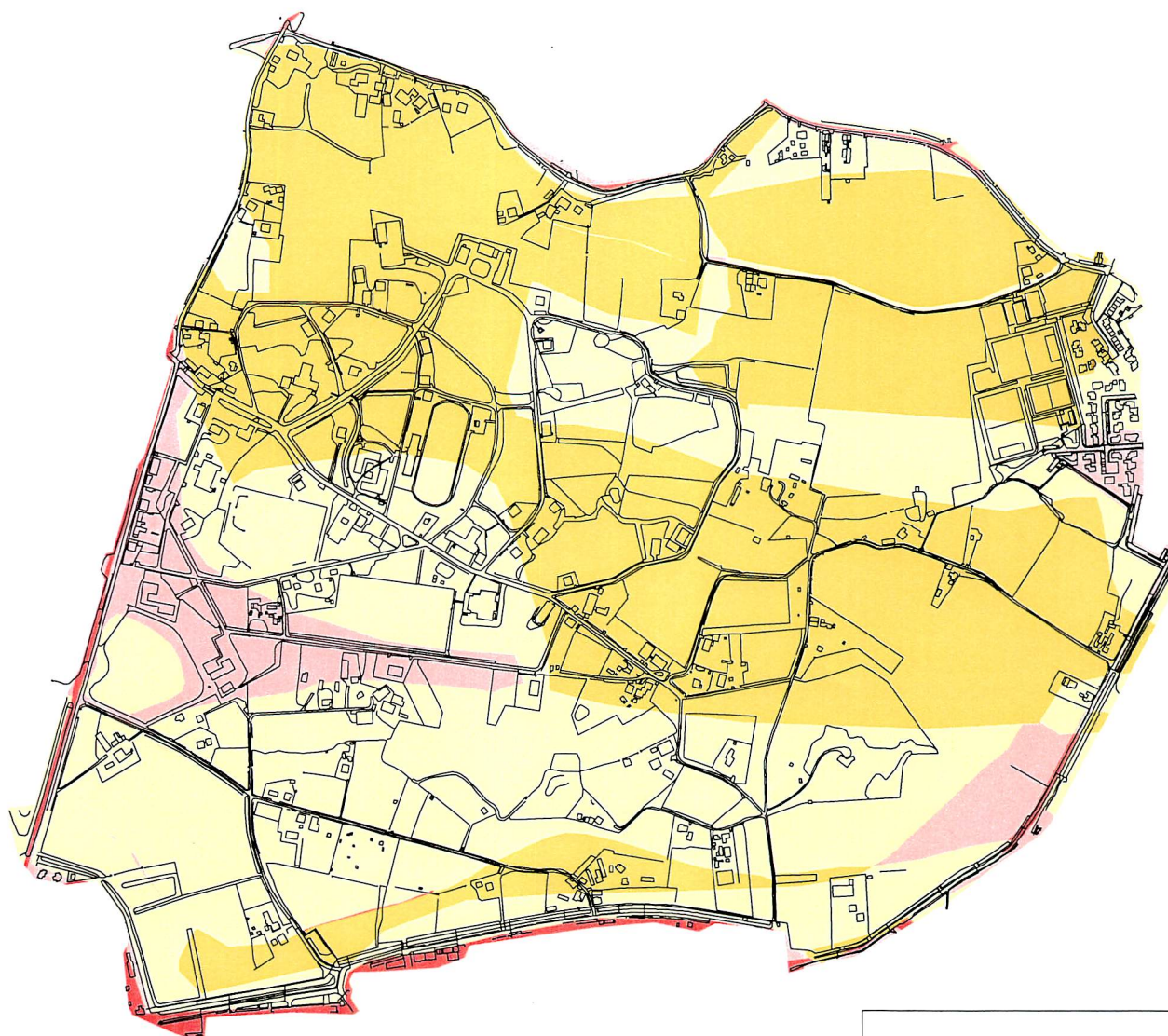
IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen

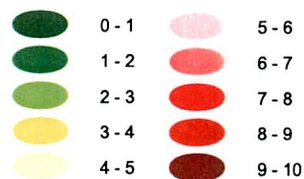
Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:11000	3.1	--	26098-013	13

r:\proj\dms\26098\gis\avproj\reflect-vaneker-deel2.apr



Legenda

Risico-index



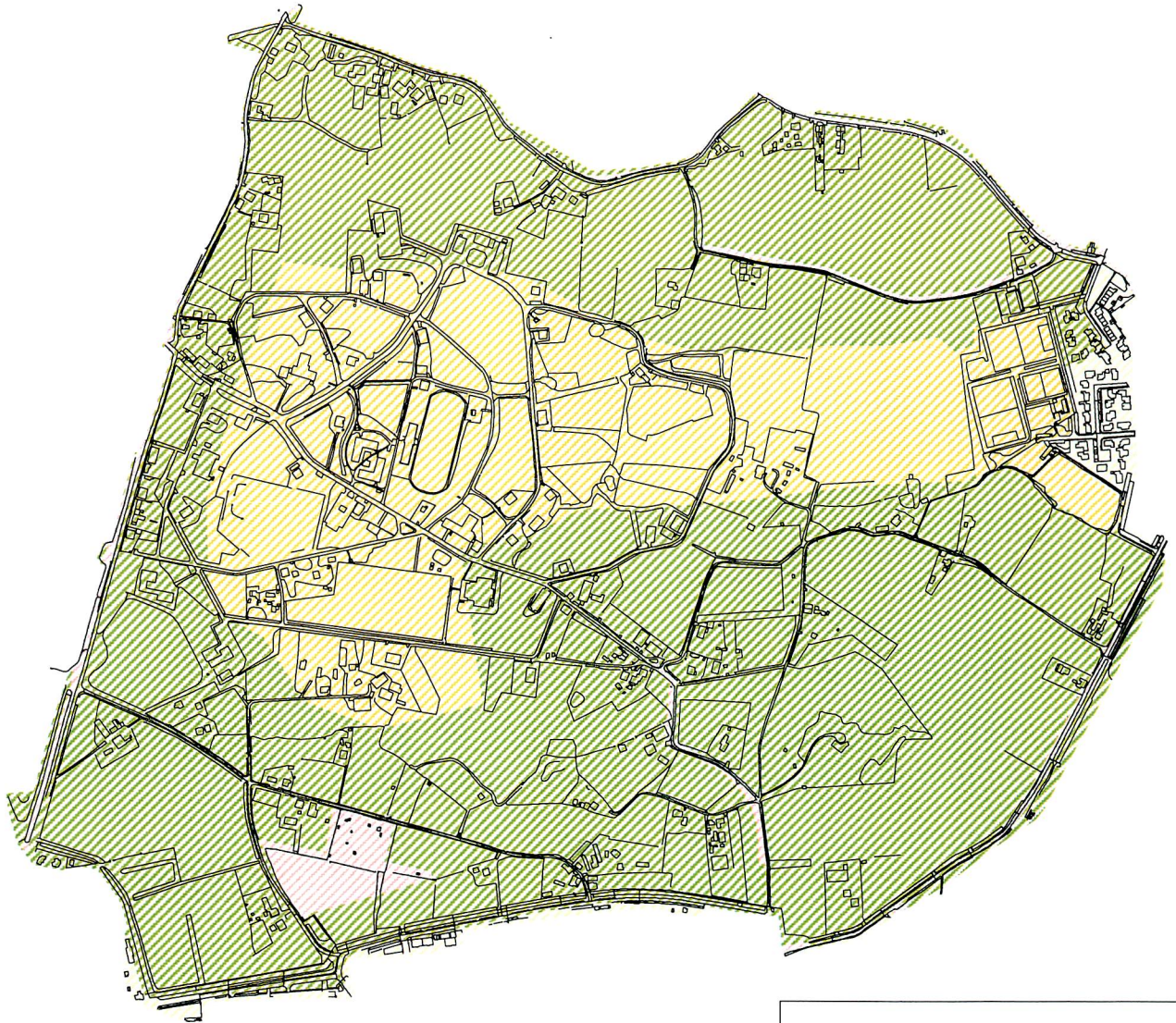
r:\proj\dts\26098\gis\avproj\reflect-vaneker-deel2.apr

A	21-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
Opdrachtgever					
Gemeente Enschede					
Project					
Vaneker					
Omschrijving					
Risico-index variant1					
Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:11000	3.1	--	26098-014	14

IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen



Legenda

Functionele belasting

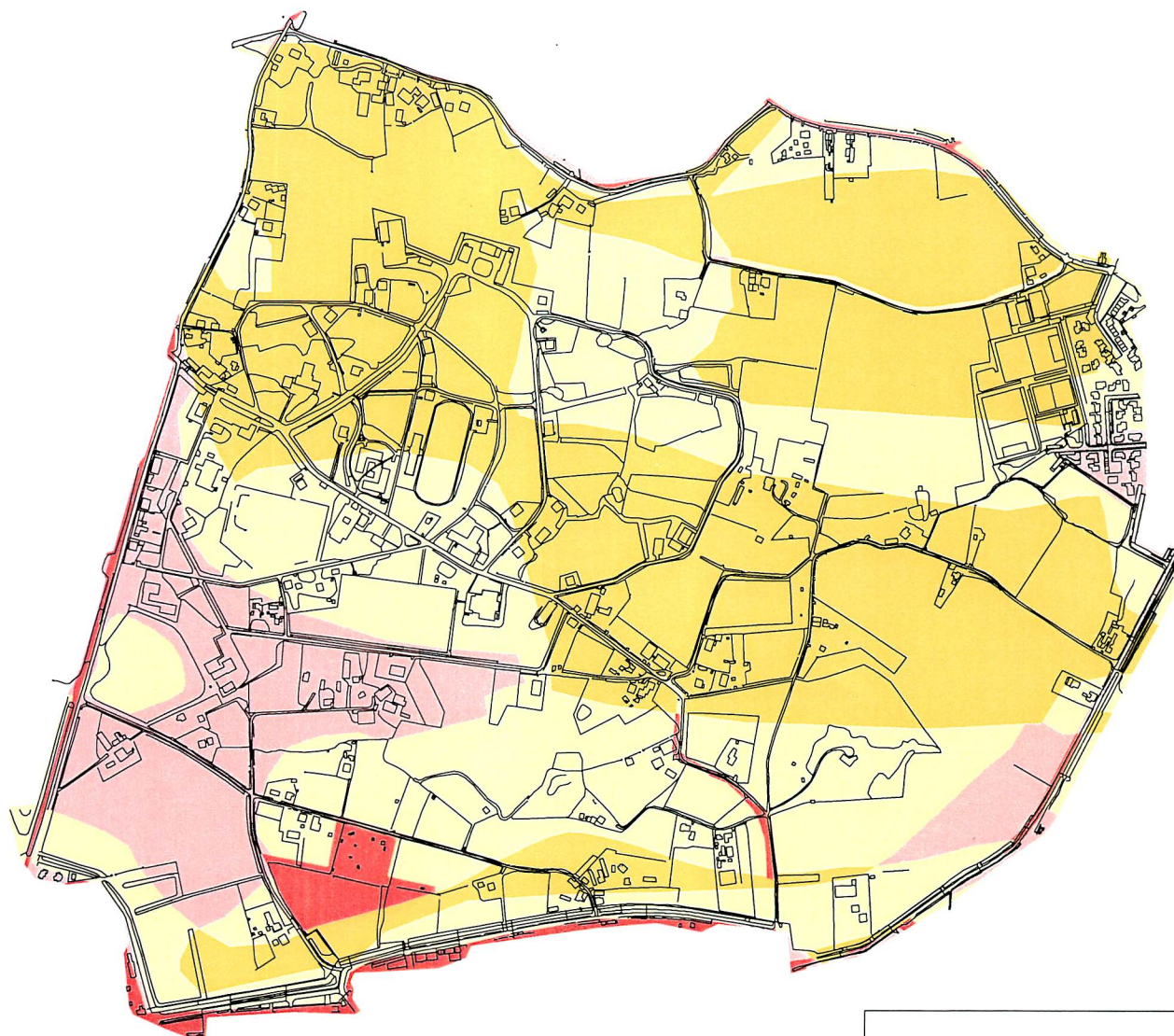
	0 - 1		5 - 6
	1 - 2		6 - 7
	2 - 3		7 - 8
	3 - 4		8 - 9
	4 - 5		9 - 10

A	21-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
Opdrachtgever					
Gemeente Enschede					
Project					
Vaneker					
Omschrijving					
Functionele belasting variant 2					
Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:11000	3.1	--	26098-015	15

IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen



Legenda

Risico-index

0 - 1	5 - 6
1 - 2	6 - 7
2 - 3	7 - 8
3 - 4	8 - 9
4 - 5	9 - 10

A	21-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.

Opdrachtgever

Gemeente Enschede

Project

Vaneker

Omschrijving

Risico-index variant 2

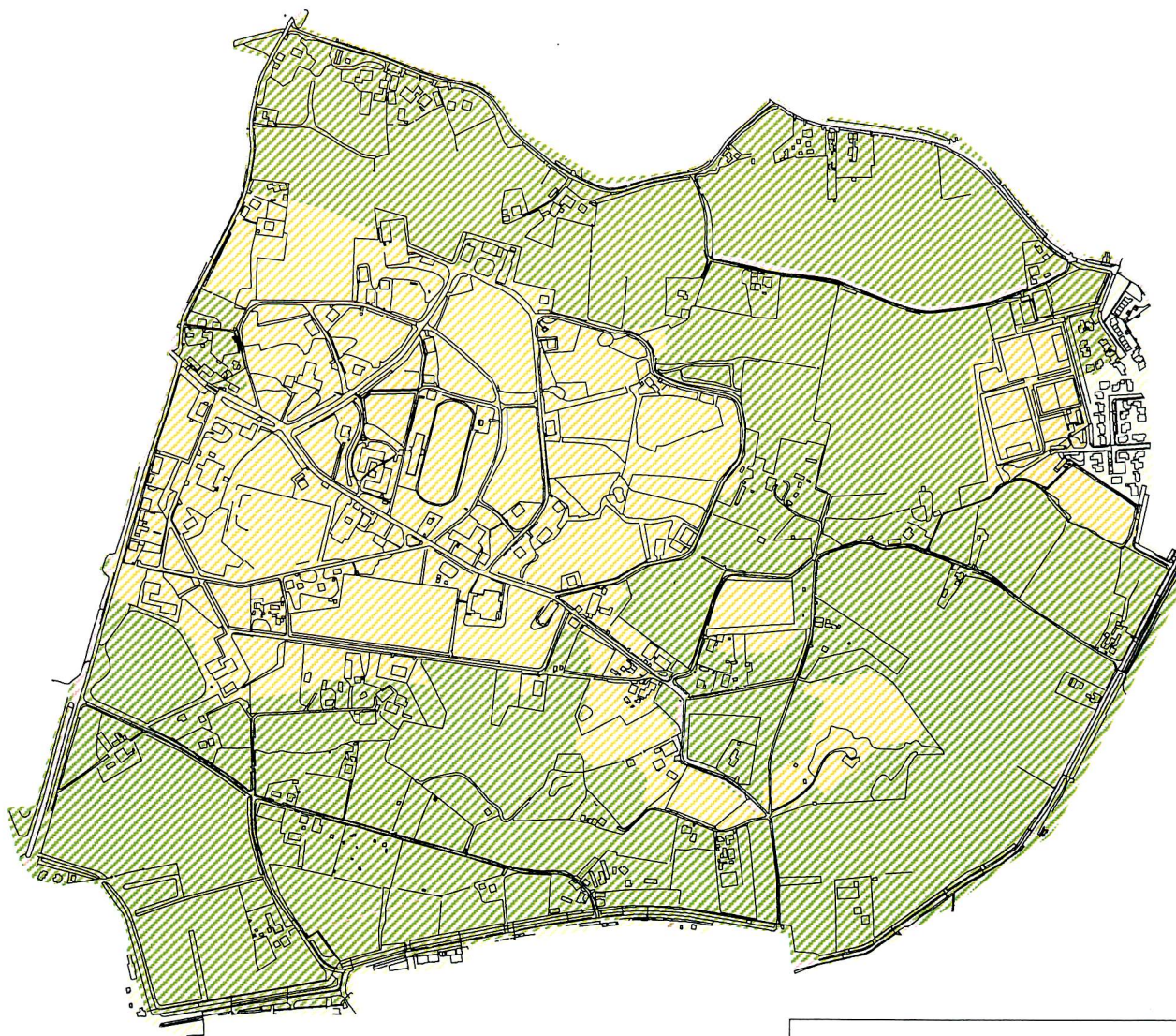
IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:11000	3.1	--	26098-016	16

r:\projdirs\26098\gis\avproj\reflect-vaneker-deel2.apr



Legenda

Functionele belasting

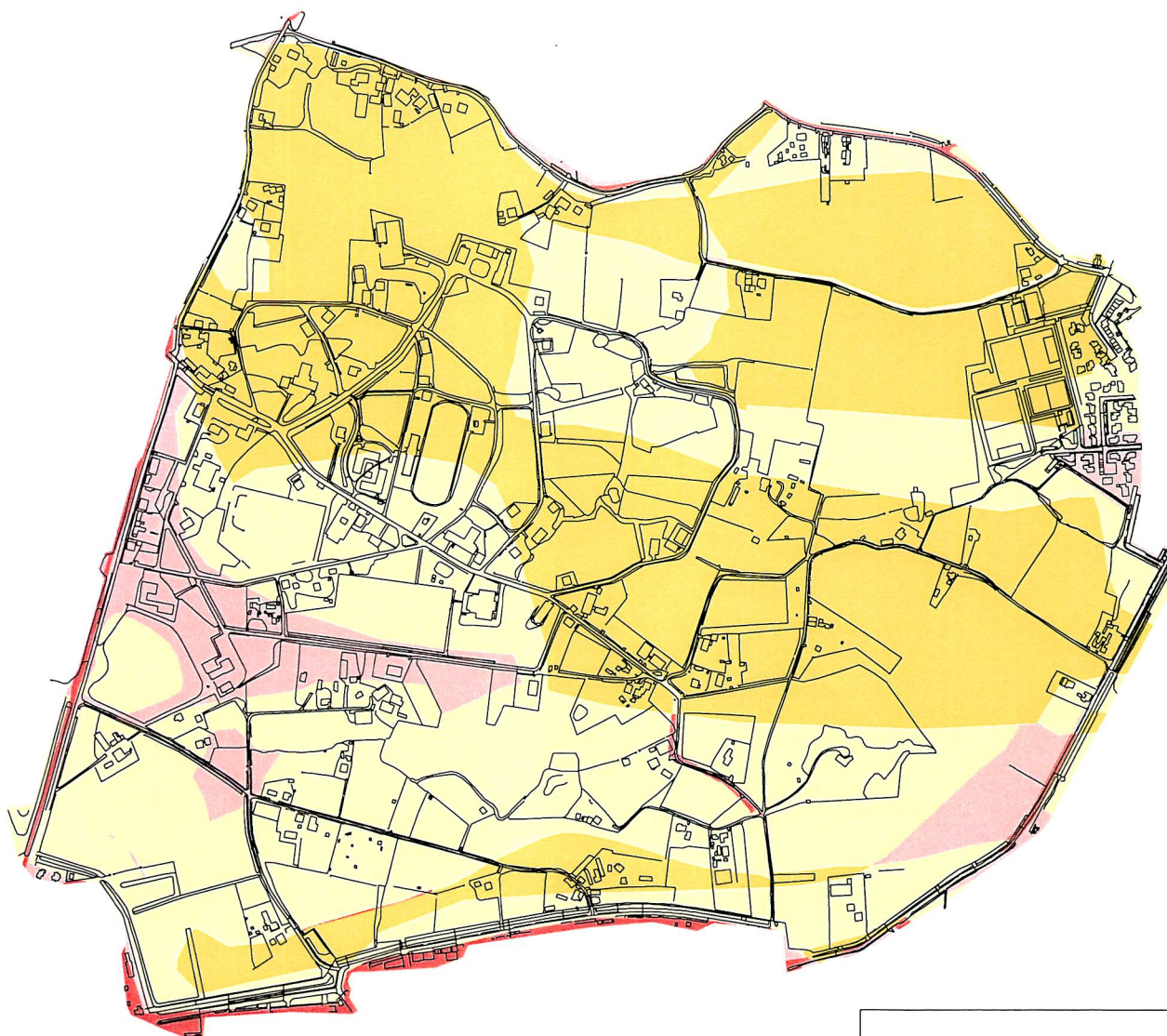
	0 - 1		5 - 6
	1 - 2		6 - 7
	2 - 3		7 - 8
	3 - 4		8 - 9
	4 - 5		9 - 10

A	21-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
Opdrachtgever					
Gemeente Enschede					
Project					
Vaneke					
Omschrijving					
Functionele belasting variant 3					
Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:11000	3.1	--	26098-017	17

IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen



Legenda

Risico-index



A	21-02-2001		JoWa	HaBo	PdV
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.

Opdrachtgever

Gemeente Enschede

Project

Vaneker

Omschrijving

Risico-index variant 3

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:11000	3.1	--	26098-018	18

IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen