Verdrogingsbestrijding WCL-gebied Winterswijk

Hydrologische verkenning naar kansrijke locaties en anti-verdrogings-maatregelen

WV189

kiwa

KOA 96.140

Verdrogingsbestrijding WCL-gebied Winterswijk

Hydrologische verkenning naar kansrijke locaties en anti-verdrogings-maatregelen

OPDRACHTGEVER
Stichting WCL-Winterswijk

OPDRACHTNUMMER
301093.012

AUTEURS
ir. W.H.G.J. Athmer; drs. W.J. Molenaar;
ir. W.J.M.K. Senden; drs. A.J.M. Jansen

AFDELING
Waterwinning en Waterbeheer

Nieuwegein, maart 1997

Onderzoek en Advies

Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon (030) 606 95 11
Telefax (030) 606 11 65

© 1997 Kiwa N.V.
Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Kiwa N.V., noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

kiwa

KOA 96.140

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING 4

1 INLEIDING 9

2 METHODE 10
2.1 Algemeen 10
2.2 Aanpak landbouw 10
2.2.1 Opstellen streefbeelden 10
2.2.2 Beschrijving huidige situatie en knelpunten 11
2.3 Aanpak natuur 11
2.3.1 Opstellen streefbeelden 11
2.3.2 Beschrijving huidige situatie en knelpunten 12

3 BESCHRIJVING ABIOTISCHE SITUATIE 13
3.1 Geologie en geomorfologie 13
3.2 Bodem 13
3.3 Geohydrologie 14
3.3.1 Grondwaterstroming 14
3.3.2 Grondwaterstanden 14
3.3.3 Grondwaterkwaliteit 15
3.3.4 Oppervlaktewater 16

4 ANALYSE SITUATIE LANDBOUW 17
4.1 Streefbeelden 17
4.2 Huidige situatie 18
4.2.1 Grondwatertrappen (1980) <--> streefbeelden 19
4.2.2 Kansrijke locaties 20

5 ANALYSE SITUATIE NATUUR 23
5.1 Hydrologische systeemanalyse 23
5.2 Vegetatie en standplaatscondities 24
5.3 Streefbeelden 26
5.3.1 Gradiënten 30
5.3.2 Deelgebieden 38
5.4 Beschrijving huidige situatie en knelpunten 40

6 VISIE MOGELIJKE MAATREGELEN 43

7 DOORREKENEN HYDROLOGISCHE MAATREGELEN 47
7.1 Hydrologische modellering 47
7.2 Keuze van de raaien 48
7.3 Resultaten en interpretatie 50
7.3.1 Raai 1: Vennevertlose beek 50
7.3.2 Raai 2: Ratumse beek 52
7.3.3 Raai 3: Slinge 54
7.3.4 Raai 4: Bovenslinge 56

7.3.5 Raai 5: Korenburgerveen 58
7.3.6 Effecten op afvoeren 60

8 EVALUATIE 61
8.1 Mogelijke maatregelen voor de landbouw 61
8.2 Mogelijke maatregelen voor de natuur 61
8.2.1 Oorspronggebieden 65
8.2.2 Bovenlopen 66
8.2.3 Middenlopen 67
8.2.4 Hoogveencomplexen 69
8.2.5 Muschelkalkplateau 70
8.3 Kansrijke locaties voor natuur en landbouw 71

LITERATUUR 74

BIJLAGE 1
Vergelijking van de bodem- en grondwatertrappenkaart schaal 1:10.000 uit 1994 en schaal 1:50.000 uit 1979

BIJLAGE 2
Bodemkaart

BIJLAGE 3
Grondwaterstand waarboven wateroverlast optreedt

BIJLAGE 4
Grondwaterstand waaronder vochttekort optreedt

BIJLAGE 5
Grondwaterstand waarboven wateroverlast optreedt versus de GVG

BIJLAGE 6
Grondwaterstand waarbeneden vochttekort optreedt versus de GLG

BIJLAGE 7
Kansrijke locaties waar vochttekorten van landbouwpercelen kunnen worden gereduceerd

BIJLAGE 8
Grafische weergave van 9 gradiënten

BIJLAGE 9
Voorkomen van de onderscheiden gradiënten binnen het onderzoeksgebied

BIJLAGE 10
Verlagingenpatroon bij een onttrekking van 2,75 miljoen m3/jaar bij de winning Corle

BIJLAGE 11
Ligging raaien

BIJLAGE 12
Berekeningsresultaten Vennevertlosebeek

BIJLAGE 13
Berekeningsresultaten Ratumse beek

BIJLAGE 14
Berekeningsresultaten Slinge

BIJLAGE 15
Berekeningsresultaten Boven Slinge

BIJLAGE 16
Berekeningsresultaten Korenburgerveen

BIJLAGE 17
Locaties waar vochttekort voor de landbouw kan worden gereduceerd met de ligging van natuur- en deelgebieden

SAMENVATTING

Doel van het onderzoek
In het kader van het project Verdrogingsbestrijding WCL-gebied Winterswijk heeft de Stichting WCL Winterswijk aan Kiwa Onderzoek en Advies opdracht gegeven om te onderzoeken hoe -binnen de randvoorwaarde dat wateroverlast van landbouwpercelen wordt voorkomen-:

- de verdroging van natuur verminderd kan worden,
- de vochttekorten in landbouwpercelen kunnen worden gereduceerd.

Onderzoeksmethode
Om vast te kunnen stellen op welke plaatsen verdroging van landbouw en natuur kan worden tegengegaan is de huidige hydrologische situatie vergeleken met de gewenste optimale situatie (streefbeelden).
Door het uitvoeren van hydrologische maatregelen kan het streefbeeld worden bereikt; hierbij ligt het accent op situaties waarbij maatregelen leiden tot winst voor natte natuur en landbouw: zogenaamde 'win-win' situaties. Daarnaast kunnen maatregelen een gunstig effect hebben op de landbouw zonder dat daarbij negatieve effecten optreden voor de natuur; en vice versa, de zogenaamde 'win-neutraal' situaties.
De *landbouw*streefbeelden zijn opgesteld op basis van de Leidraad voor het Waterbeheer (Provincie Gelderland, 1993). Voor elk bodemvlakje op de bodemkaart (1:50.000) is een streefbeeld opgesteld. Het landbouwstreefbeeld bestaat uit een maximale grondwaterstand voor de voorjaarssituatie en een minimale grondwaterstand voor het groeiseizoen (ten opzichte van maaiveld).
De *natuur*streefbeelden komen overeen met de vegetaties zoals die in de natuurlijke (min of meer ongestoorde) situatie aanwezig zijn (climaxvegetaties). Ook zijn streefbeelden aangegeven voor de half-natuurlijke situatie; voor vergelijkbare standplaatscondities als voor de natuurlijke situatie maar nu bij een actief beheer (maaien, begrazen, plaggen e.d.). In de natuurlijke situatie betreft het met name bossen en hoogvenen; in de half-natuurlijke situatie zijn dit heiden, schraallanden, Dotterbloemhooilanden, Kleine-zeggenvegetaties e.d., zoals die in de eerste helft van deze eeuw nog op grote schaal voorkwamen in het WCL-gebied.
De natuurstreefbeelden zijn opgesteld met behulp van een hydro-ecologische systeemanalyse, waarbij inzicht is verkregen in de belangrijkste standplaatsfactoren en standplaatstypen. Als gevolg van de grote ruimtelijke variatie in standplaatstypen is het niet mogelijk de verspreiding van de afzonderlijke streefbeelden op kaart aan te geven . Wel is het mogelijk een aantal landschapsgradiënten te onderscheiden met een karakteristiek patroon van standplaatstypen en streefbeelden. Deze landschapsgradiënten zijn representatief voor de onderscheiden deelgebieden.

Geohydrologische situatie
In het grootste deel van het WCL-gebied wordt op geringe diepte keileem en tertiaire klei aangetroffen. Het ondiep voorkomen van deze slechtdoorlatende

afzettingen is sterk bepalend voor de hydrologische situatie. De grondwaterstroming vindt met name plaats in lokale ondiepe hydrologische systemen in de deklaag (dekzand). Het ter plaatse aanwezige reliëf bepaalt de stromingsrichting in deze systemen. De deklaag is meestal slechts enkele meters dik (0-10 meter). Door het ondiep voorkomen van de slechtdoorlatende lagen is het bergend vermogen van de bodem gering. De grondwaterstanden volgen daardoor in sterke mate het neerslagpatroon en fluctueren sterk. In de winter treedt waterstagnatie op terwijl in de zomer de grondwaterstand daalt tot in de keileem of tertiaire klei.

Vochttekort in de landbouw
Sinds 1980 is in het WCL-gebied in veel percelen drainage aangelegd, zijn waterlopen verbreed en verdiept en is de grondwateronttrekking ten behoeve van landbouw, drinkwatervoorziening en industrie toegenomen. De grondwaterstanden zijn gedaald en de schade door wateroverlast is daardoor geminimaliseerd. Vochttekort in de landbouw daarentegen treedt in grote delen van het WCL-gebied op. De gemiddelde laagste grondwaterstand is op veel plaatsen meer dan 75 centimeter lager dan volgens het landbouwstreefbeeld optimaal zou zijn. Door te weinig berging in het voorjaar kan later in het groeiseizoen vochttekort ontstaan. Het beperken van de wateroverlast heeft dus in veel gevallen geleid tot een toename van schade door vochttekort.
Uit het onderzoek blijkt waar in het WCL-gebied kansrijke gebieden liggen om het vochttekort in de landbouw (gedeeltelijk) op te heffen. Daarbij is een verdeling gemaakt in gebieden waar een verhoging van de grondwaterstand met respectievelijk 25, 25-50 en meer dan 50 cm nodig is om vochttekorten in landbouwpercelen te reduceren. De gebieden waar een verhoging van 25 cm voldoende is, kunnen als het meest kansrijk worden beschouwd.

Verdroging van natuur
Het WCL-gebied is een cultuurlandschap met veel graslanden en eenmansesjes, afgewisseld met boomwallen, beekbegeleidende bossen, snelstromende beken, hoogveenrestanten, schraallanden, heiden en vennen.
In de afgelopen decennia is het gebied in toenemende mate ingericht voor een optimaal landbouwkundig gebruik hetgeen geleid heeft tot grotere percelen en een sterke afname van het areaal schraallanden, heideterreinen, hoogvenen en vennen. De schaalvergroting is in het Winterswijkse echter niet zover doorgevoerd als in veel andere delen van Nederland. Er kan dan ook nog steeds gesproken worden van een relatief gevarieerd en kleinschalig landschap.
De verbeterde ontwatering heeft negatieve consequenties voor de natuur gehad; er treedt op relatief grote schaal verdroging van natuurgebieden op. Dit heeft in veel gevallen geleid tot een sterke degeneratie van de vegetaties waarbij de oorspronkelijke vegetaties deels zijn overgegaan in drogere vormen. In het WCL-gebied is daardoor het aandeel 'vochtige en natte natuur' sterk afgenomen.
In landbouwpercelen zijn door het intensief gebruik de botanische natuurwaarden laag.

Maatregelen om vochttekort en verdroging te bestrijden
Vochttekort in de landbouwgebieden en verdroging in de natuurgebieden kan met een aantal maatregelen worden bestreden. Voor de landbouw geldt dat bij het verminderen van het vochttekort toename van schade door wateroverlast kan optreden. Een maatregel kan dus positief uitpakken voor zowel natuur als landbouw (Win-Win) of positief voor de natuur en negatief (wateroverlast) voor de landbouw (Win-Verlies).

De volgende maatregelen zijn mogelijk:
a. verondiepen drainage, verwijderen drainage, drainageslot aanbrengen
b. dempen sloten en watergangen
c. opzetten peilen in watergangen en beken
d. reduceren grondwaterwinningen

Met modelberekeningen in vijf raaien is bepaald welke hydrologische maatregelen het meest effectief zijn. De raaien zijn 1,5 tot 3,5 km lang en liggen op de locaties Vennevertlose beek, Ratumse beek, Bekendelle, Bovenslinge en Korenburgerveen. De raaien zijn representatief voor het grootste deel van het WCL-gebied.

Kansrijke gebieden voor verdrogingsbestrijding
Op basis van de gewenste grondwaterstandsstijging en de resultaten van de modelberekeningen zijn locaties aangegeven waar met de maatregelen zowel de hydrologische situatie voor de natuur als die voor de landbouw kan worden verbeterd.
Verhoging van de drainage*basis* (opzetten slootpeilen) kan in landbouwgebieden in beginsel het vochttekort reduceren. Ook kan met behulp van aanpassingen in de drainage zelf (verondiepen drainage of drainageslot aanbrengen) op lokale schaal verdrogingsschade in de landbouw worden verminderd.
Het grootste deel van de natuurgebieden is gebaat bij vernatting; bovengenoemde maatregelen leiden in natuurgebieden altijd tot een win-situatie.
Per landschapsgradiënt is aangegeven waar potenties liggen voor natuur en wat de te verwachten hydrologische effecten zijn van een aantal relevante maatregelen. Het blijkt dat de meeste van de lokale en bovenlokale maatregelen een positief effect hebben op de grondwaterstand, maar dat in veel gevallen het streefbeeld niet wordt bereikt. Met lokale en boven-lokale maatregelen kan vooral in oorspronggebieden het streefbeeld voor natuur worden bereikt. Bij de 'subregionale maatregelen' daarentegen is het effect (uiteraard) het gunstigst; in relatief veel gevallen kan het streefbeeld worden bereikt. Deze maatregelen behelzen bijvoorbeeld het dempen van het gehele gegraven waterlopenstelsel in het stroomgebied van een beek, waardoor de natuurlijke afwateringstoestand wordt benaderd.
Het beschreven effect van de maatregelen is indicatief; hoeveel de benodigde grondwaterstandsstijging zal moeten zijn moet van geval tot geval worden bepaald.

Op de kaart in bijlage 17 zijn de gebieden aangegeven waarbij door een verhoging van de grondwaterstand met 25 cm het vochttekort gedeeltelijk

danwel volledig kan worden opgeheven zonder dat er in het voorjaar wateroverlast optreedt; tevens zijn gebieden aangegeven waar met dezelfde grondwaterstandsverhoging het vochttekort volledig kan worden opgeheven maar dat er tevens in het voorjaar wateroverlast optreedt.

In bijlage 17 zijn tevens de huidige natuurgebieden aangegeven. Elke locatie op de kaart waar een natuurgebied grenst aan landbouwgebied waarvoor geldt dat er sprake is van een vochttekort, kan gezien worden als een kansrijke locatie. Uit de bijlage blijkt dat er relatief veel van dergelijke locaties zijn. Vaak betreft het echter vrij kleine gebieden en/of is er in het betreffende landbouwgebied slechts een beperkt waterstandsstijging mogelijk. Uit de figuur zijn de volgende belangrijke kansrijke locaties te destilleren:

-1 Ratumse beek e.o.
-2 Willinkbeek (bij Henxel)
-3 Korenburgerveen
-4 Bekendelle
-5 Deelgebied 1: oorspronggebieden (o.a. Vennevertlose beek)

ad 1: Langs de Ratumse beek (ten zuidwesten van Kossink) is een groot areaal aanwezig waar een vochttekort voor de landbouw is berekend en waar de verdroging door een grondwaterstandsverhoging van 25 cm teniet kan worden gedaan. Het betreffende landbouwgebied (en ook de natuurgebieden) strekt zich vrij ver uit in zuidoostelijke richting en ligt hier voornamelijk langs de beek. Met opzetten van het beekpeil kan vooral in laaggelegen percelen langs de beek het streefbeeld voor de natuur worden gerealiseerd.

ad 2: Langs de Willinkbeek ten zuid-oosten van Henxel ligt een natuurgebied dat grenst aan een relatief groot areaal waar een vochttekort optreedt voor de landbouw. Ook dit gebied ligt in een bovenloop (deelgebied 2). Het lijkt hier mogelijk om met behulp van boven-lokale maatregelen zowel voor de landbouw als voor de natuur verdroging tegen te gaan. Ook hier kan het opzetten van het beekpeil een belangrijke maatregel vormen.

ad 3: Ook langs het Korenburgerveen zijn gebieden aanwezig waar de landbouw gebaat is bij een stijging van de grondwaterstand. Dit betreft onder andere enkele gebieden in de smeltwatergeul. Uit dit onderzoek is gebleken dat dit landbouwgebied deel uit maakt van het inzijgingsgebied van het hydrologisch systeem dat het Korenburgerveen voedt. Verhoging van de waterstanden in de gearceerde gebieden langs het Korenburgerveen dragen bij tot herstel van de hydrologische situatie in het Korenburgerveen. Voor een volledig herstel van de hydrologische situatie zullen waarschijnlijk meer landbouwgronden betrokken moeten worden dan de gearceerde landbouwgebieden met vochttekort. Ook het feit dat de aangegeven landbouwgebieden niet een aaneengesloten gebied vormen speelt hierbij een negatieve rol, aangezien het daardoor in de praktijk lastig zal zijn waterstanden op te zetten zonder dat er in aangrenzende percelen wateroverlast optreedt.

ad 4: Direct ten zuidoosten van het reservaat Bekendelle treedt droogteschade voor de landbouw op. Het gebied met droogteschade is relatief gering maar grenst wel direct aan het reservaat. Bovendien is hier sprake van een relatief groot hoogteverschil en ontbreekt de keileem/Tertiair waardoor maatregelen in het landbouwgebied door zullen werken tot in het reservaat.

ad 5: In oorspronggebieden (o.a. Vennevertlose beek, raai 1, hoofdstuk 7) zijn voornamelijk zeer kleinschalige hydrologische systemen aanwezig. Oorspronggebieden bevatten terreinen die hydrologisch min of meer onafhankelijk functioneren, hetgeen tevens inhoudt dat de uitstraling van ingrepen zeer beperkt is. In oorspronggebieden kunnen in relatief kleine natuurgebieden en met behulp van lokale (kleinschalige) ingrepen relatief veel worden bereikt. Ook de omvorming van landbouwgronden naar natuur biedt in oorspronggebieden veel perspectief. In oorspronggebieden zijn dus op grote schaal win-neutraal situaties aanwezig.

1 INLEIDING

Algemeen

De watergebonden natuurwaarden in het WCL-gebied van Winterswijk zijn veelal verdroogd of worden door verdroging bedreigd. Als oorzaken van de verdroging kunnen worden aangemerkt:

- de verdieping, kanalisatie en peilwijziging van beken en watergangen.
- de grondwateronttrekkingen door industrie, waterleidingbedrijven en landbouw.
- de realisatie van diepere landbouwontwatering in de jaren zeventig in de vorm van diepere sloten en de aanleg van buisdrainage.

Tevens hebben modelberekeningen aangetoond dat ook de landbouw in het WCL-gebied schade ondervindt van verdroging. Opbrengstverminderingen door vochttekorten in de zomer kunnen oplopen tot 30 % (Algemene werkgroep Landbouwwaterhuishouding, 1988).

Van bovenstaande gaat de suggestie uit dat het mogelijk moet zijn om zowel de verdroging van natuur als vochttekorten in de landbouw te bestrijden. Daarom is in het WCL-gebied het project Verdrogingsbestrijding WCL-gebied Winterswijk gestart. De uitdaging in dit project is om oplossingen aan te dragen die zoveel mogelijk natuurherstel teweeg brengen en gelijktijdig het vochttekort in de landbouwpercelen verkleinen ('win-win'situaties).

Doel van het onderzoek

In het kader van het project Verdrogingsbestrijding WCL-gebied Winterswijk heeft de Stichting WCL aan Kiwa Onderzoek en Advies Winterswijk opdracht gegeven om te onderzoeken hoe -binnen de randvoorwaarde dat wateroverlast van landbouwpercelen wordt voorkomen-:

- de verdroging van natuur verminderd kan worden,
- de vochttekorten in landbouwpercelen kunnen worden gereduceerd.

Om aan bovenstaand onderzoeksdoel te voldoen is allereerst een inventarisatie verricht van de huidige en gewenste situatie m.b.t. natte natuurwaarden en vochttekorten voor landbouw (hoofdstukken 1 t/m 5). Vervolgens wordt een visie ontwikkeld ten aanzien van het gewenste waterhuishoudkundig systeem gedifferentieerd naar grondgebruik en met onderscheid van deelgebieden, waarin is aangegeven welke maatregelen mogelijk en haalbaar zijn teneinde de gewenste situatie voor natuur en landbouw te bereiken (hoofdstukken 6 t/m 8).

2 METHODE

2.1 Algemeen

Om vast te kunnen stellen op welke plaatsen verdroging van landbouw en natuur tegen kan worden gegaan is het noodzakelijk inzicht te verkrijgen in zowel de huidige hydrologische situatie als de optimale situatie. Vergelijking van beide situaties geeft een beeld van de locaties waar de huidige situatie afwijkt van de optimale situatie (streefbeeld) en waar zich dus knelpunten voordoen voor landbouw en/of natuur. Door het uitvoeren van hydrologische maatregelen is het in beginsel mogelijk knelpunten op te lossen en het streefbeeld te benaderen. Bij het onderzoek naar de mogelijke maatregelen ligt het accent op situaties waarbij maatregelen leiden tot winst voor natte natuur en landbouw: zogenaamde 'win-win' situaties. Daarnaast kunnen maatregelen een gunstig effect hebben op de landbouw zonder dat daarbij negatieve effecten optreden voor de natuur; en vice versa, de zogenaamde 'win-neutraal' situaties.

Na de signalering van de knelpunten wordt een aantal representatieve raaien geselecteerd waarvoor een nauwkeurig beeld van de huidige hydrologische situatie wordt gegeven in relatie met de vegetatie. Voor de raaien worden hydrologische 2D-simulatiemodellen opgesteld voor de huidige situatie. Met deze modellen worden maatregelen doorgerekend die mogelijk een oplossing vormen voor de knelpunten. Van deze maatregelen wordt de effectiviteit ten opzichte van de streefbeelden aangegeven.

Aangezien de opgestelde gradiënten representatief zijn voor bepaalde delen van het onderzoeksgebied kunnen de maatregelen in beginsel worden vertaald/geëxtrapoleerd naar de overige delen van het onderzoeksgebied waar de betreffende gradiënt voorkomt.

2.2 Aanpak landbouw

2.2.1 Opstellen streefbeelden

De landbouwstreefbeelden zijn opgesteld op basis van de Leidraad voor het Waterbeheer (Provincie Gelderland, 1993). Voor elk bodemvlakje op de bodemkaart (1:50.000) is een streefbeeld opgesteld. Het landbouwstreefbeeld bestaat uit een maximale grondwaterstand voor de voorjaarssituatie en een minimale grondwaterstand voor het groeiseizoen (ten opzichte van maaiveld).

2.2.2 Beschrijving huidige situatie en knelpunten

De beschrijving van de huidige[1] (1996) landbouwkundige situatie voor het gehele WCL-gebied wat betreft grondwaterstanden is gebaseerd op beschikbare bodem- en grondwatertrappenkaarten (1:50.000, Stiboka 1979 en 1983) en op kennis van de globale waterhuishoudkundige ontwikkelingen in het WCL-gebied sinds 1980.
Een vergelijking van de streefbeelden voor de grondwaterstand met de actuele grondwaterstanden in 1980 levert een overzicht van de knelpunten rond 1980. Door de waterhuishoudkundige ontwikkelingen sinds 1980 hieraan 'toe te voegen' kan een globale beschrijving worden gegeven van de huidige knelpunten.

2.3 Aanpak natuur

2.3.1 Opstellen streefbeelden

Om streefbeelden voor de natuurlijke vegetaties op te kunnen stellen is inzicht noodzakelijk in de belangrijkste sturende processen en standplaatsfactoren voor de vegetatie. Dit inzicht wordt verkregen door een hydrologische systeemanalyse waarbij een interpretatie plaats vindt van geologische, geomorfologische, bodemkundige en hydrologische factoren.
Op basis van de systeemanalyse is het mogelijk om binnen het onderzoeksgebied verschillende standplaatstypen te onderscheiden waarbinnen vergelijkbare standplaatscondities heersen. De standplaatstypen zijn gebaseerd op bodemkaarten, geologische kaarten en informatie over de vegetatieverspreiding in heden en verleden.
De standplaatstypen kunnen worden gekwantificeerd naar de belangrijkste standplaatsfactoren waardoor het mogelijk is streefbeelden (vegetaties) op te stellen. De streefbeelden bestaan uit een beschrijving van plantengemeenschappen, minimaal op het niveau van het verbond, meestal op het niveau van de associatie.
De streefbeelden komen overeen met de vegetaties zoals die in de natuurlijke (min of meer ongestoorde) situatie aanwezig zijn (climaxvegetaties). Ook zijn streefbeelden aangegeven voor de half-natuurlijke situatie; voor vergelijkbare standplaatscondities als voor de natuurlijke situatie maar nu bij een actief beheer (maaien, begrazen, plaggen e.d.). In de natuurlijke situatie betreft het met name bossen en hoogvenen; in de half-natuurlijke situatie

---

[1] In eerste instantie lag in het in de bedoeling om de huidige landbouwkundige situatie te beschrijven aan de hand van opbrengstdepressie als gevolg van wateroverlast en vochttekort. De opbrengstdepressies zouden worden bepaald op basis van een 'geactualiseerde bodem- en grondwatertrappenkaart'. Tijdens de inventarisatie van gegevens bleek echter dat het vervaardigen van een actuele bodem- en grondwatertrappenkaart voor het gehele WCL-gebied, op basis van de bodem- en grondwatertrappenkaart uit 1980 en veranderingen in de waterhuishouding sinds 1980, **niet** zinvol is (zie bijlage 1).

zijn dit heiden, schraallanden, Dotterbloemhooilanden, Kleine-zeggenvegetaties e.d., zoals die in de eerste helft van deze eeuw nog op grote schaal voorkwamen in het WCL-gebied.

Aan de hand van de ruimtelijke verspreiding van standplaatstypen kan een aantal karakteristieke gradiënten worden onderscheiden. Een gradiënt bestaat daarbij uit een schematische voorstelling van een opeenvolging van vegetatietypen (streefbeelden) gerelateerd aan de belangrijkste bodem- en hydrologische parameters.

De gradiënten komen niet willekeurig verspreid over het onderzoeksgebied voor. Op basis van bodem- en geologische kaarten, informatie over vegetatieverspreiding e.d. is het mogelijk de standplaatstypen ruimtelijk te plaatsen, waardoor het mogelijk is gebiedsdekkend een verspreiding van vegetatiepatronen aan te geven. Op deze manier ontstaat een beeld van de verspreiding van de streefbeelden. Bij het opstellen van de streefbeelden is uitgegaan van de oorspronkelijke (hydrologische) situatie (ca. 1900). De streefbeelden kunnen dus gezien worden als de plantengemeenschappen in de natuurlijke en half-natuurlijke situatie, dus in een (nagenoeg) ongestoorde hydrologische situatie.

2.3.2 Beschrijving huidige situatie en knelpunten

Van de actuele situatie wordt een beknopte beschrijving gegeven op basis van bestaande vegetatiebeschrijvingen. (bronnen: Van den Brand, 1995; Grontmij, 1994, Molenaar, 1992; Biologisch Station Zwillbrock, 1995). Een nauwkeuriger beeld van de vegetatie, de hydrologische situatie en eventuele knelpunten wordt gegeven bij de beschrijving van de 5 raaien waarvoor een hydrologische modellering plaatsvindt (zie paragraaf 7.3).

3 BESCHRIJVING ABIOTISCHE SITUATIE

3.1 Geologie en geomorfologie

Kenmerkend voor het gebied rondom Winterswijk is het ondiep voorkomen van oudere geologische formaties. Voor het overgrote deel bestaan deze formaties uit tertiaire mariene kleiafzettingen (Mioceen en Oligoceen). Ten zuidoosten van Winterswijk bestaan de tertiaire afzettingen plaatselijk uit zand (Van den Bosch, 1996). De overwegend slechtdoorlatende tertiaire afzettingen worden afgedekt door dunne lagen dekzand en keileem (Kwartair). De kwartaire laag is plaatselijk afwezig. In een groot deel van het onderzoeksgebied worden de tertiaire afzettingen binnen 5 meter minus maaiveld aangetroffen. Alleen in een smeltwatergeul ten noordwesten van Winterswijk is het kwartaire pakket dikker dan 20 meter. Deze geul is in het Pleistoceen tijdens het terugtrekken van het landijs ontstaan door afstromend smeltwater. De smeltwatergeul is later grotendeels opgevuld met fluviatiele zand- en grindafzettingen en dekzand.
Opvallend is het dagzomen van kalkafzettingen ten oosten van Winterswijk. Hier wordt bij Willink Weust onder een dunne laag dekzand en soms onder keileem Muschelkalk en Bontzandsteen aangetroffen.

De hoogte van het reliëfrijke gebied neemt in westelijke richting geleidelijk af. Het sterk wisselende reliëf is veroorzaakt door het grillige afzettingspatroon van keileem en dekzand en is geaccentueerd door de eroderende werking van de vele beken. Het kleinschalige patroon van de beken is te herkennen aan smalle zones met leemrijke beekafzettingen die het dekzandlandschap doorsnijden.

3.2 Bodem

De bodem bestaat grotendeels uit veldpodzolen in leemarm tot zwak lemig, fijn zand. Meestal wordt keileem binnen enkele meters onder maaiveld aangetroffen (op enkele plateaus zelfs binnen 40 cm minus maaiveld).
De veldpodzolen worden doorsneden door smalle zones met beek- en gooreerdgronden, die in tegenstelling tot de dekzanden lemig zijn en plaatselijk zelfs leemlagen bevatten. Naar het westen toe worden de beekdalen breder. Ten noorden van Bredevoort worden binnen de zone met beekafzettingen koopveengronden aangetroffen die bestaan uit lemig broekveen.
Verder zijn er drie grotere, grotendeels vergraven hoogveenkernen: het Korenburgerveen (dit is strikt genomen een complex van het Vragenderveen, Meddosche veen en Korenburgerveen), het Wooldsche veen en het Zwilbroekse veen. Hier worden vergraven veengronden en moerige eerdgronden aangetroffen (zie bodemkaart, bijlage 2).

3.3 Geohydrologie

3.3.1 Grondwaterstroming

Uit het patroon van stijghoogten van het diepe grondwater blijkt dat de stroming van het regionale grondwatersysteem in west-tot-noordwestelijke richting plaats vindt. In het grootste deel van het onderzoeksgebied worden op geringe diepte tertiaire kleiafzettingen aangetroffen. Het ondiep voorkomen van deze slechtdoorlatende afzettingen is sterk bepalend voor de hydrologische situatie. De grondwaterstroming vindt met name plaats in lokale ondiepe hydrologische systemen in de deklaag (dekzand). Het ter plaatse aanwezige reliëf bepaalt de stromingsrichting in deze systemen.
De deklaag is meestal slechts enkele meters dik (0-10 meter). Alleen in de smeltwatergeul ten noordwesten van Winterswijk is de deklaag dikker (>20 meter) en is er sprake van een groter grondwatersysteem. Grondwaterstroming vindt hier plaats vanaf de flank naar het midden van de geul. In het midden van de geul stroomt het grondwater in zuidelijke richting.

Op enkele locaties staat de deklaag mogelijk in contact staat met een dieper watervoerende pakket. Dit betreft enkele locaties waar de tertiaire afzettingen niet uit klei maar uit zand bestaan. Dit tertiaire zandpakket is meestal hooguit slechts enkele tientallen meters dik.

3.3.2 Grondwaterstanden

Door het ondiep voorkomen van slecht doorlatende keileem en tertiaire klei is het bergend vermogen van de bodem gering. De grondwaterstanden volgen daardoor in sterke mate het neerslagpatroon en fluctueren sterk. In de winter treedt waterstagnatie op terwijl in de zomer de grondwaterstand daalt tot in de keileem of tertiaire klei.
Een ander gevolg van het geringe bergend vermogen is dat in neerslagrijke perioden, veel water als oppervlaktewater vrij snel moet worden afgevoerd. In het verleden zijn hierdoor snelstromende en sterk eroderende meanderende beken ontstaan, hetgeen geleid heeft tot het karakteristieke Winterswijkse bekenlandschap.
De hierboven beschreven situatie is door de aanleg van een intensief afwateringssysteem veranderd, hetgeen vooral tot gevolg heeft gehad dat de gemiddelde grondwaterstanden zijn gedaald.

Uit de grondwatertrappenkaart van Stiboka (1983) blijkt dat op grote schaal grondwatertrappen V en VI voorkomen, dus vrij lage grondwaterstanden (zie onderstaande tabel). In de beekdalen heeft een smalle zone langs de beek meestal grondwatertrap III*.

In grondwaterafhankelijke natuurgebieden zijn vochtige tot natte omstandigheden nodig voor het behoud of herstel van de (vroegere) natuurwaarden. In

deze natuurgebieden wordt gestreefd naar hoge grondwaterstanden. Volgens de grondwatertrappenkaart komen in een aantal natuurgebieden grondwatertrappen I, II (in veengebieden) en III (in de beekdalen) voor. Ondanks het voorkomen van relatief hoge grondwaterstanden is er in veel natuurterreinen toch sprake van te droge omstandigheden. Voor een optimale natuurontwikkeling zijn de grondwaterstanden van grondwatertrap III in veel gevallen reeds te laag. Voor de hoogveengebieden geldt zelfs dat alleen grondwaterstand I toereikend is.

Grondwatertrap:	I	II	III	IV	V	VI	VII
Gemiddeld hoogste grondwaterstand	<40	<40	<40	>40	<40	40-80	>80
Gemiddeld laagste grondwaterstand	<50	50-80	80-120	80-120	>120	>120	>160

Tabel 1: Grondwatertrappen (naar Stiboka, 1975)

Kenmerkend voor het onderzoeksgebied is het voorkomen van veel reliëf en een grote variatie in grondwaterstanden op korte afstand.
Ontwateringen ten behoeve van landbouw, grondwaterwinningen e.d. hebben een structurele verlaging van de grondwaterstanden tot gevolg gehad waardoor ook de oorspronkelijke variatie in grondwaterstanden afgenomen is.

In Corle vindt grondwateronttrekking plaats. Dit heeft een verlaging van de stijghoogte van het diepere grondwater tot gevolg. Ook de freatisch grondwaterstanden zijn hierdoor verlaagd (zie ook bijlage 10).

3.3.3 Grondwaterkwaliteit

De waterkwaliteit van het ondiepe grondwater wordt in belangrijke mate bepaald door de plaats van het grondwater in de hydrologische systemen en door het beheer. In de min of meer oorspronkelijke situatie bestond het grondwater op de hogere delen en in de hoogveengebieden uit recent geïnfiltreerd regenwater en was het voedselarm en zuur tot matig zuur. In de lagere delen kwam plaatselijk grondwater aan het maaiveld dat zwak zuur tot neutraal en basenrijk was, hetgeen tot matig voedselrijke standplaatscondities leidde.
Tegenwoordig bestaat een groot deel van het onderzoeksgebied uit landbouwgebied. Door het intensief landbouwkundig beheer bevat het ondiepe grondwater verhoogde concentraties nutriënten, afkomstig van bemesting. Met name de concentratie nitraat, kalium en fosfaat is in ondiep grondwater onder landbouwpercelen meestal verhoogd. Bovendien kan door bekalking het grondwater minder zuur zijn geworden. Over het algemeen kan worden gesteld dat de grondwaterkwaliteit in het landbouwgebied niet voldoet aan de standplaatscondities die vereist zijn voor de natuurstreefbeelden (vegetatie).

In natuurgebieden speelt het bemestingsprobleem in veel mindere mate. De concentraties nutriënten zijn meestal aanmerkelijk lager. Het is echter mogelijk dat de gehalten aan nutriënten licht verhoogd zijn als gevolg van atmosferische depositie eventueel in combinatie met een verhoogde mineralisatie van organisch materiaal als gevolg van daling van grondwaterstanden. Ook is het mogelijk dat aanvoer van nutriëntenrijk grondwater uit landbouwgronden plaats vindt. Dit kan het geval zijn wanneer het infiltratiegebied van het grondwatersysteem, waartoe het natuurgebied behoort, uit landbouwgebied bestaat.
Er zijn in de huidige situatie onvoldoende gegevens om gebiedsdekkend te kunnen aangeven, waar de grondwaterkwaliteit beantwoordt aan die van het streefbeeld en waar niet.
Bij lokale anti-verdrogingsprojecten in het WCL-gebied zal van geval tot geval moeten worden bekeken in hoeverre de grondwaterkwaliteit overeenkomt met die van het streefbeeld.

3.3.4 Oppervlaktewater

Het oppervlaktewater (beken) wordt gevoed door regenwater en grondwater dat afkomstig is van lokale hydrologische systemen. De samenstelling van het oppervlaktewater wordt bepaald door de verhouding tussen beide componenten. Regenwater is van nature zuur en voedselarm. Grondwater is tijdens het transport door de bodem aangerijkt met mineralen en is zwak zuur, relatief basenrijk en iets voedselrijker.
In het oorspronggebied en de bovenlopen van de beken is de regenwatercomponent groot en is het oppervlaktewater vergelijkbaar met regenwater: zuur en voedselarm. Stroomafwaarts neemt het aandeel grondwater toe en wordt het oppervlaktewater minder zuur, basenrijker en voedselrijker.
In de huidige situatie worden veel gronden gebruikt door de landbouw. De hoge bemesting leidt tot uitspoeling van nutriënten en eutrofiëring van het oppervlaktewater. Ook atmosferische depositie en andere antropogene invloeden (rioollozingen) leveren een bijdrage aan de eutrofiëring. Een en ander houdt in dat het oppervlaktewater in vergelijking met de oorspronkelijke situatie voedselrijker is geworden. De gradiënt in voedselrijkdom (van bovenstrooms naar benedenstrooms) bestaat meestal nog maar dan op een hoger niveau. De bevindingen ten aanzien van grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit komen -vooral ten aanzien van het onderscheid tussen landbouwgebied en natuurgebied- grotendeels overeen met de conclusies van het Plan van aanpak beheer natte profiel van de (semi)-natuurlijke Winterswijkse beken (EcoQuest, 1996).

4 ANALYSE SITUATIE LANDBOUW

In deze paragraaf wordt de relatie tussen waterhuishouding en landbouw beschreven. Voor de landbouw is het belangrijk om de ontwateringsdiepte op de gewenste groeiomstandigheden (grondwaterstand) af te stemmen. Door ongelijkmatige verdeling van neerslag binnen het groeiseizoen kan er teveel of te weinig water in de wortelzone van het gewas beschikbaar zijn. Wateroverlast treedt met name in het voorjaar op. Bij wateroverlast vertraagt de groei van het gewas en is het land moeilijk te berijden en te bewerken. Door te lage grondwaterstanden in het voorjaar en in de zomer treden vochttekorten voor het gewas op.
De Provincie Gelderland heeft met behulp van modelberekeningen op basis van grondwaterstanden, bodemtype en grondgebruik de opbrengstvermindering als gevolg van wateroverlast en vochttekort per kilometerhok vastgesteld (Algemene Werkgroep landbouwwaterhuishouding, 1988). Uit de modelberekeningen volgt dat in het overgrote deel van het WCL-gebied de opbrengstdepressies voor de landbouw als gevolg van wateroverlast in het voorjaar beperkt blijven tot minder dan 10 %. De opbrengstverminderingen door vochttekort in de zomer kunnen echter oplopen tot 30 %. De berekeningen zijn uitgevoerd op provinciale schaal en zijn derhalve globale richtwaarden voor het WCL-gebied. In de praktijk is het ingewikkelder: op de hoger gelegen gebieden zal in de zomer vooral vochttekort optreden en in de lagere delen (beekdalen) in het voorjaar wateroverlast. Op de bodemkaart (bijlage 2) is te zien, dat binnen een kilometerhok laaggelegen gronden (beekeerdgronden) en hooggelegen gronden (enkeerd) voorkomen.

4.1 Streefbeelden

Zoals reeds in paragraaf 2.2.1 is beschreven is het noodzakelijk om streefbeelden voor de landbouw op te stellen en inzicht in de knelpunten te krijgen. Onder een 'landbouwstreefbeeld' wordt verstaan: de grondwaterstanden die nodig zijn om een ten behoeve van de landbouw optimale situatie te bereiken.
De landbouwstreefbeelden zijn opgesteld op basis van de Leidraad voor het Waterbeheer (Provincie Gelderland, 1993). Voor elk bodemtype binnen het WCL-gebied is een streefbeeld opgesteld.

Het streefbeeld voor de voorjaarssituatie (bijlage 3) wordt aangeduid door de grondwaterstand waarboven wateroverlast optreedt volgens de ontwateringsnorm[2] (van nu af aan *streefbeeld GVG* genoemd).

---

[2] De definitie voor het streefbeeld luidt: de hoogst toelaatbare grondwaterstand, waarbij een ontwateringsdiepte van 30 cm beneden maaiveld gemiddeld per jaar voor de duur van 10 tot 20 dagen wordt bereikt of overschreden (ontwateringsnorm voor grasland). Hierbij is uitgegaan van een neerslagoverschot van ongeveer 10 mm per dag dat 10 tot 20 dagen per jaar optreedt en is geen rekening gehouden met een afvoercomponent.

In het kaartbeeld van bijlage 3 is te zien dat in het overgrote deel van het WCL-gebied wateroverlast optreedt, wanneer de gemiddelde grondwaterstanden in het voorjaar ondieper dan 50 cm -mv zijn. Uitzonderingen hierop zijn:

- eerdveengronden in het dal van de Schaarsbeek, waar pas wateroverlast optreedt bij een grondwaterstand ondieper dan 45 cm -mv;
- oude kleigronden met zeer ondiepe keileem (keileemplateaus rondom Winterswijk) waar wateroverlast optreedt bij een grondwaterstand ondieper dan 55 cm -mv;
- lemige fijnzandige enkeerdgronden (essen) en lemige fijn zandige gooreerdgronden waar al wateroverlast optreedt bij een grondwaterstand ondieper dan 60 cm -mv;
- een smalle strook rivierklei langs de Berkel bij Groenlo en kleine stukjes oude kleigrond met zeer ondiepe Bontzandsteen en Muschelkalk waar wateroverlast optreedt bij een grondwaterstand ondieper dan 75 cm -mv.

Het streefbeeld voor het groeiseizoen (bijlage 4) wordt aangeduid door de grondwaterstand waarbij vochttekort begint op te treden (van nu af aan *streefbeeld GLG* genoemd).

In het kaartbeeld van bijlage 4 is te zien dat in het overgrote deel van het WCL gebied vochttekort begint op treden wanneer de gemiddelde grondwaterstand in het groeiseizoen dieper dan 90 cm - mv is. De belangrijkste uitzonderingen hierop zijn:

- eerdveengronden in het dal van de Schaarsbeek; grofzandige veldpodzolgronden met grind ondieper dan 40 cm - mv ten westen en zuidwesten van Winterswijk; moerige eerdgronden met een zanddek ten zuid-oosten van Winterswijk, waar vochttekort begint op te treden bij een grondwaterstand dieper dan 60 cm -mv;
- leemarm fijn zandige veldpodzolen met grind ondieper dan 40 cm -mv ten zuidwesten en westen van Winterswijk, waar vochttekort begint op te treden bij een grondwaterstand dieper dan 50 cm -mv.
- oude kleigronden met zeer ondiepe keileem (keileemplateaus) rondom Winterswijk waar vochttekort begint op te treden bij een grondwaterstand dieper dan 40 cm -mv;

4.2 Huidige situatie

Voor een globale inschatting van de huidige knelpunten in de landbouwkundige situatie is een analyse uitgevoerd op basis van de grondwatertrappen op 1:50.000 bodemkaart, een beschrijving van de ontwikkelingen in het gebied en de opgestelde streefbeelden.

4.2.1 Grondwatertrappen (1980) <--> streefbeelden

Door de grondwatertrappen op de 1:50.000 bodemkaart (Stiboka, 1979 en 1982) en de opgestelde streefbeelden (paragraaf 4.1) te vergelijken kan een inschatting worden gekregen van de knelpunten voor de landbouw. De bodemkaart voor het WCL-gebied bestaat uit de kaartbladen 41 (Stiboka, 1982) en 34 (Stiboka, 1979). De opname van deze kaartbladen heeft plaatsgevonden in respectievelijk 1979-1981 en 1972 en 1979 (definitief). Op basis van deze kaarten kan dus een inschatting worden gegeven van de knelpunten in de periode 1979-1981. In de verdere tekst wordt gemakshalve gesproken van de knelpunten rond 1980. Op basis van de knelpunten rond 1980 en rekening houdend met de veranderingen in de waterhuishouding sinds 1980, kan een globale beschrijving worden gegeven van de huidige knelpunten.

Om een inschatting te krijgen van de grootte van de wateroverlast en vochttekort is respectievelijk de GVG en de GLG als referentie grondwaterstand genomen. Het streefbeeld voor vochttekort is vergeleken met de GLG en het streefbeeld voor wateroverlast met de GVG.
Op de kaart in bijlage 5 is het verschil tussen de GVG en het streefbeeld voor wateroverlast weergegeven. Op de kaart in bijlage 6 is het verschil tussen de GLG en het streefbeeld voor de GLG weergegeven.

Wateroverlast
Opvallend op de kaart in bijlage 5 is het grote aandeel van het WCL-gebied waar rond 1980 geen wateroverlast optreedt. Sinds 1980 zijn in het WCL-gebied echter nog veel veranderingen in de waterhuishouding doorgevoerd. Onder andere:

- draineren van percelen
- aanpassen dimensionering waterlopen (dieper, breder)
- toename grondwateronttrekkingen ten behoeve van de landbouw, drinkwatervoorziening en industrie.

Door deze ingrepen is in het gebied ten noorden van Winterswijk de gemiddelde grondwaterstand in de zomer met 0-40 centimeter verlaagd. In het gebied ten zuiden, westen en oosten van Winterswijk is de grondwaterstand alleen op lokale schaal verlaagd (Provincie Gelderland, 1993). Dit betekent in veel gevallen dat het water sneller en beter wordt afgevoerd en dat de schade door wateroverlast nog meer is afgenomen. Kortweg kan worden geconcludeerd dat men er in is geslaagd om de schade door wateroverlast in het merendeel van het WCL-gebied tot een minimum te beperken.

Vochttekort
In bijna het gehele WCL-gebied kan schade door vochttekort optreden (zie bijlage 6). In grote delen zelfs in extreme mate. De gemiddelde laagste grondwaterstand is in die delen meer dan 75 centimeter lager dan volgens het streefbeeld optimaal zou zijn. De ingrepen in de waterhuishouding die sinds 1980 hebben plaatsgevonden hebben de GLG nog extra doen dalen. Hierdoor is op veel locaties de schade door vochttekort verder toegenomen. De snellere en betere afvoer van water om wateroverlast in het voorjaar te

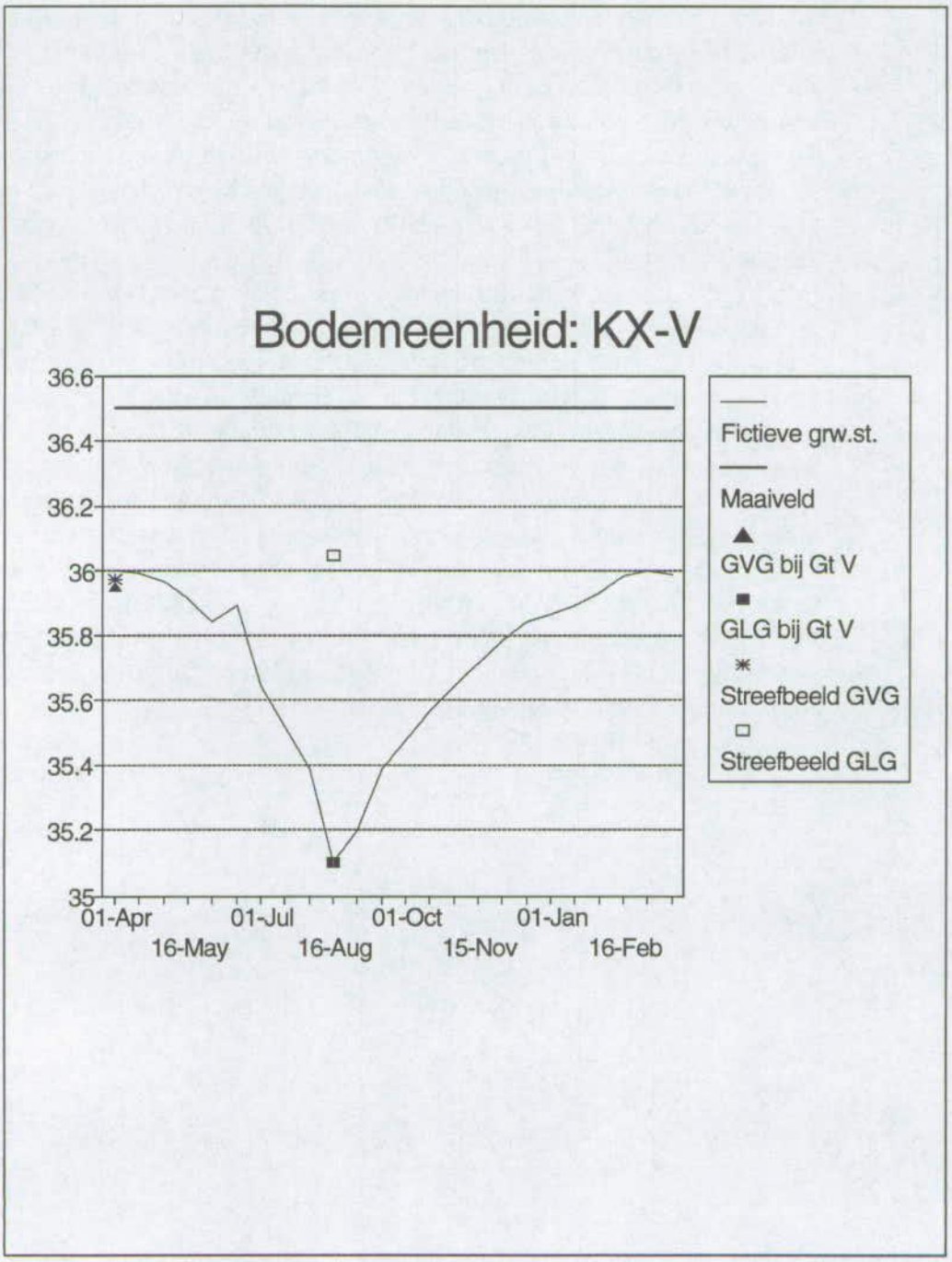
beperken, leidt er toe dat in het voorjaar minder water wordt geborgen in de bodem. Door te weinig berging in het voorjaar kan later in het groeiseizoen vochttekort ontstaan. Het beperken van de wateroverlast heeft dus in veel gevallen geleid tot een toename van schade door vochttekort.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat in de huidige situatie in het WCL-gebied nauwelijks schade optreedt door wateroverlast, maar dat schade door vochttekort (verdroging) in vrijwel het gehele gebied voorkomt.

4.2.2 Kansrijke locaties

Kansrijk voor verdrogingsbestrijding zijn die delen van het WCL-gebied, waar het mogelijk is de droogteschade te verminderen zonder wateroverlast te veroorzaken. Het gaat hierbij vooral om locaties waar door ingrepen in de waterhuishouding geïnfiltreerde neerslag langer kan worden vastgehouden; waarschijnlijk het eenvoudigst te realiseren door het verondiepen van de drainagebasis. Dat dit evenwel niet altijd eenvoudig is, wordt toegelicht aan de hand van het volgende voorbeeld:

In figuur 1 is een fictief grondwaterstandsverloop weergegeven dat bij gemiddeld meteorologisch jaar voor kan komen in een oude kleigrond met zeer ondiepe keileem (code KX-V, grondwatertrap V). De oude kleigronden komen over grote oppervlaktes voor op de keileemplateaus rondom Winterswijk. In de figuur zijn tevens de actuele GVG en GLG en de streefbeeld GVG en GLG aangegeven.
In het voorjaar is een grondwaterstand dieper dan 50 cm -mv gewenst; in het groeiseizoen moet de grondwaterstand bij voorkeur ondieper dan 40 cm-mv zijn; hetgeen inhoudt dat de vochtvoorziening voor het landbouwgewas optimaal is wanneer de grondwaterstand tijdens het groeiseizoen (streefbeeld GLG) hoger is dan de grondwaterstand in het voorjaar (streefbeeld GVG). Zo'n grondwaterstandsverloop komt in het Winterswijkse (van nature) echter nooit voor. De streefbeelden voor deze bodemsoort zijn in feite niet realistisch.
Dat blijkt uit de figuur, waarin te zien is dat de gewenste grondwaterstand tijdens het groeiseizoen sterk afwijkt van de GLG die van nature voorkomt. In de gebieden waar deze bodemtypen voorkomen moet de landbouw ofwel schade door wateroverlast ofwel vochttekort accepteren.
In deze gebieden is sinds 1980 veel drainage aangelegd. Hierdoor is de schade voor de landbouw door wateroverlast afgenomen en de schade ten gevolge van vochttekort geaccepteerd. Alleen met beregening of wateraanvoer zou het vochttekort opgeheven kunnen worden. Beregening is vrijwel niet mogelijk door de afwezigheid van watervoerende pakketten en wateraanvoer is waarschijnlijk economisch niet haalbaar vanwege de grote reliëfverschillen.



Figuur 1

Bij alle in het WCL-gebied voorkomende grondwatertrappen is de situatie min of meer zoals geschetst aan de hand van figuur 1. Overal is de GLG in minimaal 40 cm dieper is dan de GVG. Bij Gt II (GVG 30 cm -mv, GLG 70 cm -mv) en Gt IV (GVG 65 cm -mv, GLG 110 cm -mv) is het verschil het kleinst, respectievelijk 40 en 45 cm. Bij de overige grondwatertrappen is het verschil tussen GVG en GLG groter (maximaal 85 cm bij Gt V).
Een verschil van minder dan 40 centimeter komt in het WCL-gebied niet voor.
Bij de keuze van kansrijke locaties voor de landbouw is er daarom van uitgegaan dat gebieden met streefbeeld GVG minus streefbeeld GLG (beide

in cm-mv) groter dan 40 cm kansrijk zijn, aangezien een dergelijke situatie min of meer natuurlijk is. En dat gebieden met streefbeeld GVG minus streefbeeld GLG kleiner dan 40 cm niet kansrijk zijn, aangezien deze situatie van nature niet voorkomt en optimalisatie van de vochthuishouding derhalve een moeilijke zaak is. Ook enkeerdgronden worden als niet kansrijk beschouwd, aangezien deze gronden zoveel hoger liggen dan de omliggende gronden, dat het realiseren van een optimale vochthuishouding een moeilijke zaak is.

In bijlage 7 zijn de kansrijke locaties vlakdekkend aangegeven; dit zijn de gebieden waar vochttekorten van landbouwpercelen kunnen worden gereduceerd. De kansrijke gebieden zijn onderverdeeld naar benodigde grondwaterstandsverhoging. Hierbij is onderscheid gemaakt in gebieden waar een verhoging van de grondwaterstand met respectievelijk 25, 25-50 en meer dan 50 cm nodig is om vochttekorten van landbouwpercelen te reduceren. Toename van wateroverlast, die door verhoging van de grondwaterstand kan optreden, is hierbij niet aangegeven. Het optreden van wateroverlast is inzichtelijk gemaakt bij de presentatie van de kansrijke locaties voor zowel natuur als landbouw (§ 8.3 en bijlage 17). De gebieden waar een verhoging van 25 cm voldoende is, kunnen als meest kansrijk worden beschouwd: een verhoging met 25 centimeter is in de praktijk eenvoudiger te realiseren dan een verhoging van meer dan 50 cm.

5 ANALYSE SITUATIE NATUUR

In dit hoofdstuk wordt een beknopte hydro-ecologische systeemanalyse van het WCL-gebied gegeven. De systeemanalyse vormt de basis voor de opstelling van de natuurstreefbeelden. Een gedetailleerde uitwerking in abiotische patronen en hydrologische processen vindt plaats bij de beschrijving van de gradiënten in paragraaf 5.3.1.

5.1 Hydrologische systeemanalyse

Door het ondiep voorkomen van keileem en tertiaire kleiafzettingen en het sterk wisselende reliëf komen in het WCL-gebied relatief veel lokale grondwatersystemen voor. Op de hoger gelegen delen infiltreert regenwater dat vervolgens ondiep afstroomt over de keileem of kleiafzettingen. In de lagere delen of op plaatsen waar het watervoerend pakket zeer dun is, beïnvloedt het grondwater de wortelzone en/of treedt uit als kwel. Dergelijke systemen beslaan in horizontale richting veelal slechts enkele meters tot enkele tientallen meters.
Dat er sprake is van lokale systemen komt vooral tot uiting in de grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit. Door toestroming van grondwater zijn de grondwaterstanden in de lagere delen relatief hoog. In neerslagarme perioden kan de toestroming echter stagneren en kunnen de standen periodiek sterk dalen.
Als gevolg van het watertransport door de ondergrond wordt het grondwater aangerijkt met mineralen. Een belangrijk proces hierbij is het oplossen van kalk waardoor het grondwater basenrijker wordt. Als gevolg van het kleinschalige karakter van de systemen is de aanrijking in de meeste gevallen beperkt. Het uittredende grondwater is dan ook licht aangerijkt en is zuur tot zwak zuur. Op plaatsen waar kalkrijke afzettingen (tertiaire zanden) ondiep voorkomen, kan een sterkere aanrijking plaatsvinden en is grondwater zwak zuur tot neutraal en basenrijk. De plaatsen waar zich dit verschijnsel voordoet zijn niet eenduidig af te leiden uit de bestaande bodemkundige en geologische informatie.

Het voorkomen van een groot aantal lokale grondwatersystemen is zeer karakteristiek voor het onderzoeksgebied. In de oorspronkelijke ongestoorde hydrologische situatie werd de vegetatieontwikkeling op veel plaatsen gestuurd door dergelijke kleinschalige hydrologische systemen. In de huidige situatie is de invloed van de systemen beperkt als gevolg van ingrepen in de waterhuishouding en het beheer. Door de aanleg van sloten en drains, door de relatief lage slootpeilen en door het intensieve landbouwkundige beheer bestaan veel lokale systemen niet meer als zodanig.

De invloed van grotere subregionale en regionale hydrologische systemen is beperkt, door het op grote schaal voorkomen van keileemafzettingen en tertiaire klei. Zowel de keileemafzettingen als de tertiaire kleilagen zijn

slecht doorlatend waardoor grondwaterstroming vooral ondiep plaats vindt. Toch zijn er enkele locaties in het onderzoeksgebied waar diepere hydrologische systemen kunnen voorkomen. De tertiaire afzettingen bestaan namelijk niet overal uit kleilagen. Plaatselijk bestaat het Tertiair uit zandige afzettingen en is in beginsel wel watertransport door de diepere ondergrond mogelijk. Dit is vooral het geval ten zuidoosten van Winterswijk. Nabij Brinkheurne is een locatie aanwezig waar bovendien relatief veel indicatorsoorten voorkomen voor basenrijke omstandigheden (met name veel Dotterbloem) (Biologisch Station Zwillbrock, 1995) en zijn de stijghoogten van het diepe grondwater hoger dan het freatische grondwater. Op deze locatie zou grondwater uit een subregionaal systeem kunnen uittreden.
Dieper grondwater onderscheidt zich doorgaans van het lokale grondwater door hogere basenrijkdom (calcium en bicarbonaat) en een hogere pH.
Voor de situatie rondom Winterswijk doet zich de complicerende factor voor dat ook ondiep voorkomende afzettingen (tertiair) relatief kalkrijk zijn waardoor ook bij lokale hydrologische systemen relatief basenrijk grondwater uit kan treden. Het voorkomen van soorten van basenrijke standplaatsen kan dus niet zonder meer gerelateerd worden aan uittredend grondwater van diepe/grotere hydrologische systemen.

In de smeltwatergeul ten westen van Winterswijk kunnen in beginsel ook diepere (lokale) grondwatersystemen voorkomen. Uit de verspreiding van vegetaties en plantensoorten (indicatorsoorten) is echter niet af te leiden dat in deze zone sprake is van basenrijke (door grondwater beïnvloede) standplaatsen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat er slechts in geringe mate aanrijking van het grondwater plaats vindt omdat het watervoerende pakket in de smeltwatergeul uit kalkarm zand (dekzand) bestaat.
In het zuiden van de smeltwatergeul kan de grondwaterwinning bij Corle nog een rol spelen. Hier treedt een verlaging van de grondwaterstanden op waardoor eventuele kwel niet aan maaiveld komt.
De diepere hydrologische systemen binnen de smeltwatergeul lijken belangrijke consequenties te hebben voor de vegetatieontwikkelingen ten oosten van het Korenburgerveen (zie paragraaf 5.3.1 gradiënt 7, 8 en 9).

5.2 Vegetatie en standplaatscondities

Kenmerkend voor het onderzoeksgebied is het grote aantal verschillende gradiënten in vochtvoorziening (grondwaterstanden), voedselrijkdom en zuurgraad. Deze rijkdom aan gradiënten is een gevolg van een grote variatie in bodem, geomorfologie en hydrologie, waardoor zich veel standplaatstypen konden ontwikkelen. De variatie in standplaatstypen verklaart dat in het nabije verleden rond Winterswijk grote vegetatiekundige en floristische waarden voorkwamen; dezelfde variatie biedt heden ten dage grote mogelijkheden tot herstel van de natuurwaarden.

Op basis van de grondwatertrappenkaart kan worden geconcludeerd dat in een groot deel van het onderzoeksgebied sprake is van infiltratie. De infiltra-

tie blijkt ook uit de bodemkaart (Stiboka, 1975) waarop een groot deel wordt ingenomen door veldpodzolen. De gehanteerde schaal is echter vrij grof. Het geschetste beeld is een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid, zoals ook blijkt uit vergelijking met enkele bodemkaarten van schaal 1:10.000 (zie bijlage 1).

De bodem van de veldpodzolen bestaat overwegend uit leemarm zand, een van nature voedselarm substraat, waarop zich een bosgemeenschap van voedselarme en zure omstandigheden ontwikkelt, met name het vochtig Berken-Zomereikenbos. Dergelijke gebieden zijn vaak ingeplant met naaldhout. Is de bodem leemrijker of komt de keileem ondiep voor dan wordt vooral het Wintereiken-Beukenbos aangetroffen, een iets voedselrijker en minder zuur bostype. Wanneer wordt begraasd of gemaaid, bestaat de vervangingsgemeenschap uit vochtige Kamgrasweiden en bij een verdere verschraling uit vochtige heidegemeenschappen of heischrale graslanden. Uit de huidige vegetatie in combinatie met de bodem- en geologische kaart is af te leiden dat in de natuurlijke en half-natuurlijke situatie een aanzienlijk deel van het onderzoeksgebied uit zulke vegetaties heeft bestaan. Voor de half-natuurlijke situatie wordt dit bevestigd door de topografische kaarten van rond 1900.

Zoals eerder is opgemerkt zijn er in de oorspronkelijke situatie relatief veel kleine hydrologische systemen, waarin infiltrerend grondwater ondiep over de keileem afstroomt en op lagere plekken uittreedt. Op plaatsen waar ondiepe afstroming over keileem plaats fluctueert de grondwaterstand sterk (gedurende een lange periode hoog en in de zomerperiode relatief laag) en is sprake van relatief basenrijke omstandigheden. Kenmerkend voor dergelijke standplaatsen is het Eiken-Haagbeukenbos met als vervangingsgemeenschap het Borstelgrasverbond en de Veldrus-associatie.

Langs de beken komen eerd- en vaaggronden voor: lemige zandgronden met een minerale eerdlaag. In deze zone was er in de meer oorspronkelijke situatie sprake van vochtige en periodiek natte omstandigheden, waarbij inundaties vanuit de beek voorkwamen. Als gevolg van de lage ligging treedt in deze zone in de regel ook periodiek grondwater uit van lokale systemen. Een en ander leidt tot relatief basenrijke en vochtige tot natte omstandigheden en een relatieve hoge trofiegraad. Op dergelijke standplaatsen komt het Vogelkers-Essenbos voor, bij een maaibeheer Dotterbloem-hooilanden en bij wat sterker fluctuerende grondwaterstanden Blauwgrasland. Op drogere plekken, op stroomruggen of oeverwallen heersen iets drogere omstandigheden; hier kan het Essen-Iepenbos voorkomen.
Op de natste plekken langs de beek of in oude beeklopen was sprake van zeer natte omstandigheden en, onder invloed van grondwater in combinatie met beekwater, minder zure omstandigheden. Hier kwamen in de oorspronkelijke situatie Elzenbroekbossen voor vaak in complex met het Vogelkers-Essenbos (Bekendelle) en Grote zeggenvegetaties.

In het onderzoeksgebied heeft zich in het verleden op enkele plaatsen hoogveen ontwikkeld. Het gaat om het Korenburgerveen, het Wooldsche

veen en het Zwilbroekse veen. De veenvorming heeft plaatsgevonden in natte, oligotrofe en zure omstandigheden onder invloed van stagnatie van regenwater. Opvallend is dat zich in het oostelijk deel van het Korenburgerveen ook zeggeveen ontwikkelde. Deze zeggeveenvorming is waarschijnlijk het gevolg geweest van basenrijke kwel in een hydrologisch systeem waarvan het infiltratiegebied ten oosten of ten noordoosten van het veengebied gelegen is. Door het dikkere watervoerende pakket in de smeltwatergeul reikten de stroombanen van het systeem dieper en was het uittredende grondwater basenrijker dan in de rest van het Korenburgerveen.
In zuidelijke richting, in het stroomdal van de Schaarsbeek wordt broekveen aangetroffen vermengd met leem. Blijkbaar bestond hier in de oorspronkelijke situatie de vegetatie uit Elzenbroekbos dat regelmatig werd overstroomd met beekwater. In hoeverre hier sprake was van grondwaterinvloed is niet duidelijk. Mogelijk dat de relatief basenrijke omstandigheden werden veroorzaakt door overstroming vanuit de Schaarsbeek zonder dat er van grondwaterinvloed sprake was.

Ten oosten van Winterswijk komen ondiep kalkafzettingen (Muschelkalk en Bontzandsteen) voor die bedekt zijn met een dunne laag dekzand. De kalkrijkdom van de bodem komt tot uiting in de bosgemeenschappen ter plaatse: een klein areaal met het Gierstgras-Beukenbos en (fragmentair ontwikkeld) Parelgras-Beukenbos. De vegetatie in een gemaaid deel bestaat uit blauwgrasland.
Er bestaan duidelijke gradiënten in zuurgraad van de bodem. Op plaatsen waar de toplaag uit dekzand bestaat heersen zure condities. Wordt de dekzandlaag dunner dan neemt de basenrijkdom van de wortelzone toe. De vegetatie in deze zone wordt dus sterk bepaald door de dikte van de dekzandlaag. Door bodemprocessen is de dekzandlaag vaak gedeeltelijk vermengd met de onderliggende verweerde kalkafzettingen.

5.3 Streefbeelden

In de vorige paragraaf is een aantal belangrijke sturende factoren en processen beschreven die van belang zijn voor de vegetatieontwikkeling. Op basis van deze inzichten en de ruimtelijke verspreiding van bodemtypen, de geomorfologie en informatie omtrent de vegetatieverspreiding (Van den Brand, 1995; Biologisch station Zwillbrock, 1995; KNVN, 1988) is het mogelijk een aantal standplaatstypen te onderscheiden waarbinnen de standplaatscondities min of meer homogeen zijn. Als gevolg van deze homogeniteit kan voor elke standplaatstype een vegetatiestreefbeeld worden opgesteld (beschreven als plantengemeenschap op associatieniveau). Als referentiesituatie voor het streefbeeld is de situatie omstreeks het begin van deze eeuw genomen.

Door de Provincie zijn voor de gehele provincie Gelderland eveneens streefbeelden opgesteld (Intentieverklaring en Plan van Aanpak Bestrijding verdroging in Gelderland). Voor deze streefbeelden is de situatie in de

vijftiger jaren als referentiesituatie genomen. De streefbeelden zijn beschreven op klasse/verbondsniveau waarbij gridcellen van 250 bij 250 meter zijn aangehouden. Door de verschillen in aanpak, schaalniveau (dit onderzoek ca. 10 bij 10 meter), referentiesituatie (begin deze eeuw versus vijftiger jaren) en detailniveau van de streefbeeldbeschrijving (associatie versus klasse/verbond) is het niet mogelijk de streefbeelden op elkaar af te stemmen.

Hieronder wordt een korte landschappelijke beschrijving gegeven waarbij verschillende standplaatstypen aan de orde komen en het bijbehorende streefbeeld wordt geschetst.
De onderscheiden standplaatstypen zijn in onderstaande tabel weergegeven samen met hun belangrijkste standplaatsfactoren en het vegetatiestreefbeeld.
De standplaatstypen komen verspreid over het onderzoeksgebied voor.
Vooral als gevolg van de sterke variatie in reliëf en bodem is sprake van een complexe, kleinschalige situatie. Hierin kan echter ordening worden aangebracht door gradiënten te onderscheiden (zie paragraaf 5.3.1).

Tabel 2: Beschrijving van de onderscheiden standplaatstypen aan de hand van enkele standplaatsparameters en de belangrijkste vegetatiestreefbeelden (Aggenbach et al., 1995).

Streefbeeld -bos-	Trofie	pH	Hydrologie	Streefbeeld GVG (in cm-mv)	Streefbeeld GLG (in cm-mv)	Watertype
Droog Berken-Zomereikenbos	OM	@<4,5	I	@droog		nvt
Vochtig Berken-Zomereikenbos	OM	@<4,5	I	@vochtig		g*CaSO4
Droog Wintereiken-Beukenbos	M	@4,5-5,3	I	@droog		nvt
Vochtig Wintereiken-beukenbos	M	@4,5-5,3	I	@vochtig		g*CaSO4
Gierstgras-Beukenbos	ME	?	?	?	?	?
Parelgras-Beukenbos	ME	?	?	?	?	?
Eiken-Haagbeukenbos	ZE	>5,5	I/K1	@vochtig		g/F2/F3 $CaCO_3$
Essen-Iepenbos	ZE/ME	?	?	?	?	?
Vogelkers-Essenbos	ME	>5,5	K1+ opp	9	18	g/F2/F3 $CaCO_3$
Elzenbroekbos	ZE-SE	4,6-6,5	K1lok K2lok (+opp)	-4	21	g* $CaSO_4$
Berken-Elzenbroekbos en Berkenbroek	M/ZE	2,7-3,5	I/K1lok	@nat tot zeer nat		g*/0 $CaSO_4$
Struikheide-Kruipbrem-Verbond	O/OM	4,0	I	>36	>145	g* $CaSO_4$
Dopheide-associatie	OM	3,3-4,2	I	6	126	g* $CaSO_4$
Veenmos-Snavelbies-associatie	O-M	3,5	I	-14	9	g* $CaSO_4$
Dopheide-Veenmos-associatie	O/OM	3,5-4,0	I/K1lok	1	23	g* $CaSO_4$
Borstelgrasverbond	M	4,2	I/K1lok	>-3	>75	g* $CaSO_4$
Draadzegge-associatie	M	?	K1	0	33	g*/0 $CaSO_4$ g/F0/1 $CaCO_3$
Dotterverbond	ZE/ME	6,6	K1/K2	14	45	g/F2/F3 $CaCO_3$
Verbond der Grote zeggen	ME/SE	>6,5	K1/K2	-24	46	g/F2/F3 $CaCO_3$
Veldrusgemeenschap (Pijpestrootje-orde)	M/ZE	5,2	K1lok	@nat		g*/0 $CaSO_4$?
Glanshaver-associatie	ME	5,9	I	@ droog tot vochtig		nvt

Legenda van tabel 2

De weergegeven parameters (standplaatseisen) zijn mede ontleend aan het onderzoek naar de Gewenste Grond- en Oppervlaktewater Situatie in de Provincie Limburg (Aggenbach et al., 1995a).

ad. [1]: Hydrologie:

I = infiltratie
N = hydrologisch neutraal (gedurende het jaar afwisselend kwel en infiltratie)
K1 = diffuse kwel
K2 = sterke kwel met bronnen
LOK = alleen kwel of horizontale toestroming uit lokaal hydrologisch systeem (toevoeging bij K)
OPP = overstroming/ inlaat van oppervlaktewater

ad. [2]: Grondwaterstand:

ZN = zeer nat =	grondwaterstand permanent aan maaiveld
N = nat =	grondwaterstand meestal minder dan 20 cm onder maaiveld
MN = matig nat =	grondwaterstand overwegend tussen 20 en 40 cm onder maaiveld, matige fluctuaties
V = vochtig =	grondwaterstand tussen 40 en 80 cm onder maaiveld, relatief sterke fluctuaties
D = droog =	grondwaterstand dieper dan 80 cm onder maaiveld, overwegend hangwaterprofiel

ad. [3]: pH

Als maat voor de zuurgraad wordt de pH(KCl) gegeven

ad. [4]: Trofie

Trofieklassen zijn onderscheiden op basis van productiviteit van de vegetatie. Deze zijn als volgt:

O = oligotroof (zeer voedselarm)
OM= oligomesotroof (voedselarm)
M = mesotroof (half voedselrijk)
ZE= zwak eutroof (zwak voedselrijk)
ME= matig eutroof (matig voedselrijk)
SE= sterk eutroof (zeer voedselrijk)

ad. [5]:Watertype

Watertypen zijn weergegeven door middel van Stuyfzandtypen (Stuyfzand, 1990).

g = zeer zoet
F = zoet

* = zeer zacht, basenarm
0 = zacht, zwak basenrijk
1 = matig hard, matig basenrijk
2 = hard, basenrijk
3 = zeer hard, zeer basenrijk

$CaSO_4$ = calcium/sulfaat-type, meestal regenwater (atmoclien), recent geïnfiltreerd regenwater of jong grondwater in lokale hydrologische systemen
$CaHCO_3$ = calcium/bicarbonaat-type (lithoclien), grondwater dat verrijkt is door de oplossing van calciet of onvervuild oppervlaktewater

In geval metingen ontbreken:
@.... = schatting op basis van vegetatiekundige literatuur en expertkennis
? = onbekend, geen schatting gemaakt
nvt = niet van toepassing

5.3.1 Gradiënten

In de verspreiding van de standplaatstypen is op veel plaatsen een regelmatig patroon herkenbaar. Deze patronen kunnen worden samengevat in gradiënten. De hier gepresenteerde gradiënten zijn voor een deel gebaseerd op een landschappelijke indeling van beekdalen (laaglandbeken) zoals die bij hydroecologisch onderzoek in het pleistocene deel van Noord-Nederland is ontworpen (Grootjans, 1985; Everts & de Vries, 1984; 1991). De concrete invulling van de gradiënten is gebaseerd op de bodemkaart (Stiboka, 1983), de geologische kaart (Van den Bosch, 1996) en gegevens omtrent de vegetatieverspreiding.
Hieronder worden de onderscheiden gradiënten besproken waarbij voor de standplaatstypen vegetatiestreefbeelden zijn aangegeven (zie tabel 2). De standplaatsbeschrijvingen in tabel 2 zijn voor enkele streefbeelden niet volledig aangezien de benodigde informatie niet voorhanden is.
In totaal zijn een negen gradiënten onderscheiden die in bijlage 8 grafisch zijn weergegeven.

Gradiënt 1: Oorspronggebied

Landschap en geologie
Deze gradiënt komt met name voor op hooggelegen plateaus. Dit zijn keileemplateaus of hooggelegen tertiaire kleivlakken met een dunne laag dekzand. In de oorspronkelijke situatie vormden dit de oorspronggebieden van de beken.
In laagten ontwikkelde zich kleine kernen met hoogveen (ketelveentjes). Als gevolg van verkavelingen en aanpassingen van het afwateringspatroon is de oorspronkelijke loop van de beken alleen nog te herkennen aan smalle zones met eerdgronden (leemrijk zand).

Sturende processen
Vanwege de ondiepe ligging van keileem/tertiaire klei is het waterbergend vermogen gering en treedt snel waterstagnatie op. In droge perioden kan de grondwaterstand zakken tot in de keileem/klei waardoor een vochttekort kan optreden. Plaatselijk kan in laagten water stagneren waardoor veenvorming (hoogveen) mogelijk is. Dit betreft dan meestal kleine ketelveentjes. Deze veentjes zijn in de afgelopen eeuw veelal uitgeveend zodat vennen zijn ontstaan. De voeding van de vennen bestaat uit een combinatie van regenwater en grondwater van lokale systemen waardoor de vennen een licht aangerijkt (zwak gebufferd) water bevatten.
Over de ondiep liggende keileem/klei treedt ondiepe grondwaterstroming op. In een ongestoorde situatie treedt de beek (in een smalle zone) periodiek buiten de oevers. In neerslagarme perioden vallen de beken regelmatig droog.

De bodem bestaat voor een groot deel uit leemarme en zure zandgronden. Het zure en voedselarme karakter van deze zandgronden wordt voor een deel

gecompenseerd door het ondiep voorkomen van de keileem/klei. Dit komt vooral tot uiting in de streefbeelden voor de bosgemeenschappen. Langs de (voormalige) beken is de voedsel- en basenrijkdom groter als gevolg van het hogere leemgehalte van de zandgronden en de overstromingen vanuit de beek.

Streefbeelden
Een groot deel van deze gradiënt wordt ingenomen door het Wintereiken-Beukenbos ofwel het Struikheide-Kruipbrem-verbond in combinatie met de Dopheide-associatie op de natte plekken. In de zone waar ondiepe grondwaterstroming plaatsvindt (in combinatie met het ondiep voorkomen van keileem/klei) komt het Eiken-Haagbeukenbos voor danwel vegetaties van het Borstelgras-verbond. Langs de beken kan een smalle zone voorkomen met het Vogelkers-Essenbos of de Draadzegge-Snavelzegge-associatie.
De ketelveentjes bevatten van nature hoogveenvegetaties (Dopheide-veenmosverbond; Snavelbies-verbond). Na vervening ontstaan vennen met vegetaties van de Oeverkruid-klasse: het Oeverkruid-verbond en het Verbond van Waternavel en Stijve moerasweegbree.

Voorkomen
Deze gradiënt komt vooral voor op de keileemplateaus in het oosten en noorden van het gebied.
Voorbeelden:
-het Woold (Kulverheide, Wooldse veld))
-Meddose veld/Zwollese veld
-Muggenhoek

Gradiënt 2: Bovenloop

Landschap en geologie
Deze gradiënt bestaat uit de hooggelegen dekzandgronden met op de lagere delen beekeerdgronden. In laagten heeft zich hoogveen gevormd, waar na veenwinning vennen ontstonden. In vergelijking met de oorspronggebieden (gradiënt 1) bevindt de keileem/klei zich op grotere diepte of is geheel afwezig. De (voormalige) beken zijn te beschouwen als de bovenlopen van een beeksysteem. De stroomdalen van de beken zijn breder dan in het oorspronggebied. Overstroming vindt vaker plaats en over een groter gebied. De beken kunnen in dit traject nog periodiek droogvallen.

Sturende processen
Als gevolg van het voorkomen van leemarme zure zandgronden en het ontbreken van ondiep voorkomende klei- of keileemlagen, heersen er van nature voedselarme omstandigheden. In combinatie met de relatief hoge ligging van de dekzandgronden komen er op grote schaal vrij droge tot vochtige, zure en voedselarme omstandigheden voor.
Door de relatief dikke dekzandlaag wordt de wortelzone nauwelijks beïnvloed door ondiep afstromend of uittredend grondwater. Invloed van grondwater is hoofdzakelijk beperkt tot de zone langs de beken.

In depressies stagneert regenwater. De natte en zure, voedselarme condities leiden hier uiteindelijk tot hoogveenvorming. Na het afgraven van het veen ontstaan vennen die voor een deel gevoed worden door lateraal toestromend (lokaal) grondwater, waarbij zwak zure en voedselarme condities ontstaan.

Langs de beken is de voedselrijkdom hoger als gevolg van het hogere leemgehalte van de zandgronden, toestroming van grondwater en overstromingen vanuit de beek. In deze zone heersen vochtige tot natte, zwak zure tot neutrale en relatief voedselrijke omstandigheden. Op oeverwallen is de invloed van overstromingen gering en ontbreekt de invloed van grondwater grotendeels.

Streefbeelden
Op een groot deel van deze gradiënt kan als streefbeeld het droge tot vochtige Berken-Zomereikenbos en het Struikheide-Kruipbrem-verbond worden aangegeven. In de zone langs de beek komt het Vogelkers-Essenbos voor, dat gebonden is aan nattere omstandigheden en aan een hogere voedselrijkdom. Bij een maai- of begrazingsbeheer ontstaat hier het Dotterbloemhooiland. Op oeverwallen is dit respectievelijk het Essen-Iepenbos en het Glanshaver-verbond.
In de vennen kunnen zich Oeverkruidvegetaties (Oeverkruidklasse) ontwikkelen. Op niet geïnundeerde plekken met een geringere invloed van toestromend grondwater ontstaan Dopheidevegetaties (Dopheide-associatie).

Voorkomen
Gradiënt 2 komt in relatief grote oppervlakten verspreid over het gehele onderzoeksgebied voor.
Voorbeelden:
-Vossenveld (Vossenveldse beek)
-Kotten (Kleine beek)
-Masterveld/Henxelse veld (deel Ratumse beek)
-'t Beekje

Gradiënt 3: Middenloop

Landschap en geologie
Deze gradiënt wordt gekarakteriseerd door een relatief breed dal met een groot aandeel beekeerdgronden, waarin oude stroomgeulen in voor kunnen komen die opgevuld zijn met veen. Vanuit de beek treedt regelmatig overstroming op.
De beekdalflanken bestaan uit dekzandgronden waarin de keileem en kleiafzettingen meestal relatief diep worden aangetroffen.

Sturende processen
De hoog gelegen beekdalflanken bestaan uit leemarm zand. De standplaatscondities komen overeen met de vorige gradiënt: vrij droge tot vochtige, zure en voedselarme omstandigheden. In het centrum van het beekdal zijn over een brede zone leemrijke zanden afgezet en is een relatief dik, goed

doorlatend zandpakket aanwezig. In deze zone is zowel sprake van overstromingen vanuit de beek als van kwel waardoor relatief basenrijke, vochtig tot natte en relatief voedselrijke omstandigheden ontstaan. In oude beeklopen is verlanding opgetreden en er heersen natte tot zeer natte, basenrijke en matig voedselrijke condities.

Ecotopen en streefbeelden
Afhankelijk van de diepte van de keileem wordt op de beekdalflank het droge tot vochtige Berken-Zomereikenbos, het Wintereiken-Beukenbos en het Struikheide-Kruipbrem-verbond aangetroffen. In de zone langs de beek komt Vogelkers-Essenbos voor onder nattere omstandigheden en grotere voedsel- en basenrijkdom. Het Dotterverbond is de vervangingsgemeenschap van dit bostype. In de verlande beeklopen is de situatie nog iets natter en komt het Elzenbroekbos danwel het Verbond der Grote zeggen voor.

Voorkomen
Voorbeelden:
-Bekendelle is een uitgesproken voorbeeld van deze gradiënt.
-Groenlose Slinge

Gradiënt 4: Middenloop in tertiair zand

Landschap en geologie
Kenmerkend voor deze gradiënt is het ondiep voorkomen van tertiaire zanden (Ratumse zand) en het ontbreken van de slecht doorlatende basis (tertiaire kleien). Een gevolg hiervan is dat plaatselijk een relatief dik watervoerend pakket aanwezig is. Het Ratumse zand strekt zich in zuidoostelijke richting uit, onder de keileem- en tertiaire kleilagen. Het watervoerende pakket is circa 10 tot 25 meter dik. Het is mogelijk dat op de plek waar het Ratumse zand dagzoomt, diep grondwater uittreedt.

Sturende processen
De belangrijkste sturende processen komen overeen met die beschreven voor de vorige gradiënt. Aanvullend hierop kan worden opgemerkt dat door het plaatselijk ontbreken van keileemlagen en tertiaire klei diepere grondwaterstroming mogelijk is. Dit kan zowel een lokaal als een dieper, subregionaal systeem zijn. Aangezien het watertransport door tertiair (kalkrijk) zand plaats vindt, is dit grondwater sterk aangerijkt en daardoor basenrijk.

Ecotopen en streefbeelden
De streefbeelden komen grotendeels overeen met de vorige gradiënt. Oude verlaten meanders komen niet voor zodat met veen opgevulde oude waterlopen ontbreken.

Op plaatsen waar kwel uittreedt van diepe, subregionale systemen is meestal sprake van constant natte omstandigheden waardoor veenvorming mogelijk is. Dit blijkt niet het geval te zijn (geweest). Veengronden worden in dit deel

van het beekdal niet aangetroffen zodat het niet aannemelijk is dat in dit gebied een subregionaal kwelsysteem aanwezig is.

Voorkomen
-Brinkheurne (Bovenslinge)

Gradiënt 5: Middenloop met veengronden

Landschap en geologie
Deze gradiënt ligt in de smeltwatergeul ten westen van Winterswijk. Kenmerkend is het voorkomen van een brede zone met veengronden in het centrum van het beekdal. De beekdalflanken komen overeen met eerder beschreven gradiënten: relatief hoog gelegen dekzanden al dan niet met keileem in de bovengrond.
Het veen komt langs de beek voor, en bestaat voornamelijk uit broekveen en is lemig.

Sturende processen
In de zone langs de beek heersen permanent natte omstandigheden waardoor afbraak van het gevormde organisch materiaal wordt tegengegaan en zich veen kan vormen. Deze zone staat onder invloed van overstroming vanuit de beek waardoor het veen lemig materiaal bevat. Het beekwater is in de middenloop relatief voedsel- en basenrijk waardoor een brede zone met natte, relatief basenrijke en voedselrijke omstandigheden ontstaat.
Door de ligging in de smeltwatergeul zijn is de omvang van de hydrologische systemen groter, een verklaring voor de stabielere grondwaterstanden waarvan hier gezien de veenvorming vroeger sprake was.

Streefbeelden
De veenvormende vegetaties in het centrum van het dal hebben bestaan uit Elzenbroekbos. De vervangingsgemeenschappen van dit bostype zijn Grotezeggenvegetaties en Dotterbloemhooilanden.
De situatie op de beekdalflanken komt overeen met vorige gradiënten: voornamelijk Wintereiken-Beukenbos en Berken-Zomereikenbos met als vervangingsgemeenschap veelal het Struikheide-Kruipbrem-Verbond.

Voorkomen
Deze gradiënt wordt op één plek aangetroffen ten zuiden van het Korenburgerveen, langs de Schaarsbeek.

Gradiënt 6: Hoogveencomplex

Landschap en geologie
Deze gradiënt bestaat uit een grote hoogveenkern in een dekzandlandschap. Onder invloed van slechtdoorlatende lagen of mogelijk door kwel ontstonden in de oorspronkelijke situatie stabiele en natte condities waarin veenvorming

mogelijk was. Eerst vormde zich laagveen dat door een toenemende invloed van regenwater overging in veenmosveen. Door een toenemende invloed van regenwater breidde de veenkern zich steeds verder uit.
Gradiënt 6 is vooral gebaseerd op de situatie in het Korenburgerveen. Aan de oostzijde van het Korenburgerveen bestaat het veen uit zeggeveen.

Sturende processen
De gradiënt wordt gekenmerkt door vochtige tot natte voedselarme omstandigheden. In de hoogveenkern heersen zeer natte omstandigheden. Voeding vindt bijna uitsluitend plaats door regenwater waardoor er voedselarme en sterk zure omstandigheden heersen. Langs de randen (de laggzone) wijkt de situatie iets af als gevolg van (een combinatie van) toestroming van lokaal grondwater en/of iets minder stabiele hoge grondwaterstanden. Hierdoor ontstaan in de randzone iets voedselrijkere en minder zure omstandigheden. De aangrenzende zandgronden bestaan uit vochtige, leemarme zandgronden. Hier is alleen sprake van infiltratie zodat in deze zone vochtige, zure en voedselarme omstandigheden ontstaan.

In het oosten van het *Korenburgerveen* was de zone met grondwaterinvloed relatief groot (zeggeveen). Dit heeft waarschijnlijk te maken met de ligging van het Korenburgerveen op de rand van de smeltwatergeul. Als gevolg van het ontbreken van keileem en tertiaire klei was hier kwel mogelijk vanuit een dieper grondwatersysteem. Het infiltratiegebied van dit systeem ligt waarschijnlijk ten noordoosten van het Korenburgerveen.

Streefbeelden
Een groot deel van het centrum van de veenkern wordt ingenomen door hoogveengemeenschappen, een vegetatiecomplex van hoogveenbulten en slenken: Dopheide-veenmosverbond en Snavelbies-verbond. In de laggzone bestaat de vegetatie uit Gagelstruwelen (lokale toestroming van grondwater) en Berkenbroek. In de zone waar grondwaterinvloed merkbaar is maar de invloed van neerslagwater nog aanzienlijk is (Korenburgerveen) komt het Draadzegge-verbond voor met aan de rand vermoedelijk het Berken-Elzenbroek. De aangrenzende zandgronden zijn begroeid met Berken-Zomereikenbos.

Voorkomen
Deze gradiënt komt niet meer voor. Het hoogveen van de oorspronkelijke situatie (Korenburgerveen, het Wooldsche veen, het Zwilbroekse veen) is afgegraven, waarna een situatie is ontstaan zoals in gradiënt 7 en 8 is beschreven.

Gradiënt 7: Hoogveencomplex na ontginning

Landschap en geologie
Zie gradiënt 6.
In de 19e en tot halverwege de 20e eeuw is het veen in de het Korenburgerveen, het Wooldsche veen en het Zwilbroekse veen afgegraven. In de

daarbij ontstane veenputten trad verlanding op waarbij wederom voornamelijk hoogveengemeenschappen ontstonden.

Sturende processen
Na de ontginningen vindt er in de veenputten verlanding plaats. Deze verlanding vindt plaats in een door regenwater beïnvloed milieu waardoor vergelijkbare standplaatscondities voorkomen als bij hoogveenvorming met name in de hoogveenslenken: zeer nat, sterk zuur en voedselarm. Door de ontwatering in de omgeving van het veen, blijft de hoogveenvorming beperkt tot de veenputten en ontstaat er geen hoogveenkern, die zich uitbreidt.

In het Korenburgerveen is in de afgelopen decennia tijdelijk oppervlaktewater ingelaten. In het oostelijk deel treedt kwel op. Onder invloed van grondwater en oppervlaktewater ontstaan minder zure (matig tot zwak zuur) en minder voedselarme (zwak eutrofe) omstandigheden. Tegenwoordig vindt er geen inlaat van oppervlaktewater plaats waardoor verzuring en een afname in trofie plaats vindt.

Streefbeelden
Als gevolg van de ontwatering heersen alleen in de veenputten geschikte condities voor hoogveenvorming met name voor vegetaties van hoogveenslenken: het Snavelbies-verbond.
Vegetaties van hoogveenbulten (Veenmos-Dopheide-verbond) ontstaan nauwelijks.
In het Korenburgerveen is de invloed van inlaatwater en kwel nog merkbaar op plaatsen waar Wilgenstruwelen en Elzenbroekbos zijn ontstaan; plaatselijk komt een Galigaanvegetatie voor. Deze vegetaties zullen op den duur overgaan in Berken-Elzenbroek en/of Berkenbroek.
Het oostelijk deel van het Korenburgerveen staat onder invloed van kwel. In deze zone zijn onder andere Blauwgraslanden en Kleine-zeggenvegetaties ontstaan.

Voorkomen
Deze gradiënt is gebaseerd op de situatie in het Korenburgerveen. In het Zwilbroekse veen en Wooldse veen komt een vergelijkbare gradiënt voor maar zonder de kwel-component en invloed van inlaatwater.

Gradiënt 8: Korenburgerveen - detail

Landschap en geologie
Zie gradiënt 7 en 8.

Sturende processen
Na de veenontginning is mede onder invloed van een extensief hooilandbeheer een karakteristiek patroon van vegetaties ontstaan. In de oostelijke zone van het Korenburgerveen is grondwaterinvloed merkbaar. Dit is waarschijnlijk afkomstig van een lokaal hydrologisch systeem waarvan het infiltratiegebied waarschijnlijk ligt tussen Winterswijk en het Korenburgerveen. Onder

invloed van uittredend grondwater (relatief basenrijk) ontstaan enkele complexe gradiëntsituaties van droog naar nat en van zuur naar relatief basenrijk.

De hoger gelegen delen zijn vochtig, zuur tot matig zuur en voedselarm. Lager op de gradiënt is de invloed van grondwater sterker en ontstaan vochtig tot natte, matig zure tot neutrale en mesotrofe standplaatsen.

Streefbeelden
Op de hogere delen in de kwelzone is alleen periodiek sprake van enige grondwaterinvloed. Hier wordt de Borstelgras-Klokjesgentiaan-associatie aangetroffen. Op de nattere delen (vochtig tot nat) en bij een grotere invloed van grondwater komen Blauwgraslanden voor. Door verdroging (afname stijghoogte van het grondwater) kunnen rompgemeenschappen van het Blauwgrasland ontstaan. Is de regenwatercomponent groter dan bestaat de vegetatie uit zure Kleine-zeggengemeenschappen (Verbond van Zomp- en Gewone zegge). Op natte standplaatsen ontwikkelt zich de Draadzegge-associatie (relatief basenarm) en de Ronde zegge-associatie (basenrijker). Gagelstruweel komt voor op plekken met toestroming van lokaal grondwater vanaf dekzandkoppen.

Voorkomen
Dit vegetatiecomplex komt alleen in het oosten van het Korenburgerveen voor.

Gradiënt 9: Muschelkalkplateau

Landschap en geologie
Deze gradiënt dankt zijn voorkomen aan de Muschelkalk- en Bontzandsteen-afzettingen. Ten oosten van Winterswijk, bij de steengroeve bij Willink Weust, worden deze afzettingen -afgedekt met een dunne laag dekzand- net onder het maaiveld aangetroffen.

Sturende processen
De kalkrijkdom van de Muschelkalk en de Bontzandsteen is in hoge mate bepalend voor de vegetatieontwikkeling. De kalkrijke afzettingen worden afgedekt met een dunne laag dekzand. De dikte van deze dekzandlaag bepaalt de zuurgraad van de bovengrond. Wanneer lokale grondwaterstroming optreedt wordt het grondwater relatief sterk aangerijkt als gevolg van stroming door kalkrijk substraat.
Als gevolg van de ondiepe ligging van de kleilagen stagneert al snel regenwater en kunnen vochtige tot natte omstandigheden optreden. In neerslagarme perioden treedt gemakkelijk vochttekort op. Plaatselijk, vooral als de keileem vrij hoog ligt, kan echter nalevering optreden door capillaire opstijging van bodemwater.

Streefbeelden
Op deze gradiënt komen vegetaties voor die kenmerkend zijn voor minder zure standplaatscondities. Voor de bossen zijn dit het Parelgras-Beukenbos

en het Gierstgras-Beukenbos. Op nattere standplaatsen is dit het Eiken-Haagbeukenbos. Hierin kan onderscheid gemaakt worden in het gewoon Eiken-Haagbeukenbos (relatief basenrijk) en het Kamperfoelierijk Eiken-Haagbeukenbos (relatief basenarm) hetgeen vooral te maken heeft met de dikte van de dekzandlaag.
De 'korte' vegetaties bestaan bij grondwatertrappen 5,6 en 7 uit het Struikheide-Kruipheide-verbond, in iets vochtigere omstandigheden uit het Borstelgras-verbond en op vochtige tot natte standplaatsen met ondiep voorkomen van de kleilagen uit Blauwgrasland. De kalkrijke afzettingen komen in de schraallandvegetaties alleen in de vochtige tot natte standplaatsen tot uiting, waar de kleilagen ondiep voorkomen. Dit in tegenstelling tot de bosgemeenschappen die op de gehele gradiënt op relatief basenrijke omstandigheden duiden.

Voorkomen
Deze gradiënt komt op een tweetal plaatsen voor, bij de steengroeve ten oosten van Winterswijk en ten zuidoosten hiervan aan de Duitse grens.

5.3.2 Deelgebieden

Het onderzoeksgebied kan worden opgedeeld in deelgebieden waarvoor één van de hierboven beschreven gradiënten representatief is.
In bijlage 9 zijn de onderscheiden deelgebieden weergegeven.

Gradiënt 1 (oorspronggebied) komt vooral voor in het oosten van het onderzoeksgebied langs de grens met Duitsland. Het "oorspronggebied" wordt gekenmerkt door hooggelegen, relatief vlakke plateaus. Veel van de oorspronkelijke Winterswijkse beken ontsprongen hier.
Ook gradiënt 2 (bovenlopen) komt over een grote oppervlakte voor. De oorspronkelijke (periodiek droogvallende) beken zijn echter nauwelijks in het landschap te herkennen. Ze zijn meestal vervangen door landbouwsloten.
De Bovenslinge, de Groenlose Slinge, de Beurzer Beek en de Schaarsbeek kunnen opgevat worden als middenlopen (gradiënt 3). Deze beken voeren nagenoeg het hele jaar water en stromen in relatief brede dalen waarin een groot aandeel van de gronden uit beekafzettingen bestaat. De oeverwallen zijn vaak van oudsher in gebruik als akkers (essen). In het dal langs de beek is vaak een relatief dik pakket goed doorlatend zand aanwezig. Alleen langs de Schaarsbeek heersten in het verleden permanent natte condities waardoor veenvorming is opgetreden (gradiënt 5: middenloop met veengronden).
Langs de Boven Slinge nabij Brinkheurne is gradiënt 4 aanwezig: middenloop in tertiair zand. Hier treedt mogelijk grondwater uit van een diep (subregionaal) systeem.
Hoogveencomplexen (gradiënten 6/7/8) worden op een drietal plekken aangetroffen: het Korenburgerveen/Vragenderveen/Meddosche veen, het Wooldsche veen en het Zwilbroekse veen. Een groot deel van het veengebied van het Wooldsche veen en het Zwilbroekerveen ligt in Duitsland.
Het in bijlage 9 aangegeven Korenburgerveencomplex omvat niet alleen de veengronden maar ook de aangrenzende hogere zandgronden die als infiltra-

tiegebied fungeren van de bijbehorende hydrologische systemen. Voor het Korenburgerveen is de grens van het inzijgingsgebieden globaal aangegeven. De exacte begrenzing is op basis van dit onderzoek niet aan te geven.
In het Wooldsche veen vindt geen voeding vanaf hoger gelegen infiltratiegebieden plaats, althans niet binnen het onderzoeksgebied. In het Duitse deel van dit veengebied vindt waarschijnlijk wel voeding plaats; toestroming van ondiep grondwater vanaf de hogere zandgronden.
Gradiënt 9 (Muschelkalkplateau) komt op twee plekken voor: langs de steengroeve (Willink Weust) en in een klein areaal ten zuidoosten van de groeve aan de Duitse grens. Dit is landbouwgebied; in de vegetatiesamenstelling zijn nauwelijks aanwijzingen die duiden op het kalkrijke substraat.

5.4 Beschrijving huidige situatie en knelpunten

Hieronder wordt een beknopte beschrijving gegeven van de huidige situatie en knelpunten. Een meer gedetailleerde beschrijving van de actuele situatie, een vergelijking met streefbeelden en de daaruit afgeleide knelpunten vindt plaats op een meer lokaal niveau, namelijk bij het beschrijven en modelleren van de raaien (hoofdstuk 7).

In de huidige situatie is er rondom Winterswijk sprake van een kleinschalig cultuurlandschap met een belangrijk aandeel graslanden en eenmans-esjes, afgewisseld met boomwallen, beekbegeleidende bossen, snelstromende beken, hoogveenrestanten, schraallanden, heiden en vennen.
In de afgelopen decennia is het landschap in toenemende mate bepaald door de inrichting als landbouwgebied. Dit heeft geleid tot een schaalvergroting (grotere percelen) en een sterke afname van schraallanden, heideterreinen, hoogvenen en vennen. De schaalvergroting is in het Winterswijkse niet zover doorgevoerd als in veel andere delen van Nederland. Er kan dan ook nog steeds gesproken worden van een relatief kleinschalig landschap.
De toenemende afwatering ten behoeve van de landbouw heeft belangrijk negatieve consequenties voor de natuur; er treedt op relatief grote schaal verdroging van natuurgebieden op. Ook uit onderzoek van de Provincie is gebleken dat in een groot deel van het WCL-gebied 'verdroogde watersystemen voorkomen met daarbinnen verdrogingsgevoelige natuur' (Intentieverklaring en Aanpak Bestrijding verdroging in Gelderland).

Beekbegeleidende bossen
Beekbegeleidende bossen komen nog relatief veel voor, zij het in smalle zones en vaak in verarmde vorm. De beekbegeleidende bossen bestaan vooral uit het Wintereiken-Beukenbos en in mindere mate uit het Eiken-Haagbeukenbos, het Vogelkers-Essenbos en het Elzenbroekbos. In Bekendelle komt nog een vrij goed ontwikkeld complex voor van de laatst genoemde bosgemeenschappen.
Door de lagere gemiddelde waterstanden in de beken treedt in de beekbegeleidende bossen verdroging op. Dit kan leiden tot verarming van de bosgemeenschappen (soortenarmer: kritische en zeldzame soorten verdwijnen het eerst), tot dominantie van enkele algemene soorten of tot verandering naar een drogere bosgemeenschap. Met name de bosgemeenschappen van de nattere standplaatsen zijn sterk in areaal achteruitgegaan: Eiken-Haagbeukenbos, Vogelkers-Essenbos en Elzenbroekbos. De beide eerst genoemde bossen zijn deels vervangen door het Wintereiken-Beukenbos of zijn omgezet in landbouwgebied.

Bossen
De oudere loofbossen bestaan voornamelijk uit het Wintereiken-Beukenbos en het voedselarmere Berken-Zomereikenbos. Plaatselijk komt het Eiken-Haagbeukenbos voor. Voorbeelden van dergelijke bossen zijn 't Rot en Aarnink.

De jongere bossen (ontginningsbossen) bestaan voor een groot deel uit aangeplant naaldhout met een soortenarme ondergroei van Pijpestrootje, Bochtige smele en/of Braam. Deze kunnen grotendeels tot het Berken-Zomereikenbos gerekend worden.

Deze bossen kunnen verdroogd zijn als gevolg van een op de landbouw aangepast afwateringssysteem in de aangrenzende gebieden. Als gevolg van de het beheer als productiebossen, zijn veel van deze bossen qua soortensamenstelling, structuur, leeftijdsopbouw slecht ontwikkeld.

Heide en vennen
Heideterreinen komen voor in het Rommelgebergte, het Korenburgerbos, in het Masterveld en versnipperd in andere terreinen.
De heideterreinen bestaan meestal uit droge tot vochtige heidevegetaties (Struikheide-Kruipbrem-verbond) en zijn vaak vergrast met Pijpestrootje of Bochtige smele. De vergrassing is een gevolg van eutrofiëring door atmosferische depositie, verdroging en achterstallig beheer (niet meer plaggen en begrazen). In vergelijking met de situatie in het begin van deze eeuw, is het areaal heide zeer sterk afgenomen.

In Ratum en Kotten komen nog een aantal vennen voor: bij de Elzen, het Heksenven, Ven van Heezen, het ven in de Muggenhoek, het Nonneven en de Italiaanse meertjes. De vegetatie is vaak soortenarm als gevolg van het eutrofiëring, verdroging en dichtgroeien. In de meer oorspronkelijke situatie komen hier zwak gebufferde en voedselarme wateren voor met vegetaties van de Oeverkruidklasse.

Schraallanden
Goed ontwikkelde schraallandvegetaties komen voor aan de oostzijde van het Korenburgerveen en in Willink Weust. In het oostelijk deel van het Korenburgerveen treedt kwel op. Hier zijn soortenrijke Kleine zeggenvegetaties en schraallandvegetaties ontstaan. Verdroging heeft hier geleid tot degeneratie van een deel van de vegetaties.
Bij Willink Weust is Blauwgrasland aanwezig in complex met heischrale vegetaties. De vergrassing lijkt hier een gevolg te zijn van atmosferische depositie in combinatie met achterstallig beheer (niet meer plaggen en maaien) en verdroging.

Hoogveenrestanten.
Hoogveenrestanten worden aangetroffen in het Korenburgerveen, het Wooldsche veen en het Zwilbroekse veen. Na het afgraven van het hoogveen is in een aantal veenputten opnieuw hoogveenontwikkeling op gang gekomen. Het betreft hier met name slenkenvegetaties (Snavelbies-verbond). De ontwatering in de omgeving en de atmosferische depositie zijn de belangrijkste negatieve factoren voor de ontwikkeling van hoogveenvegetaties. Als gevolg hiervan is slechts in een relatief klein deel van de veenputten sprake van hoogveenvegetaties. Een verdere ontwikkeling naar hoogveenvegetaties lijkt niet plaats te vinden.

Voor het Korenburgerveen wordt een verlaging van de stijghoogte van het diepe grondwater genoemd die onder ander wordt veroorzaakt door de grondwateronttrekking bij Corle (Lemaire, 1991).

Cultuurgronden
De graslanden bestaan grotendeels uit Beemdgras-Raaigrasweiden. Als gevolg van het intensief beheer is de vegetatie zeer soortenarm en zijn de natuurwaarden gering. Ook de onkruidenvegetaties op de akkers zijn meestal slecht ontwikkeld.
In het cultuurlandschap zijn alleen de slootoevers redelijk soortenrijk.

Concluderend kan worden gesteld dat de botanische natuurwaarden in landbouwpercelen laag is. In de natuurterreinen bestaat het belangrijkste knelpunt meestal uit verdroging. Dit heeft in veel gevallen geleid tot een sterke degeneratie van de vegetaties. Ook in de relatief goed ontwikkelde natuurgebieden is vaak sprake van verdroging. De oorspronkelijke vegetaties zijn daarbij overgegaan in drogere vormen, waardoor in de huidige situatie het aandeel 'vochtige en natte natuur' laag is. In de meer oorspronkelijke situatie werd het gebied rondom Winterswijk juist gekenmerkt door het veelvuldig voorkomen van vochtige en natte bossen, heiden en schraallanden.
Hoewel gedetailleerde (en gebiedsdekkende) kennis wat betreft de mate van de opgetreden verdroging niet voorhanden is, kan worden gesteld dat in de meeste gevallen de natuur gebaat is bij maatregelen die gericht zijn op vernatting.

6 VISIE MOGELIJKE MAATREGELEN

Uit de voorgaande analyses blijkt dat zowel voor de landbouwkundige situatie als voor de natuur de ontwateringstoestand niet optimaal is. In een relatief groot deel van het landbouwgebied treedt schade door verdroging op als gevolg van te lage grondwaterstanden in de zomer. Dit is mede een gevolg van het op veel plaatsen ondiep voorkomen van tertiaire klei en keileem in combinatie met de aanwezigheid van drains.
Ook in veel natuurgebieden is de hydrologische situatie niet optimaal. Dit kan voor een deel worden toegeschreven aan de ontwateringstoestand in de directe omgeving van de betreffende natuurgebieden waardoor verdroging optreedt. Voor zowel de landbouw als de natuur geldt dat voor een hydrologische optimalisatie het vochttekort (de verdroging) moet worden bestreden.

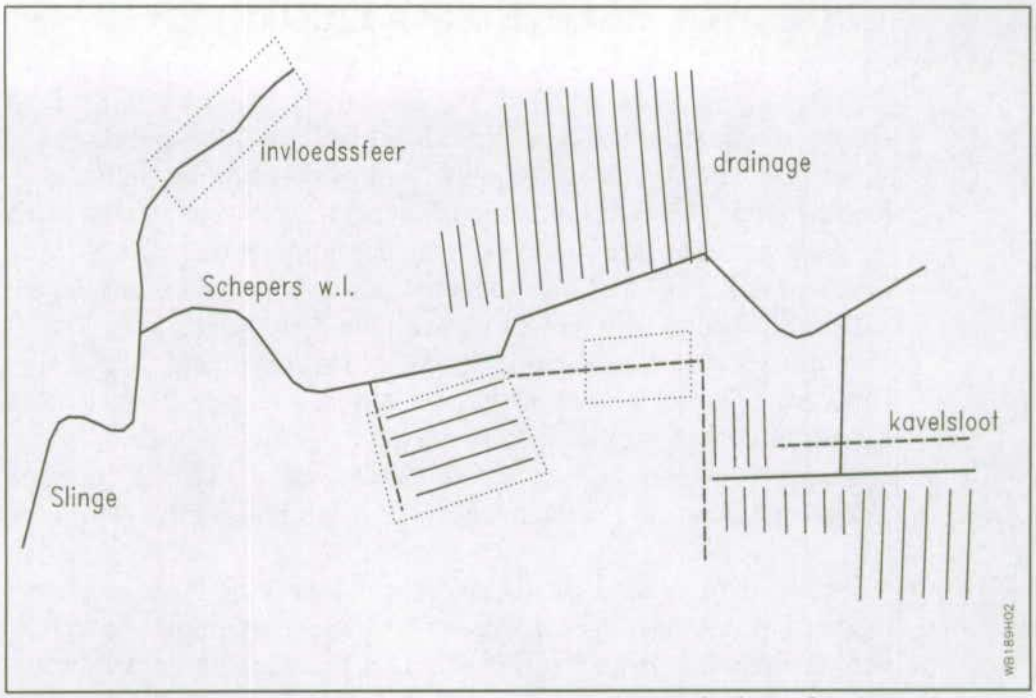
Vochttekort in de landbouwgebieden en verdroging in de natuurgebieden kan met een aantal maatregelen worden bestreden. De in dit hoofdstuk beschreven maatregelen hebben zowel betrekking hebben op de natuur als op de landbouw.

Voor de landbouw geldt dat bij het verminderen van het vochttekort toename van schade door wateroverlast kan optreden. Een maatregel kan dus positief uitpakken voor zowel natuur als landbouw (Win-Win) of positief voor de natuur en negatief (wateroverlast) voor de landbouw (Win-Verlies). Locaties waar te nemen maatregelen negatief uitpakken voor de natuur en positief voor de landbouw komen niet veel voor in het Winterswijkse. Op basis van de grootte van het invloedsgebied van een ingreep kunnen mogelijke maatregelen als volgt worden ingedeeld:

Tabel 4 Indeling van maatregelen naar de grootte van het invloedsgebied (effect)

Maatregel	invloedsgebied
1 - drainage	perceel
2 - kavelsloten	2 à 3 percelen
3 - hoofdwaterlopen en beken	alle hierop ontwaterende en direct afwaterende percelen
4 - Winning Corle reduceren	invloedsgebied winning

De volgorde van indeling geeft ook de praktische haalbaarheid weer. Een ingreep die alleen effect heeft op perceelsniveau is veel minder omvattend dan een ingreep die effect heeft op een heel stroomgebied. In figuur 2 is het invloedsgebied van de eerste drie maatregelen grafisch weergegeven.



Figuur 2 Schematische weergave ontwateringsstelsel in de omgeving van de Schepers waterloop.

ad 1: drainage
Grote delen van het WCL-gebied zijn gedraineerd. De drainage ligt grotendeels op een diepte van 80 centimeter beneden maaiveld. Dit is overeenkomstig het advies dat wordt gegeven in een vlugschrift van de landbouw nr. 361 "aanleg en onderhoud van Drainage", waarin normen voor optimale draindiepte worden gegeven (Cultuurtechnische vereniging, 1988). De drainafstand varieert tussen de 10 en 15 meter. Met behulp van de onderstaande formule van Ernst, voor het bepalen van de drainafstanden, zijn enkele indicatieve berekeningen uitgevoerd.

$$m = q * \frac{D}{k} + q * \frac{L^2}{8 * \sum kD} + \frac{q * L}{\pi * k} * \ln \frac{\alpha * D}{u}$$

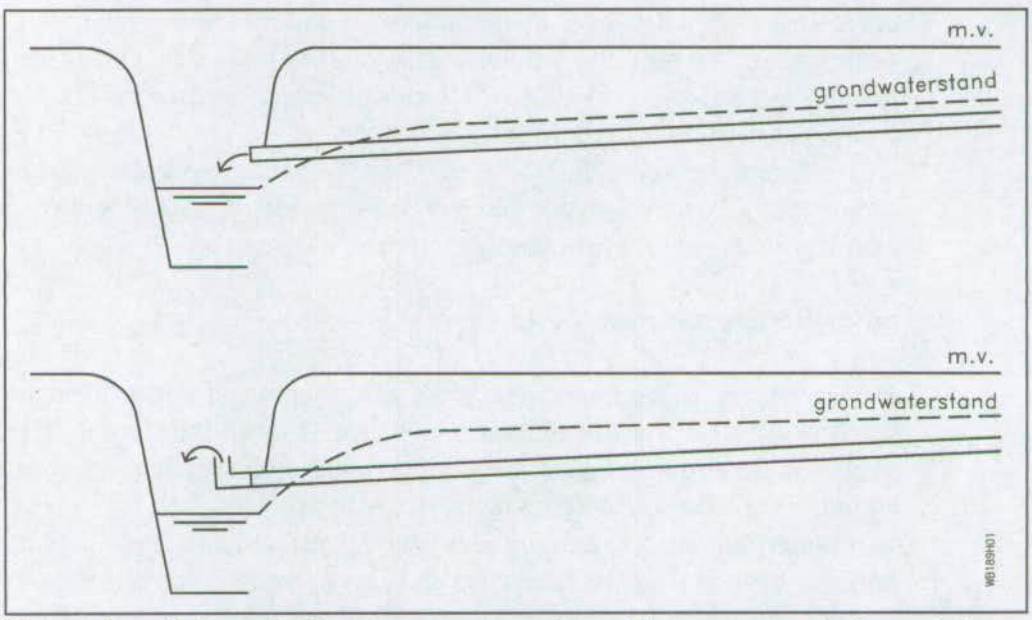
In tabel 5 staan de resultaten hiervan weergegeven. Uit de berekeningen blijkt dat bij een specifieke afvoer (q) van 0,007 m/dag, een drainafstand (L) van 15m, een draindiepte (D) van 0,8 m, een natte omtrek (U) van 0,3 m en een opbolling (m) van 0,5 meter een radiale en verticale doorlatendheid (k) hoort van 0,15 meter per dag. Deze berekeningen laten ook zien dat bij een bodemsoort met een grotere radiale en verticale doorlatendheid dan 0,15 m/dag een andere opbolling (m) hoort. Bij een doorlatendheid van 0,5 m/d, die niet ongebruikelijk is voor zandgebieden (van Drecht, 1983), hoort een opbolling van 0,15 meter. Een kleinere opbolling betekent dat een kleinere draindiepte mogelijk is.

Gezien de grote variatie in bodemgesteldheid in het WCL-gebied kan dit betekenen dat in veel percelen de drains te diep zijn gelegd. Hier liggen dus kansen voor de landbouw en de natuur. In gedraineerde gebieden zal bij het ondieper leggen van de drainage extra water in de bodem worden geborgen. De gemiddelde grondwaterstand zal stijgen waardoor in neerslagarme perioden de droogteschade af zal nemen.

Tabel 5
Verhouding tussen doorlatendheid (k) en opbolling (m) tussen twee drains berekend met formule van Ernst

k (m/d)	m (meter)
0.15	0.50
0.20	0.40
0.30	0.25
0.50	0.15
1.0	0.10

In plaats van het ondieper leggen van de drains zou ook gekozen kunnen worden voor het aanbrengen van een drainageslot. Een drainageslot is een stijgbuis die eenvoudig op het uiteinde van een drain gemonteerd kan worden. In figuur 3 is de werking van een drainageslot grafisch weergegeven. Een drainageslot is eenvoudiger en flexibeler en zou in het groeiseizoen toegepast kunnen worden (net als zomerpeilen). Bij het gebruik van een drainageslot neemt de kans op verstopping van de drains toe. Deze verstopping kan worden voorkomen door regelmatig onderhoud (doorspuiten).



Figuur 3 Schematische weergave van de werking van een drainageslot

Met beide hiervoor genoemde ingrepen kan het vochttekort worden verminderd. In welke mate deze maatregelen kunnen bijdragen aan de verdrogingsbestrijding en of ze praktisch uitvoerbaar zijn, zullen experimenten op perceelsniveau moeten uitwijzen. Een belangrijk aandachtspunt daarbij is de relatie tussen doorlatendheid, drainafstand, draindiepte en gewenste grondwaterstanden.

ad 2 en 3: sloten, waterlopen en beken

Naast het aanpassen van drainage kan ook het veranderen van de drainagebasis van waterlopen een effectieve maatregel zijn om de verdroging te verminderen. Voor kavelsloten geldt hetzelfde als voor drains. Of het mogelijk is om kavelsloten te verondiepen (hogere drainagebasis) moet worden uitgeprobeerd op perceelsniveau.

Bij het aanpassen van hoofdwaterlopen en beken moet niet direct gedacht worden aan profielveranderingen. Deze waterlopen zijn veelal gedimensioneerd op het criterium, dat in perioden van grote neerslag voldoende water kan worden afgevoerd. Bij verondiepen van deze waterlopen is de kans groot dat in perioden van grote waterafvoer problemen ontstaan. Door bij het verondiepen van deze waterlopen tevens de waterlopen te verbreden, wordt de drainagebasis verhoogd terwijl tegelijkertijd de afvoercapaciteit van de waterlopen gelijk blijft.

Een andere mogelijkheid is het vasthouden van water door middel van stuwen. In perioden met grote neerslag moeten de stuwen verlaagd kunnen worden opdat de waterlopen voldoende afvoercapaciteit hebben. Direct nadat er voldoende water is afgevoerd, moeten de stuwen weer op voldoende hoogte worden gesteld zodat niet onnodig water wordt afgevoerd. Deze laatste maatregel vereist een zeer intensief stuwbeheer.

De twee hiervoor genoemde maatregelen kunnen zowel op de schaal van een stroomgebied als op zeer lokale schaal plaatsvinden (ontwatering enkele percelen). Op de schaal van een stroomgebied zijn waterlopen vaak afgestemd op de ontwatering van de laagst gelegen gebieden. Als in de laagst gelegen gebieden, vernatting wordt geaccepteerd kan de drainagebasis van een geheel stroomgebied verhoogd worden.

Bovenstaande maatregelen (1, 2 en 3) hebben tot gevolg dat meer water wordt vastgehouden hetgeen ten goede komt aan de hydrologische situatie in neerslagarme perioden (hogere grondwaterstanden).

ad 4: Reduceren winning Corle

De vierde mogelijke maatregel is het verminderen of compenseren van de onttrekking door grondwaterwinningen. De grootste winning in het WCL-gebied is de winning Corle van de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland. Voor locaties binnen het invloedsgebied van winningen kan een vermindering van de verlaging een positief effect hebben op natuur en landbouw. In bijlage 10 is de verlaging weergegeven ten gevolge van een onttrekking van 2,75 miljoen m^3/jaar bij Corle (Concept rapport modellering Corle, WOG, 1996)

7 DOORREKENEN HYDROLOGISCHE MAATREGELEN

In het vorige hoofdstuk is een aantal anti-verdrogingsmaatregelen beschreven. Aan de hand van modelberekeningen in vijf raaien wordt in dit hoofdstuk geïllustreerd wat het effect van de deze maatregelen kan zijn in de onderscheiden landschapsgradiënten. Per raai zijn maatregelen doorgerekend zoals het opzetten van slootpeilen en beekpeilen en het verwijderen/verhogen van drains. Het effect van de verschillende maatregelen wordt inzichtelijk gemaakt met behulp van twee-dimensionale figuren. Vervolgens vindt per raai een interpretatie plaats van de maatregelen en bijbehorende effecten en kunnen kansrijke locaties worden aangegeven.
In hoofdstuk 8 wordt aangegeven op welke locaties welke maatregelen kansrijk zijn om de streefbeelden te realiseren danwel te benaderen. Op basis van de indeling in deelgebieden (bijlage 9) kunnen de maatregelen en bijbehorende effecten worden geëxtrapoleerd.

7.1 Hydrologische modellering

Met de hydrologische modellering vindt een *vergelijking* plaats van de effecten van verschillende ingrepen binnen de gradiënten: welk type maatregel is het meest effectief?
Doordat het om een vergelijking gaat is de hydrologische modellering beperkt tot indicatieve stationaire tweedimensionale modellen van de vijf raaien. Met de 2D-modellen kan de effectiviteit van de verschillende maatregelen binnen een raai goed worden *vergeleken*. Op basis van de modelberekeningen kunnen geen *absolute* uitspraken worden gedaan over de effectiviteit van maatregelen.

De hydrologische modellering is uitgevoerd met het programma MODFLOW (McDonald en Harbaugh, 1988). De raaien zijn evenwijdig aan de stromingsrichting van het grondwater gelegd. De randen van de modellen zijn op de waterscheidingen gelegd: boven op de plateaus of bij de Slinge. Op basis van geologisch kaartmateriaal (van den Bosch, 1996) is voor elke raai een geohydrologische schematisatie gemaakt. Hierbij is aangenomen dat de tertiaire klei of de keileem de ondoorlatende geohydrologische basis vormt. Bij de schematisatie van het watervoerende pakket is onderscheid gemaakt tussen afzettingen van de Formatie van Twente en de tertiaire zanden en grinden. Voor de afzettingen van de Formatie van Twente is een doorlatendheid (k-waarde) aangehouden van 5 à 10 m/d. Voor de grove tertiaire zanden die voorkomen in de smeltwatergeul ten oosten van Winterswijk is een doorlatendheid van 50 m/d aangehouden. Voor de fijne tertiaire zanden, die in de raai 4 (zie hieronder) voorkomt is een doorlatendheid aangehouden van 5 m/d.
De ligging en diepte van de verschillende drainagemiddelen zijn ontleend aan gegevens van de waterschappen en zo nauwkeurig mogelijk in de

modellen verwerkt. Hierbij is onderscheid gemaakt in drainage, kavelsloten, hoofdwaterlopen en beken. Drainage en kavelsloten zijn gesimuleerd met behulp van de drain-module: hierbij wordt voor een drain of kavelsloot de hoogte van de drainagebasis en een drainageweerstand opgegeven. De grote waterlopen en beken zijn gesimuleerd met de river-module: hierbij wordt naast een drainagebasis en intree- en uittreeweerstand ook een oppervlakte-waterpeil opgegeven. De drainageweerstanden voor sloten en beken zijn gebaseerd op een onderzoek naar drainageweerstanden in Oost-Gelderland dat in opdracht van de provincie Gelderland is uitgevoerd is (Massop en de Wit, 1994). De drainageweerstanden voor de drains zijn bepaald met behulp van de formule van Bruggeman (van Drecht, 1983)

Het gebied rondom Winterswijk bestaat uit een dynamisch snel reagerend instationair systeem. Zoals al eerder is aangegeven gaat het in deze studie om de vergelijking van enkele maatregelen en kan dus worden volstaan met een stationaire simulatie van ingrepen. Om toch een inzicht te krijgen in de dynamiek van het systeem zijn de effecten van de verschillende ingrepen voor elke raai berekend in een natte en droge voorjaarssituatie. Voor een natte voorjaarssituatie is gekeken of bij aanpassingen in de waterhuishouding het grondwater tot in het maaiveld kan komen. Om te kijken hoe diep grondwaterstanden in het voorjaar kunnen wegzakken is een droge voorjaars-situatie gesimuleerd. Uit neerslag- en verdampingsgegevens van het KNMI blijkt dat in een natte voorjaarssituatie en een droge voorjaarssituatie de grondwateraanvulling over een periode van 2 à 3 maanden respectievelijk 2,5 mm/dag en 0,5 mm/dag bedraagt.

7.2 Keuze van de raaien

Op een vijftal locaties is langs een raai een modelberekening uitgevoerd. De locaties zijn gekozen op grond van de volgende criteria:

- de raai is representatief voor het betreffende deel van het beekdal
- de raai is representatief voor het deelgebied waarin de raai ligt (in verband met de mogelijkheid tot extrapolatie van de resultaten naar de overige delen van het onderzoeksgebied)
- de raai bevat een aantal relevante hydrologische situaties/knelpunten
- is er mogelijk sprake van functieverandering van percelen (aanwijzing Relatienotagebieden) waardoor een aanpassing van de hydrologische situatie gewenst kan zijn
- langs de raai zijn er voldoende hydrologische, geomorfologische en vegetatiekundige gegevens

De volgende raaien zijn geselecteerd:

- Raai 1: *Vennevertlose beek*: Oorspronggebied (gradiënt 1)
- Raai 2: *Ratumse beek*: Bovenloop (gradiënt 2)
- Raai 3: *Bekendelle*: Middenloop (gradiënt 3)

- Raai 4: *Bovenslinge*: Middenloop in tertiair zand (gradiënt 4)
- Raai 5: *Korenburgerveen*: Hoogveengebied (met kwel) (gradiënt 6/7/8)

De plaats van de raaien is aangegeven in bijlage 11.
De gekozen raaien zijn representatief voor zeven van de negen in paragraaf 5.3.1 beschreven gradiënten. Alleen voor gradiënt 5 (middenloop met veengronden) en gradiënt 9 (Muschelkalkplateau) worden geen berekeningen uitgevoerd. Er zijn geen raaien in deze gradiënten gekozen omdat gradiënt 5 slechts op één kleine plek voorkomt en het voor gradiënt 9 niet bekend is welke hydrologische maatregelen kunnen worden genomen. Op basis van de modelresultaten van de vijf gekozen raaien kan dus vrijwel gebiedsdekkend worden aangegeven wat de effecten van mogelijke maatregelen zullen zijn.

7.3 Resultaten en interpretatie

7.3.1 Raai 1: Vennevertlose beek

Beschrijving raai (ligging bijl. 11, resultaten bijl. 12)

Gradiënt 1: Oorspronggebied
- *Streefbeelden natuur:* zie gradiënt 1 paragraaf 5.3.1.
- *Streefbeelden landbouw:* zie bijlagen 3 en 4

Een noord-zuid georiënteerde raai in het beekdal van de Vennevertlose beek. De rand van de gemodelleerde raai wordt aan de noordkant gevormd door de Vennevertlose beek en aan de zuidzijde door de waterscheiding tussen de Vennevertlose beek en de Ratumse beek. Kenmerkend voor deze raai is het ondiep voorkomen van keileem (keileemplateau) en een relatief gering reliëf. De Vennevertlose beek is deels gegraven maar heeft een natuurlijke karakter (Adviesgroep Winterswijkse Beken, 1995). Het gebied langs de beek bestaat voornamelijk uit weilanden, akkers en naaldbos. De raai snijdt enkele percelen met drains en een aantal sloten. In perceel 351 zijn drains en een waterloop aanwezig. De waterloop kan mogelijk in de toekomst gedempt worden (relatienotagebied).
In dit deel van het beekdal zijn relatief veel percelen aangewezen als relatienotagebied. Mogelijk dat bij de functieverandering van deze gronden de beek verondiept kan worden.

Scenario's
1 uitgangssituatie: natte voorjaarssituatie (2,5 mm neerslag per dag);
2 uitgangssituatie: drogere voorjaarssituatie (0,5 mm neerslag per dag);
3 waterlopen gedempt bovenop het plateau in een natte voorjaarssituatie;
4 Drains verwijderd en waterloop gedempt nabij de Vennevertlose beek in een natte voorjaarssituatie;
5 Drains verwijderd, waterloop gedempt nabij de Vennevertlose beek en beekpeil verhoogd met 0,5 meter in een natte voorjaarssituatie;

In bijlage 12 zijn de resultaten van de verschillende scenario's grafisch weergegeven.

Resultaten en interpretatie
In de uitgangssituatie (figuren 1 en 2 in bijlage 12) is er een duidelijk verschil te zien tussen grondwaterstanden op het keileemplateau en grondwaterstanden langs de beek. Op het keileemplateau staat het grondwater duidelijk hoger, ondanks de aanwezige waterlopen. Door de keileem en/of tertiaire kleilagen wordt wegzijging naar de diepere ondergrond voorkomen. Langs de beek komen lagere grondwaterstanden voor. Als gevolg van het

ontbreken van kleilagen is er een betere ontwatering mogelijk. Zowel in een relatief natte als drogere voorjaarssituatie (neerslag resp. 2,5 mm/dag en 0,5 mm/dag) de grondwaterstanden relatief laag.

Wanneer de waterlopen op het keileemplateau worden gedempt (figuur 3 in bijlage 12) dan stijgt de grondwaterstand aanzienlijk, tot aan maaiveld. Ook is duidelijk dat deze maatregel een lokaal effect heeft: alleen in een zone langs de betreffende sloten treedt een sterke stijging op van de grondwaterstanden. In de richting van de beek is nauwelijks iets te merken van het opzetten van de slootpeilen.

Dat de ingrepen vooral lokaal effect hebben blijkt ook in het gebied langs de beek. In een laag gelegen perceel met een waterloop zijn natte omstandigheden te creëren door de waterloop te dempen en de drains te verwijderen (figuur 4 in bijlage 12). Er is dus een aanzienlijke vernatting te verwezenlijken door ingrepen binnen het perceel.
Het waterpeil in de nabij gelegen Vennevertlose beek heeft weinig invloed op de hydrologische situatie in dit perceel (figuur 5 in bijlage 12). De effecten van peilveranderingen in de Vennevertlose beek zijn alleen merkbaar in een smalle zone langs de beek. Vernatting van het betreffende perceel is dus mogelijk zonder dat het beekpeil wordt aangepast.

Het blijkt dat in *oorspronggebieden* de hydrologische situatie in belangrijke mate is te sturen met zeer lokale maatregelen. Dit betekent dat de gewenste hydrologische situatie met betrekking tot de streefbeelden met lokale maatregelen kan worden bereikt danwel benaderd. Dit geldt met name voor de keileemplateaus. Streefbeelden waaronder het *vochtig Wintereikenbos*, het *Struikheide-Kruipbremverbond* en plaatselijk het *Dopheideverbond* zijn met lokale maatregelen realiseerbaar. Ook gemeenschappen van het *Eiken-Haagbeukenbos* danwel het *Borstelgrasverbond* kunnen worden ontwikkeld, met name op reliëfrijke plaatsen (ondiep afstromend grondwater, zie gradiënt 1 in bijlage 8). Het realiseren van de genoemde 'korte' vegetaties kan aanzienlijk worden versneld door plagwerkzaamheden.

Langs de beek zijn streefbeelden moeilijker te realiseren. Alleen op de laagst gelegen delen is met lokale maatregelen een structurele vernatting mogelijk. Periodieke overstroming vanuit de beek zoals in een meer ongestoorde hydrologische situatie plaats vindt, zal echter niet optreden. Om dit laatste te bereiken zal in een groot deel van het oorspronggebied (het voedingsgebied van de beek) de peilen structureel moeten worden verhoogd.

7.3.2 Raai 2: Ratumse beek

Beschrijving raai (ligging bijl. 11, resultaten bijl. 13)

Gradiënt 2: Bovenloop
- *Streefbeelden natuur:* zie gradiënt 2, paragraaf 5.3.1.
- *Streefbeelden landbouw:* zie bijlagen 3 en 4

Een zuid-noord georiënteerde raai vanaf de Waterloop van Schreurs tot aan de Vennevertlosebeek, nabij Kossink. Halverwege de raai wordt de Ratumse beek gekruist. De hierboven genoemde waterlopen lopen min of meer parallel aan de Ratumse beek. De raai doorsnijdt weilanden, akkers en enkele kleinere loofbosjes.
Uit figuur 1 in bijlage 13 blijkt dat de tertiaire kleilagen in zuidelijke richting wegduiken. Ter hoogte van de Waterloop van Schreurs is een smalle uitloper van de smeltwatergeul aanwezig waardoor de dikte van het zandpakket tot 10 meter oploopt. De raai is daardoor niet geheel representatief voor een bovenloop zoals in gradiënt 2 is beschreven. In bovenlopen komen de kleilagen meestal ondieper voor.

Scenario's
1 uitgangssituatie: natte voorjaarssituatie (2,5 mm neerslag per dag);
2 uitgangssituatie: drogere voorjaarssituatie (0,5 mm neerslag per dag);
3 aan beide zijden van de Ratumse beek drains verwijderd in een natte voorjaarssituatie;
4 aan beide zijden van de Ratumse beek drains verwijderd en aan de zuidzijde een waterloop gedempt in een natte voorjaarssituatie;
5 aan beide zijden van de Ratumse beek drains verwijderd, aan de zuidzijde een waterloop gedempt en het beekpeil van de Ratumse beek verhoogd met 0,5 meter in een natte voorjaarssituatie;
6 idem als bij 5, maar dan in een drogere voorjaarssituatie (0,5 mm/dag)

In bijlage 13 zijn de resultaten van de verschillende scenario's grafisch weergegeven.

Resultaten en interpretatie
Uit de figuren 1 en 2 in bijlage 13 blijkt dat in de uitgangssituatie langs de gehele raai relatief droge omstandigheden heersen, hetgeen kan worden verklaard doordat geen waterstagnatie plaats vindt als gevolg van het ontbreken van ondiepe keileem of tertiaire kleilagen ter plaatse. Hierdoor kan het gebied gemakkelijk worden ontwaterd. De figuren 3, 4 en 5 in bijlage 13 laten de effecten zien van vernattingsmaatregelen langs de Ratumse beek. Het verwijderen van drains en dempen van sloten heeft tot gevolg dat in een natte periode natte omstandigheden op gaan treden. In de neerslagarme perioden (figuur 6 in bijlage 13) treedt toch een relatief sterke daling op van de grondwaterstand. Blijkbaar leiden vernattingsmaatregelen alleen in een nattere periode tot de gewenste natte omstandigheden. Wanneer

geen ondiepe kleilagen of keileem voorkomen zal de grondwaterstand in de drogere periode relatief ver dalen. In dit deel van de Ratumse beek is dit laatste het geval. In bovenlopen lijkt de vernatting alleen in de natte periode goed te realiseren, althans met lokale maatregelen. In de laagst gelegen percelen is een structurele vernatting gedurende het gehele jaar waarschijnlijk wel mogelijk.

Van het *Berken-Zomereikenbos* danwel het *Struikheide-Kruipbremverbond* zal een relatief droge vorm ontstaan op plekken waar in een meer ongestoorde situatie een vochtige vorm aanwezig is. Langs de beek is het realiseren van het *Vogelkers-Essenbos* of het *Dotterverbond* waarschijnlijk niet mogelijk, een gevolg van te droge omstandigheden en het ontbreken van overstromingen vanuit de beek. Hier zal bij een keuze voor natuur waarschijnlijk over relatief grote oppervlakten het drogere *Wintereiken-Beukenbos* of het *Glanshaververbond* ontstaan. Het Wintereiken-Beukenbos komt in de ongestoorde hydrologische situatie hoger op de gradiënt voor.

7.3.3 Raai 3: Slinge

Beschrijving raai (ligging bijl. 11, resultaten bijl. 14)

- *Gradiënt 3: Middenloop*
- *Streefbeelden natuur*: zie gradiënt 3 paragraaf 5.3.1.
- *Streefbeelden landbouw*: zie bijlagen 3 en 4

Noordwest-zuidoost georiënteerde raai in beekdal van de Slinge, langs Bekendelle (zie bijlage 11). Systeemranden bestaan uit de waterscheiding in het noordwesten (ter hoogte van Groote Veld) en de Slinge in het zuidoosten.
Het gebied langs de Slinge bestaat uit bos. Op de beekdalflank liggen voornamelijk weilanden en akkers. De raai snijdt diverse percelen met drains en een aantal sloten waaronder de Klandermanswaterloop.

Scenario's

1 uitgangssituatie: natte voorjaarssituatie (2,5 mm neerslag per dag);
2 uitgangssituatie: drogere voorjaarssituatie (0,5 mm neerslag per dag);
3 verhogen drains (+ 0,3 m) op plateau in een natte voorjaarssituatie;
4 opzetten peil van de Slinge en Klandermanswaterloop (concrete verhoging 0,5 meter) in een natte voorjaarssituatie;

In bijlage 14 zijn de resultaten van de verschillende scenario's grafisch weergegeven.

Resultaten en interpretatie

Uit de modelberekeningen blijkt het verschil in hydrologisch functioneren tussen het centrum van de beek en de beekdalrand. Op de beekdalrand (plateau) variëren de grondwaterstanden gedurende het jaar sterk (zie figuren 1 en 2 in bijlage 14). In natte perioden staat de grondwaterstand enkele decimeters tot een meter onder maaiveld; in droge perioden daalt de grondwaterstand tot in de keileem/tertiaire klei. Het verhogen van drains (met 0,30 m) en het opzetten van slootpeilen heeft tot gevolg dat de grondwaterstand enigszins stijgt. Deze maatregel heeft lokaal effect; meer in het centrum van het beekdal blijft de hydrologische situatie ongewijzigd.

Langs de Slinge zijn de peilfluctuaties duidelijk geringer, als gevolg van het relatief constante en hoge peil van de Slinge. De hydrologische situatie wordt hier in belangrijke mate gestuurd door het peil van de Slinge en de Klandermanswaterloop. Het peilbeheer van beide waterlopen bepaalt in belangrijke mate de hydrologische condities langs de Slinge. Ingrepen (opzetten slootpeilen, verhogen van drains) op het plateau hebben nauwelijks invloed op de grondwaterstanden langs de beek. Maatregelen die als doel hebben het waterstandsregime langs de beek te veranderen moeten dus vooral gezocht worden in het peilbeheer van de Slinge en de Klandermanswaterloop (zie figuur 4 in bijlage 14).

Op de hooggelegen beekdalrand zijn alleen natte omstandigheden te creëren, wanneer er sprake is van ondiepe keileem/tertiaire klei. Voor de situatie langs de raai betekent dit dat het aan de noordzijde mogelijk lijkt om met lokale ingrepen het *Wintereiken-Beukenbos* dan wel het *vochtige Struikheide-Kruipbremverbond* te realiseren. Op reliëfrijke plekken waar de keileem/tertiaire klei ondiep voorkomt liggen mogelijkheden voor het *Eiken-Haagbeukenbos* of het *Borstelgrasverbond.*

Bekendelle bestaat uit een complex van laaggelegen beekgronden en geulen. Het maaiveld is hier lager dan in de raai langs de beek. In Bekendelle komen de hydrologische condities min of meer overeen met die behorend bij de streefbeelden (*Eiken-Haagbeukenbos, Vogelkers Essenbos, Elzenbroek*; zie gradiënt 3). Uit de beperkte informatie omtrent de waterhuishouding (grondwaterstanden) en de vegetatiesamenstelling kan niet worden afgeleid of er in Bekendelle sprake is van verdroging.
In het overige deel van het beekdal is het maaiveld langs de beek meestal duidelijk hoger. Bij het huidige peilbeheer van de Slinge zijn er langs de beek hooguit op kleine schaal vergelijkbare vegetaties (streefbeelden) te verwachten als in Bekendelle.

7.3.4 Raai 4: Bovenslinge

Beschrijving raai (ligging bijl. 11, resultaten bijl. 15)

- *Gradiënt 4: Middenloop in tertiair zand*
- *Streefbeelden natuur*: zie gradiënt 4, paragraaf 5.3.1.
- *Streefbeelden landbouw*: zie bijlagen 3 en 4

Een zuid-noord georiënteerde raai, vanaf de waterscheiding ten noorden van Aarnink tot aan de Huitinkbrug (Bovenslinge). De raai loopt vooral door graslanden, die veelal gedraineerd zijn. De raai snijdt de Deunk- en de Sieperswaterloop en eindigt in de Bovenslinge.
Langs de beek wordt in plaats van tertiaire klei ondiep tertiair zand aangetroffen.

Scenario's

1 uitgangssituatie: natte voorjaarssituatie (2,5 mm neerslag per dag);
2 uitgangssituatie: drogere voorjaarssituatie (0,5 mm neerslag per dag);
3 verhoging drains (van 0,8m - mv tot 0,5 m- mv) en de sloten gedempt op de beekdalrand in een natte voorjaarssituatie;
4 verhoging drains ten noorden van de Deunk waterloop en demping sloten in een natte voorjaarssituatie;
5 opzetten peil is de Bovenslinge (verhoging met 1 m) in een natte voorjaarssituatie;

In bijlage 15 zijn de resultaten van de verschillende scenario's grafisch weergegeven.

Resultaten en interpretatie

In de uitgangssituatie zijn de grondwaterstanden langs de gehele raai zowel in de natte als drogere situatie relatief laag. Door slootpeilen op te zetten en drains te verwijderen kan plaatselijk de gewenste hydrologische situatie worden benaderd (figuur 3 in bijlage 15). Dergelijke maatregelen hebben ook langs deze raai overwegend een lokaal effect.
Uit de modelberekening volgt dat in een laaggelegen zone achter de oeverwal van de Bovenslinge met beperkte ingrepen (opzetten slootpeilen en drains verwijderen) een aanzienlijke vernatting kan worden bereikt (zie figuur 4 in bijlage 15). Dit betekent dat bij handhaving van de huidige (landbouw-) peilen van de Deunk waterloop en de Bovenslinge, toch plaatselijk natte condities kunnen worden gecreëerd. Het grondwaterpeil komt in de winter mogelijk tot aan maaiveld. Verwacht kan worden dat hier relatief basenrijke omstandigheden voorkomen, een gevolg van de leemrijke zanden in combinatie met het optreden van kwel (uittreden van aangerijkt, basenrijk grondwater). De tertiaire klei en keileem ontbreken zodat zowel een lokaal systeem als een dieper, subregionaal systeem voor kan komen.
Langs de Bovenslinge wordt het 'Ratums zand' aangetroffen, een tot 25 meter dikke en goed doorlatende tertiaire afzetting die onder andere ten

zuidoosten van Winterswijk dagzoomt en in zuidoostelijke richting wegduikt onder tertiaire klei. Op basis van de modelberekeningen kunnen geen conclusies worden getrokken over het eventuele functioneren van een dergelijk systeem. De geconstateerde basenrijke omstandigheden kunnen hier zowel worden veroorzaakt door een lokaal hydrologisch systeem (relatief grote aanrijking van grondwater als gevolg van watertransport door leemrijke afzettingen) als door het uittreden van grondwater uit een dieper systeem.

Voor de realisatie van de streefbeelden is het ook bij deze gradiënt gewenst dat er vernatting optreedt. Verhoging van de grondwaterstand kan worden bereikt met het opzetten van slootpeilen en/of verwijderen dan wel verhogen van drains. Dergelijke maatregelen hebben voornamelijk lokaal de gewenste effecten.
De meest kansrijke gebieden liggen op de laag gelegen locaties bij voorkeur op reliëfrijke plaatsen. Op de beekdalflank is het mogelijk het *Berken-Zomereikenbos* of het *Struikheide-Kruipbremverbond* te ontwikkelen. Dit zullen veelal relatief droge en ook soortenarme vegetaties zijn. In een laaggelegen zone langs de beek is het mogelijk natte condities te creëren. Of hierbij soortenrijke vegetaties van het *Dotterverbond* of *Eiken-Haagbeukenbos* (streefbeeld) ontstaan is echter de vraag en kan op basis van deze modelberekeningen niet worden beantwoord. Dergelijke vegetaties vereisen een combinatie van natte en basenrijke omstandigheden. Het lijkt mogelijk het gewenste grondwaterregime te realiseren, maar of ook de gewenste basenrijke omstandigheden op zullen treden is niet zeker. In de ongestoorde situatie was overstroming vanuit de beek hierbij een belangrijke factor. Mogelijk dat het relatief basenrijke substraat (leemrijk zand) en/of het eventueel uittreden van grondwater (kwel) voor het gewenste basenrijke milieu zal zorgen.

7.3.5 Raai 5: Korenburgerveen

Beschrijving van de raai (ligging bijl. 11, resultaten bijl. 16)

-Gradiënt 7: *Hoogveencomplex na ontginning*
- *Streefbeelden natuur*: zie gradiënt 4, paragraaf 5.3.1.
- *Streefbeelden landbouw*: zie bijlagen 3 en 4

Een west-oost georiënteerde raai met de systeemranden op de waterscheidingen. De hoger gelegen gronden rondom het veengebied bestaan uit landbouwpercelen met een intensief ontwateringspatroon en plaatselijk drainage. De raai snijdt de Schaarsbeek en de Korenburgerveensloot, twee belangrijke waterlopen.
In het veengebied treedt verdroging op met als gevolg dat:
- stagnatie van hoogveenontwikkeling en degeneratie van hoogveenvegetaties optreedt
- degeneratie van grondwaterafhankelijke schraallandvegetaties optreedt

Mogelijke oorzaken:
- ontwateringstoestand in aangrenzend landbouwgebied (drainage, sloten)
- drainerende werking Schaarsbeek en Korenburgerveensloot.

Scenario's
1 uitgangssituatie: natte voorjaarssituatie (2,5 mm neerslag per dag);
2 uitgangssituatie: drogere voorjaarssituatie (0,5 mm neerslag per dag);-
3 dempen sloten op westflank van het Korenburgerveen in natte voorjaarssituatie;
4 opzetten slootpeilen op oostflank (0,3 m-mv) en verondiepen van de Schaarsbeek (0,3 m);

In bijlage 16 zijn de resultaten van de verschillende scenario's grafisch weergegeven.

Interpretatie
Uit de berekende scenario's kunnen een aantal conclusies worden getrokken over het hydrologisch functioneren van het gebied in de oorspronkelijke situatie. Dit inzicht kan van nut zijn bij het opstellen van inrichtingsmaatregelen gericht op hoogveenregeneratie.

Uit de hydrologische modellering blijkt dat het Korenburgerveen gevoed werd door grondwater afkomstig van de aangrenzende hoger gelegen gronden. Dit zijn in de huidige situatie landbouwgronden.
Op de westflank vindt lokale (ondiepe) stroming plaats over de ondiep liggende tertiaire-kleiafzettingen (zie figuur 1 in bijlage 16). Dit water wordt in de uitgangssituatie afgevangen door verschillende sloten waaronder de Korenburgerveensloot. De oostzijde van het Korenburgerveen grenst aan de smeltwatergeul. Door het ontbreken van slechtdoorlatende kleiafzettingen is hier een dieper hydrologisch systeem mogelijk (zie figuur 1 in bijlage 16).

Beide onderscheiden hydrologische systemen hadden tot gevolg dat er in de oorspronkelijke situatie een continue wateraanvoer plaats vond waardoor hoge grondwaterstanden gewaarborgd waren en er veenvorming op kon treden. In het westelijk deel ontstonden onder invloed van licht aangerijkt grondwater (ondiep systeem) en regenwater zeer natte, voedselarme en zure condities en ontwikkelden zich hoogveenvegetaties. Doordat de samenstelling van het uittredende grondwater in het oostelijk deel van het Korenburgerveen basenrijker was (dieper systeem), mogelijk in combinatie met een hogere kwelintensiteit, ontstonden hier basenrijkere, zwak zure en iets voedselrijkere condities. De vegetatie bestond hier onder andere uit basenminnende kleine zeggenvegetaties (Verbond van Draadzegge, Verbond van Ronde zegge)
Het overtollige water van het hoogveen werd afgevoerd door de (voorloper van de) Schaarsbeek.

In de huidige situatie is de hydrologische situatie op de volgende punten veranderd:
- het infiltratiegebied van de hydrologische systemen is ontwaterd (ontwateringssloten, drains). De grondwaterstanden zijn hier verlaagd hetgeen een negatief effect heeft op de toestroming van grondwater in het Korenburgerveen en daardoor op de grondwaterstanden in het Korenburgerveen.
- In de oorspronkelijke situatie werd het Korenburgerveen omringd door een laggzone van waaruit enige afvoer plaats vond in de richting van de Schaarsbeek. In de huidige situatie wordt het Korenburgerveen gedraineerd door de Schaarsbeek en de Korenburgerveensloot.
- het Korenburgerveen is deels afgegraven waardoor de grondwaterstanden zijn gedaald.

De modelberekeningen tonen aan dat het opzetten van de peilen in het infiltratiegebied (landbouwgebied) een positief effect heeft op de toestroming van grondwater in het Korenburgerveen. Dit heeft positieve effecten op de grondwaterstanden in het Korenburgerveen en daarmee op mogelijkheden voor hoogveenregeneratie.
Aangezien aan de westzijde de toestroming bestaat uit ondiepe afstroming over kleiafzettingen, is het opzetten van peilen hier alleen zinvol wanneer ook de Korenburgerveensloot wordt gedempt of het streefpeil aanzienlijk wordt verhoogd. Blijft deze waterloop (met bijbehorend streefpeil) gehandhaafd dan wordt het toestromende grondwater meteen afgevoerd en is er nauwelijks een positief effect te verwachten.
In het oostelijk deel van het Korenburgerveen neemt de kwelintensiteit toe wanneer slootpeilen in de aangrenzende landbouwgebieden worden opgezet. De situatie voor de aanwezige schraallandvegetaties ontwikkelt zich in gunstige zin aangezien een toename te verwachten is van de grondwaterinvloed.

Aanbevelingen voor maatregelen:

Een optimalisatie van de hydrologische situatie in het Korenburgerveen is mogelijk door:

- vasthouden gebiedseigen water (onderzoek vindt reeds plaats door Natuurmonumenten)
- opzetten peilen in de Schaarsbeek en Korenburgerveensloot
- opzetten peilen in het landbouwgebied rondom het Korenburgerveen Aan de westzijde geldt dit voor een strook landbouwgebied tot op de waterscheiding; aan de oostzijde is het benodigde gebied groter.

7.3.6 Effecten op afvoeren

Bij de voorgaande beschrijving is gesproken over de effectiviteit van maatregelen met betrekking tot grondwaterstandsverhogingen. De voorgestelde maatregelen hebben echter ook effect op de afvoeren in de beken. Het effect van maatregelen op de afvoer van een beek is bij elk van de gesimuleerde raaien vergelijkbaar. Vandaar dat hier wordt volstaan met een algemene beschrijving van de effecten op afvoeren van de beken.

De voorgestelde maatregelen hebben een invloed op de gemiddelde afvoer over het jaar en op de afvoerpieken.
Een afvoerpiek bestaat grotendeels uit neerslagwater dat oppervlakkig afstroomt in een gebied. Het totale volume van een afvoerpiek bestaat voor circa 60% uit oppervlakkig afstromend water. De grootte van oppervlakkige afvoer is met name afhankelijk van het grondgebruik. Circa 25 % van een afvoerpiek wordt gevormd door water dat als grondwater of via interflow (zeer ondiepe grondwaterstroming) af wordt gevoerd. Het opzetten van slootpeilen en dempen van sloten kan invloed hebben op deze laatste genoemde vorm van afvoer.
Door het opzetten van slootpeilen en het dempen van sloten kan een afvoerpiek:

1) relatief sneller optreden en groter zijn;
2) of langer op zich laten wachten en daarmee ook meer afgevlakt worden.

Na een droge periode, waarin door verdamping de grondwaterstand diep is weggezakt, duurt het relatief lang voordat de bergingscapaciteit van de bodem gevuld is en zal een afvoerpiek langer op zich laten wachten en meer uitgesmeerd worden. Na een natte periode, waarin de grondwaterstanden tot aan het maaiveld staan, kan als gevolg van een bui de bergingscapaciteit snel gevuld zijn en zal een afvoerpiek relatief snel optreden en relatief groot zijn. Over een langere periode gezien (een jaar) neemt de bergingscapaciteit van de bodem toe. Hierdoor wordt de afvoer in de beken constanter en zullen er minder pieken optreden.

8 EVALUATIE

Een belangrijk doel van het onderzoek is aan te geven op welke plaatsen in het onderzoeksgebied verdroging van landbouw en natuur teniet kan worden gedaan. Het accent daarbij ligt op situaties waarbij maatregelen leiden tot winst voor zowel natuur als de landbouw, zogenaamde win-win-situaties. In hoofdstuk 7 is met behulp van modelberekeningen inzichtelijk gemaakt wat het effect is van de verschillende hydrologische maatregelen. Op basis van dit inzicht kunnen maatregelen worden aangegeven die kunnen bijdragen tot het opheffen van verdroging voor de landbouw (paragraaf 8.1) en de natuur (paragraaf 8.2). Daarnaast kunnen kansrijke locaties voor landbouw en natuur aan worden gegeven (paragraaf 8.3). Dit zijn locaties waar met behulp van maatregelen zowel de hydrologische situatie voor de natuur als die voor de landbouw kan worden verbeterd.

8.1 Mogelijke maatregelen voor de landbouw

In hoofdstuk 4 (Analyse situatie landbouw) en 6 (Visie mogelijke maatregelen) is aangegeven waar kansrijke locaties voor de landbouw liggen. Verhoging van de drainagebasis (opzetten slootpeilen) kan in deze gebieden in beginsel het vochttekort reduceren. Op sommige plaatsen betekent dit echter dat in het voorjaar ook wateroverlast kan optreden. Ten gevolge van het verhogen van de drainagebasis kan het afvoerpatroon van beken tevens veranderen. Het vasthouden van meer neerslagwater heeft tot gevolg dat de basisafvoer van beken zal toenemen. Door het vergroten van de berging (verhoging drainagebasis) in de bodem wordt de bergingscapaciteit echter verkleind. De kans op hogere piekafvoeren wordt hiermee groter.
Ook kan met behulp van aanpassingen in de drainage (verondiepen of drainagesloten) waarschijnlijk op lokale schaal verdrogingsschade in de landbouw worden verminderd. In welke mate deze laatst genoemde maatregelen kunnen bijdragen aan de verdrogingsbestrijding zullen experimenten op perceelsniveau moet uitwijzen.

8.2 Mogelijke maatregelen voor de natuur

De inrichting van het overgrote deel van het gebied voor de landbouw en de daaraan gekoppelde ontwatering heeft in meer of mindere mate negatieve gevolgen voor de situatie in de natuurgebieden (verdroging). Uit de bespreking van de knelpunten in paragraaf 5.4 blijkt dat een groot deel van de natuurgebieden gebaat is bij vernatting. Het effect van de ontwatering in landbouwgebieden op de situatie in de natuurgebieden hangt samen met de aanwezige hydrologische relaties. Deze relaties variëren van gebied tot gebied en zijn inzichtelijk gemaakt met behulp van de modelleringen langs de representatieve gradiënten (hoofdstuk 7). Uit de hydrologische modellering is ook duidelijk geworden wat het effect is van verschillende hydrologische ingrepen. Op basis van dit onderzoek is aangegeven waar kansrijke

situaties aanwezig zijn en waar (in welk deelgebied) welke maatregelen een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de verdrogingsbestrijding. ook is het de moeite waard om te experimenteren met tijdelijke grondwaterstandsverhoging door opzetten peilen of toepassen drainageslot in de periode oktober-februari, wanneer aan de landbouwwaterhuishouding niet zulke hoge eisen worden gesteld. Na februari kan de grondwaterstand verlaagd worden, waardoor de voor de landbouw benodigde ontwatering wordt verkregen (voorbeeld Wildenborg).

Hieronder wordt per gradiënt aangegeven waar potenties liggen voor natuur. Onderstaande is gebaseerd op de hydrologische systeemanalyse en de hydrologische modelleringen. In tabel 6 is een overzicht gegeven van de te verwachten hydrologische effecten van een aantal relevante maatregelen. Elke gradiënt (gradiënt van hoog naar laag: van de waterscheiding naar de beek) is daarbij onderverdeeld in een drietal trajecten; het hooggelegen, het middendeel en het laaggelegen deel van de gradiënt.
Uit de tabel volgt dat de meeste van de genoemde maatregelen een positief effect (+ en ++) hebben op de grondwaterstand. Wanneer echter gekeken wordt naar de situaties waarbij het streefbeeld kan worden bereikt (++) is de 'score' aanmerkelijk minder positief. Met lokale en boven-lokale maatregelen kan in feite alleen in oorspronggebieden het streefbeeld voor natuur met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid worden bereikt.
Globaal gezien blijkt dat hoe groter het areaal is dat bij de maatregel betrokken wordt hoe gunstiger het effect. Bij de 'subregionale maatregelen' is het effect (uiteraard) het gunstigst; in relatief veel gevallen kan het streefbeeld worden bereikt. Bij subregionale maatregelen moet worden gedacht aan integrale maatregelen in een beekdal waarbij het gehele aangebrachte waterlopenstelsel in een stroomgebied van een beek wordt gedempt en waardoor de natuurlijke afwateringstoestand wordt benaderd. Maar subregionale maatregelen vereisen een breed draagvlak, aangezien over grote gebieden de grondwaterstanden moeten worden verhoogd door beekpeilen op te zetten, grondwaterwinningen te reduceren etc.
Bij de beschrijving van maatregelen zijn soms ook enkele 'niet-hydrologische' maatregelen genoemd. Dit betreft enkele situaties waarbij effecten van verdroging kunnen worden opgeheven (bijvoorbeeld het plaggen van de bovengrond die a.g.v. mineralisatie van organisch materiaal o.i.v. grondwaterstandsdaling te voedselrijk is) en waardoor een belangrijke bijdrage kan worden geleverd aan verhoging van de natuurwaarde.
Door aanpassing van de agrarische bedrijfsvoering (o.a. integrale beheersadviezen voortvloeiend uit Deelproject 1, Geïntegreerde Bedrijfsvoering) is het mogelijk de schade door wateroverlast deels op te heffen zonder dat daarbij ingegrepen wordt in de waterhuishouding. Deze maatregel is in deze studie niet in beschouwing genomen aangezien deze aanpassing in de bedrijfsvoering niet tot hogere grondwaterstanden leidt en derhalve geen effect heeft op het al dan niet bereiken van de streefbeelden.

De maatregelen zijn indicatief; hoeveel de benodigde grondwaterstandsstijging zal moeten zijn moet van geval tot geval worden bepaald. Hierbij zijn de gewenste standplaatscondities (zie tabel 2, paragraaf 5.3) maatgevend. De

modelberekeningen van de raaien in hoofdstuk 7 geven eveneens een indicatie van de benodigde grondwaterstandsstijging.

Anti-verdrogingsmaatregel (voor natuurherstel)	Deelgebieden/gradiënten																	
	Oorspronggebied (1)			Bovenloop (2)			Middenloop (in tertiair zand: 3/4			Middenloop met veengrond (5)			Hoogveencomplex/Korenburgerveen (6/7)			Muschelkalkplateau (9)		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
Lokale maatregelen (in enkel perceel): -sloten dempen/verondiepen -drains verhogen/verwijderen	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Boven-lokale maatregelen (in meerdere aaneengesloten percelen): -sloten dempen/verondiepen (minimaal enkele dm's) -drains verhogen/verwijderen	++	++	+	+	+/++	+/++	+	+/++	++	+	+	+	+/++	+	+	+	+	+
Beekpeil opzetten in beperkt deel van stroomgebied	o	o	+	o	o	+	o	o	++	+	+	+	o	+	+	nvt	nvt	nvt
Subregionale maatregelen (buiten het natuurgebied): (in gehele stroomgebied van beek de waterstanden verhogen; grondwaterwinningen reduceren)	+	+	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++	++	++	++	+	+	++

Tabel 6: Indicatieve beoordeling hydrologische effecten van ingrepen in de onderscheiden deelgebieden

H = Hooggelegen deel van de gradiënt (nabij waterscheiding)
M = Middendeel van de gradiënt
L = Laaggelegen deel van de gradiënt (langs beek)

o = geen/klein positief effect op grondwaterstanden
+ = positief effect op grondwaterstanden
++ = positief effect waarbij het waterregime van de vochtige en natte streefbeelden kunnen worden benaderd

8.2.1 Oorspronggebieden

Karakterisering

Belangrijkste kenmerken en sturende factoren:

-ondiep voorkomen van slecht doorlatende en leemrijke afzettingen (tertiaire klei en keileem)
-in smalle zones langs de beek komt de keileem\tertiaire klei dieper voor
-overwegend nat maar sterk wisselende grondwaterstanden
-nagenoeg uitsluitend lokale (relatief) onafhankelijke hydrologische systemen
-kleinschalige (droogvallende en vaak vergraven) beken
-verlande en voedselrijke vennen

Kansrijke locaties voor de natuur

Het nagenoeg uitsluitend voorkomen van kleinschalige, lokale hydrologische systemen heeft tot gevolg dat de hydrologische ingrepen een lokaal effect hebben. Maatregelen voor verhoging van grondwaterstanden binnen natuurgebieden hebben geen of nauwelijks effect op aangrenzende landbouwgronden: win/neutraal-situaties. In de oorspronggebieden komen dus op grote schaal kansrijke situaties voor. Door relatief kleinschalige ingrepen (het dempen en verondiepen van sloten) kan de hydrologische situatie worden geoptimaliseerd en kunnen de waterregimes voor de streefbeelden worden benaderd.
Langs de beek (L=laaggelegen deel van de gradiënt) is het effect minder positief aangezien het peil van de beek relatief laag is en derhalve het aangrenzende gebied draineert (ontwatering). De zone waarin de beek een drainerende werking heeft, is echter slechts smal (hooguit enkele tientallen meters).
Het opzetten van het beekpeil naar een meer 'natuurlijk peil' (en daarmee de drainerende werking op te heffen) is meestal alleen mogelijk wanneer een groot gebied van de bovenloop bij de hydrologische inrichting wordt betrokken. Dit heeft te maken met de mogelijkheid tot afwatering van het gebied. De beek vormt vaak een hoofdwatergang en verzorgt meestal de afwatering van landbouwgronden. Alleen wanneer sprake is van een relatief groot verhang, kan het peil in de beek (langs een natuurgebied) worden opgezet zonder dit voor de afwatering van landbouwgebied problemen oplevert.

Locaties waar belangrijke natuurwaarden zijn te ontwikkelen worden vooral aangetroffen reliëfrijke plekken waar gradiënten aanwezig zijn in hoogteligging en (daardoor ook in) vochttoestand. Met name in de natte tot vochtige delen van gradiënten zijn mogelijkheden aanwezig voor de ontwikkeling mogelijk van soortenrijk Eiken-Haagbeukenbos dan wel vegetaties van het soortenrijke Borstelgrasverbond en in en langs vennen: Berkenbroek/Dopheide-Veenmos-verbond/Oeverkruidklasse.
In een smalle zone langs de (voormalige) beken zijn de streefbeelden alleen te verwezenlijken wanneer in een substantieel deel van het oorspronggebied de hydrologie kan worden geoptimaliseerd, dit in verband met de benodigde voeding van de beek vanuit de aanliggende gronden. In de huidige situatie

zijn de waterstanden in de beek in een groot deel van het jaar te laag als gevolg van de snelle waterafvoer tijdens neerslagrijke perioden (intensief ontwateringssysteem). Een verhoging van het beekpeil heeft alleen effect in het laaggelegen deel van de gradiënt (L).

Maatregelen

In de oorspronggebieden kunnen lokale maatregelen al voldoen om (het waterstandsregime van) de streefbeelden te benaderen danwel te bereiken. Dit neemt niet weg dat het aan te bevelen is maatregelen te nemen in een zo groot mogelijk aaneengesloten areaal, aangezien dit de kans op het bereiken van de streefbeelden verhoogt. De gewenste hydrologische maatregelen volgen uit tabel 3:

Binnen natuurgebied:

-opzetten slootpeilen
-sloten dempen
-eventueel aanwezige drainage verwijderen

Buiten natuurgebied (in direct aan het natuurgebied grenzende percelen):

-opzetten slootpeilen
-sloten verondiepen
-drains hoger leggen of drainageslot aanbrengen

Daarnaast worden in natuurgebieden de volgende maatregelen aanbevolen:

- plaggen van voormalige landbouwpercelen en vergraste heide (afvoer verrijkte bovengrond; blootleggen van leemrijke afzettingen)
- eventueel aanwezige vennen opschonen en hydrologisch isoleren (instroom landbouwwater tegengaan)
- omvormen naaldbos tot natuurlijk loofbos

8.2.2 Bovenlopen

Karakterisering

Belangrijkste kenmerken en sturende factoren:

-leemarme dekzandgronden
-keileem/tertiaire klei relatief diep
-relatief lage grondwaterstanden

Kansrijke locaties voor de natuur

In bovenlopen hebben ingrepen zoals het opzetten van slootpeilen en verhogen van drains tot gevolg dat in de wintersituatie de gewenste natte omstandigheden kunnen worden gecreëerd. Uit het onderzoek is echter ook gebleken dat in de zomer vaak nog te lage grondwaterstanden optreden. Vooral als gevolg van de diepe ligging van de tertiaire klei kunnen de waterregimes van de streefbeelden nagenoeg alleen worden gerealiseerd met boven-lokale maatregelen, dus maatregelen in meerdere aaneengesloten percelen. Dit geldt met name voor laagten (depressies) in het middendeel en laaggelegen deel van de gradiënt. Ook hier geldt dat reliëfrijke situaties het waarbij vochtige en natte condities heersen, het meest kansrijk zijn.

Voor de hooggelegen delen van de gradiënt (H) geldt dat ook van nature de situatie relatief droog is, maar door ontwateringen zijn ook hier de grondwaterstanden gedaald
Langs de beek zijn streefbeelden alleen te verwezenlijken als het beekpeil structureel wordt opgezet (drainerende werking beek). Voor het opzetten van het beekpeil zijn meestal maatregelen noodzakelijk in een relatief groot gebied: in een groot deel van het stroomgebied (minimaal enkele tientallen hectare). Alleen wanneer sprake is van een groot verhang kunnen kleinschaligere ingrepen voldoen.

Maatregelen
In bovenlopen dient het accent te worden gelegd op subregionale maatregelen en daarnaast boven-lokale maatregelen in natuurlijke laagten in het middendeel of het laaggelegen deel van de gradiënt.
De gewenste hydrologische maatregelen volgen uit tabel 3:
-Binnen natuurgebieden:
    -opzetten slootpeilen
    -sloten dempen
    -eventueel aanwezige drains verwijderen
-In aangrenzende percelen (boven-lokaal dus in meerdere aaneengesloten percelen):
    -opzetten slootpeilen
    -drains hoger leggen of drainageslot aanbrengen

Daarnaast worden de volgende maatregelen aanbevolen:
- plaggen van voormalige landbouwpercelen en vergraste heide (afvoer verrijkte bovengrond: gunstige maatregel langs gehele gradiënt)
- eventueel aanwezige vennen opschonen en hydrologisch isoleren (instroom landbouwwater tegengaan)
- omvormen naaldbos tot natuurlijk loofbos

8.2.3 Middenlopen

Karakterisering
Belangrijkste kenmerken (in natuurlijke situatie):
-op beekdalranden (nabij waterscheiding) leemarme dekzandgronden en plaatselijk ondiepe tertiaire klei/keileem
-in centrum leemrijk zand en uittredend grondwater
-op beekdalranden alleen bij ondiep voorkomen van keileem en in laagten natte condities te creëren.
-middenlopen in tertiair zand: diepere grondwatersystemen mogelijk
-middenlopen met veen: permanent natte condities als gevolg van kwel en overstroming vanuit de beek

Kansrijke locaties voor de natuur
Op de beekdalflank (M) bestaan de kansrijkste situaties uit laaggelegen en reliëfrijke plekken, bij voorkeur waar de keileem en/of tertiaire klei ondiep voorkomt.

Langs de beek wordt de hydrologische situatie bepaald door het relatief lage beekpeil. Uit de modelleringen is gebleken dat het toch mogelijk is om in de zone langs de beek, bij een niet veranderend beekpeil, de gewenste vernatting te bereiken door lokaal slootpeilen te verhogen. De kansrijkste locaties bestaan uit relatief laag gelegen gebieden langs grotere landbouwsloten en beken.
In de *middenloop in tertiair zand* treedt mogelijk dieper grondwater uit. Op basis van dit onderzoek is het niet duidelijk of dit inderdaad het geval is. Aangezien hier ook ondiepere systemen voor relatief basenrijke omstandigheden kunnen zorgen, zijn de streefbeelden in deze gradiënt niet wezenlijk anders dan in de 'normale' middenlopen.
In de *middenloop met veen* is de huidige situatie sterk ontwaterd. Streefbeelden in het centrum (veengronden) zijn hier alleen te verwezenlijken bij subregionale ingrepen waarbij de kwel wordt hersteld. Hierbij speelt de aanwezigheid van de smeltwatergeul een belangrijke rol. De ontwikkeling van de streefbeelden op de veengronden is afhankelijk van herstel van de (subregionale en basenrijke) kwel. Eventueel kan overstroming van de veengronden met relatief basenrijk oppervlaktewater tot het streefbeeld leiden. Belangrijk daarbij is dat gedurende het gehele jaar voldoende hoge grondwaterstanden kunnen worden gerealiseerd. Het opzetten van het beekpeil waarbij overstroming (inundaties) optreedt zou in dat geval in het laaggelegen deel (L) van de gradiënt tot de streefbeelden kunnen leiden.

Maatregelen
In middenlopen dient het accent te worden gelegd op subregionale dan wel boven-lokale maatregelen en lokale maatregelen in natuurlijke laagten in het middendeel of het laaggelegen deel van de gradiënt.
In *middenlopen (in tertiair zand)* kunnen boven-lokale maatregelen in de relatief lage delen van het hooggelegen (H) en middendeel (M) van de gradiënt een belangrijke bijdrage leveren aan het bereiken van de streefbeelden.
In *middenlopen met veen* voldoen alleen subregionale maatregelen om streefbeelden te bereiken. Dergelijke grootschalige maatregelen houden in het structureel opzetten van slootpeilen in een aanzienlijk deel van het beekdal (minimaal enkele honderden hectaren). Alleen wanneer deze gronden bij de gewenste hydrologische inrichting worden betrokken zijn de streefbeelden te realiseren. Ook de waterwinning bij Corle heeft een negatieve invloed op de waterstanden in het zuiden van dit deelgebied en zal bij mogelijke ingrepen betrokken moeten worden.

De gewenste hydrologische maatregelen volgen uit tabel 6.
-Binnen natuurgebieden:
  -opzetten slootpeilen
  -sloten dempen
  -eventueel aanwezige drains verwijderen
-In aangrenzende percelen (boven-lokaal dus in meerdere aaneengesloten percelen):
  -opzetten slootpeilen
  -hoger leggen drains of drainageslot aanbrengen

-opzetten van het beekpeil
-verondiepen sloten

Voor de middenloop met veen voldoen alleen subregionale maatregelen voor het bereiken van de streefbeelden.

Daarnaast worden de volgende maatregelen aanbevolen:
- plaggen van voormalige landbouwpercelen en vergraste heide (afvoer verrijkte bovengrond)
- omvormen naaldbos tot natuurlijk loofbos

8.2.4 Hoogveencomplexen

Karakterisering

Belangrijkste kenmerken:
- voeding door regenwater in combinatie met ondiep afstromend grondwater vanaf de hoger gelegen zandgronden rondom het veen.
- stagnatie van water (in een laagte) op slechtdoorlatende kleilagen
- *Korenburgerveen*: aan de oostzijde voeding vanuit een hydrologisch systeem in de smeltwatergeul; grondwaterbeïnvloede vegetaties. Vanaf de westzijde ondiepe toestroming over de ondiepe keileem/tertiaire kleiafzettingen. Ook in het *Zwilbroekveen* vindt waarschijnlijk voeding plaats vanuit een systeem in de smeltwatergeul. In het *Wooldsche veen* is alleen sprake van ondiep afstromend grondwater (geen dieper systeem). Voeding van het veen vindt voor een belangrijk deel plaats door ondiepe afstroming van grondwater vanaf Duits grondgebied (in combinatie met voeding door regenwater)

Kansrijke locaties voor de natuur

Het optimaliseren van de hydrologische situatie in de (voormalige) hoogveengebieden houdt in dat gebiedseigen water moet worden vastgehouden en dat de van nature aanwezige voeding door lokale systemen (ondiep afstromend grondwater) moet worden hersteld. Aanbevolen wordt in de aangrenzende landbouwgronden, tot aan de waterscheidingen, slootpeilen op te zetten en drains te verhogen dan wel te verwijderen.
Voor zowel het Korenburgerveen als het Zwilbroekveen geldt dat eveneens voeding optreedt vanuit een hydrologisch systeem in de smeltwatergeul. Het infiltratiegebied van waaruit voeding optreedt is derhalve relatief groot (enkele honderden hectaren).

Maatregelen

Optimalisatie van de hydrologische situatie in het Korenburgerveen is mogelijk door:
- vasthouden gebiedseigen water (onderzoek vindt reeds plaats door Natuurmonumenten)
- opzetten peilen in de Schaarsbeek en Korenburgerveensloot
- opzetten peilen in het landbouwgebied rondom Korenburgerveen

Met kleinschalige (lokale) maatregelen is het mogelijk plaatselijk hoogveenvegetaties te ontwikkelen (met name de hoogveenslenkvegetaties). Voor herstel van het hoogveen*systeem* zijn subregionale maatregelen noodzakelijk.

8.2.5 Muschelkalkplateau

Karakterisering
Belangrijkste kenmerken:
- Sterk kalkrijke bodems
- dikte afdekkende dekzandlaag bepaalt basenrijkdom standplaats

Kansrijke locaties voor de natuur
De streefbeelden zijn plaatselijk reeds aanwezig (Willink Weust). Zaak is om de afwatering in het gebied tot een minimum te beperken. Gezien de slechte doorlatendheid van de ondergrond hebben boven-lokale ingrepen (in dit geval het opzetten van peilen in de aangrenzende landbouwgronden) weinig effect. Ook subregionale maatregelen sorteren weinig effect. Mogelijk treedt er wel verdroging op als gevolg van de nabijgelegen diepe steengroeve. De vegetatieontwikkeling wordt in dit gebied vooral gestuurd door de dikte van het afdekkende dekzandlaag, verzuring van de bovengrond als gevolg van natuurlijke processen en verzurende depositie en stapeling van organisch materiaal. Willink Weust bestaat grotendeels uit natuurgebied. Hier kan met behulp van beheermaatregelen de plaatselijk opgetreden verzuring worden opgeheven, met name door te plaggen. Daardoor wordt de verzuurde, organische bovenlaag verwijderd, en wordt de kalkrijke ondergrond bloot gelegd.
Op de tweede locaties, op de grens met Duitsland, is landbouwgrond aanwezig. Hier zal de zeer voedselrijke bovengrond (bouwvoor) moeten worden afgevoerd tot aan de kalkrijke ondergrond om het natuurstreefbeeld kunnen realiseren.

Maatregelen
De volgende maatregelen worden aanbevolen:
- plaggen (afvoer verrijkte bovengrond)
- omvormen naaldbos tot natuurlijk loofbos

8.3 Kansrijke locaties voor natuur en landbouw

Het doel van dit onderzoek is onder andere locaties aan te geven waar verdroging van natuurgebieden verminderd kan worden, en vochttekorten in landbouwpercelen kunnen worden gereduceerd. Daarbij kunnen de volgende situaties in beeld worden gebracht:

-win-neutraal	-wanneer de gewenste vernatting van een natuurgebied geen effect heeft op aangrenzend landbouwgebied
-neutraal-win	-wanneer de gewenste opheffing van het vochttekort van een landbouwgebied geen effect heeft op aangrenzend natuurgebied
-win-win	-wanneer de gewenste vernatting in natuurterrein doorwerkt in het aangrenzend landbouwgebied waar sprake is van een vochttekort, en vice versa

Het grootste deel van de natuurgebieden is in meer of mindere mate verdroogd. Overal waar een maatregel leidt tot vernatting in een natuurgebied kan worden gezien als een win-situatie voor de natuur. In een aantal gevallen is er sprake van een relatief grote winst: dit is het geval wanneer de streefbeelden kunnen worden benaderd. In paragraaf 8.2 (tabel 6) is aangegeven waar dit het geval is en welke maatregelen hiervoor noodzakelijk zijn. Ook is uit dit onderzoek duidelijk geworden dat in relatief veel landbouwgebieden sprake is van een vochttekort (zie bijlage 6). In een deel van deze gebieden kan in beginsel het vochttekort in de zomer volledig worden opgeheven zonder dat er wateroverlast optreedt in het voorjaar. Voor de overige gebieden geldt dat bij maatregelen die leiden tot het volledig opheffen van het vochttekort in de zomer, een wateroverlast op zal treden in het voorjaar. Uit deze laatste categorie gebieden, zijn gebieden te selecteren waarvoor geldt dat het vochttekort *gedeeltelijk* kan worden teniet gedaan zonder dat daarbij wateroverlast optreedt, of dat in geringe mate wateroverlast optreedt. Een en ander is in bijlage 17 aangegeven. Op de kaart in bijlage 17 zijn de gebieden aangegeven waarbij door een verhoging van de grondwaterstand met 25 cm:

- het vochttekort gedeeltelijk kan worden opgeheven zonder dat er in het voorjaar wateroverlast optreedt;
- het vochttekort volledig kan worden opgeheven zonder dat er in het voorjaar wateroverlast optreedt;
- het vochttekort volledig kan worden opgeheven maar dat er tevens in het voorjaar wateroverlast optreedt;

Er is gekozen voor een verhoging van 25 centimeter omdat deze verhoging in de praktijk goed uitvoerbaar is.
Voor de gronden waarvoor geldt dat een gedeeltelijke opheffing van het vochttekort leidt tot een geringe mate van wateroverlast, zou kunnen gelden dat de landbouwschade door wateroverlast gecompenseerd wordt door een vermindering van de droogteschade als gevolg van een geringer vochttekort in de zomer.

In bijlage 17 zijn tevens de locaties aangegeven met de huidige natuurgebieden. De natuurgebieden bestaan daarbij uit de gebieden die in het kader van

de relatienota aangewezen zijn als reservaat en de reservaten van natuurbeherende instanties. Wanneer te zijner tijd een kaart beschikbaar komt met de exacte ligging van de NSW-landgoederen, kan deze vergeleken worden met bijlage 17 teneinde kansrijke locaties in de NSW-landgoederen te selecteren. Op basis van bijlage 17 zijn locaties te destilleren waarvoor zowel voor de landbouw als voor de natuur het wenselijk is dat er maatregelen worden uitgevoerd om verdroging tegen te gaan. Elke locatie op de kaart waar een natuurgebied grenst aan landbouwgebied waarvoor geldt dat er sprake is van een vochttekort, kan gezien worden als een kansrijke locatie. Uit de bijlage blijkt dat er relatief veel van dergelijke locaties zijn. Vaak betreft het echter vrij kleine gebieden en/of is er in het betreffende landbouwgebied slechts een beperkt waterstandsstijging mogelijk. Uit de figuur zijn de volgende belangrijke kansrijke locaties te destilleren:

-1 Ratumse beek e.o.
-2 Willinkbeek (bij Henxel)
-3 Korenburgerveen
-4 Bekendelle
-5 Deelgebied 1: oorspronggebieden (o.a. Vennevertlose beek)

ad 1: Langs de Ratumse beek (ten zuidwesten van Kossink) is een groot areaal aanwezig waar een vochttekort voor de landbouw is berekend. Het betreffende landbouwgebied (en ook de natuurgebieden) strekt zich vrij ver uit in zuidoostelijke richting en ligt hier voornamelijk langs de beek.
Dit gebied maakt deel uit van een bovenloop (deelgebied 2). Het effect van de verschillende maatregelen is in tabel 3 aangegeven. Het lijkt hier mogelijk om met behulp van 'boven-lokale' maatregelen zowel voor de landbouw als voor de natuur winst te behalen. Het opzetten van het beekpeil zou hierbij een belangrijke maatregel kunnen zijn. Vooral in laaggelegen percelen langs de beek kan daarbij het streefbeeld voor de natuur worden gerealiseerd.

ad 2: Langs de Willinkbeek ten zuid-oosten van Henxel is een natuurgebied aanwezig dat grenst aan een relatief groot areaal aanwezig waar een vochttekort optreedt voor de landbouw. Ook dit gebied ligt in een bovenloop (deelgebied 2). Het lijkt hier mogelijk om met behulp van boven-lokale maatregelen zowel voor de landbouw als voor de natuur verdroging tegen te gaan. Ook hier kan het opzetten van het beekpeil een belangrijke maatregel vormen.

ad 3: Ook langs het Korenburgerveen zijn gebieden aanwezig waar de landbouw gebaat is bij een stijging van de grondwaterstand. Dit betreft onder andere enkele gebieden in de smeltwatergeul. Uit dit onderzoek is gebleken dat dit landbouwgebied deel uit maakt van het inzijgingsgebied van het hydrologisch systeem dat het Korenburgerveen voedt. Verhoging van de waterstanden in de gearceerde gebieden langs het Korenburgerveen dragen bij tot herstel van de hydrologische situatie in het Korenburgerveen. Voor een volledig herstel van de hydrologische situatie zullen waarschijnlijk meer landbouwgronden betrokken moeten worden dan de gearceerde landbouwge-

bieden met vochttekort. Ook het feit dat de aangegeven landbouwgebieden niet een aaneengesloten gebied vormen speelt hierbij een negatieve rol, aangezien het daardoor in de praktijk lastig zal zijn waterstanden op te zetten zonder dat er in aangrenzende percelen wateroverlast optreedt.

ad 4: Direct ten zuidoosten van het reservaat Bekendelle treedt droogteschade voor de landbouw op. Het gebied met droogteschade is relatief gering maar grenst wel direct aan het reservaat. Bovendien is hier sprake van een relatief groot hoogteverschil en ontbreekt de keileem/Tertiair waardoor maatregelen in het landbouwgebied door zullen werken tot in het reservaat.

ad 5: In oorspronggebieden (o.a. Vennevertlose beek, raai 1, hoofdstuk 7) zijn voornamelijk zeer kleinschalige hydrologische systemen aanwezig. Oorspronggebieden bevatten terreinen die hydrologisch min of meer onafhankelijk functioneren, hetgeen tevens inhoudt dat de uitstraling van ingrepen zeer beperkt is. In oorspronggebieden kunnen in relatief kleine natuurgebieden en met behulp van lokale (kleinschalige) ingrepen relatief veel worden bereikt. Ook de omvorming van landbouwgronden naar natuur biedt in oorspronggebieden veel perspectief. In oorspronggebieden zijn dus op grote schaal win-neutraal situaties aanwezig.

In beginsel zijn de hierboven beschreven situaties (m.u.v. 5: win-neutraal) win-win-situaties: verdrogingsbestrijding leidt tot winst voor zowel de natuur als voor de landbouw.

LITERATUUR

Adviesgroep Winterswijkse Beken (1995): De ontwikkelingen van de Vennevertlosebeek. De inrichting en het beheer en onderhoud van een gegraven watergang met het karakter van een natuurlijke beek. Waterschap van de Berkel.

Aggenbach, C.J.S., Jansen, A.J.M., Pik, W. en Senden, W.J.M.K. (1995). Onderzoek naar de Gewenste Grond- en Oppervlaktewatersituatie in hydrologisch gevoelige natuurgebieden in de provincie Limburg.
Resultaten (1995a) en: Legenda bij de kaart Natuurreferentiebeelden en GGOS in de provincie Limburg (1995b).

Biologisch station Zwillbrock (1995): Beheersvisie Korenburgerveen. Een uitgave van Biol. Station Zwillbrock, Vreden.

Biologisch station Zwillbrock (1995): Plan van aanpak aardkundige waarden in het WCL-gebied Winterswijk. Biologisch Station Zwilbrock, Vreden.

Bosch, M van den, (1996) Concept geologische kaart Winterswijk

Brand, S.H. van den, (1981): Winterswijk, landschap en vegetatie. Wetenschappelijke mededelingen van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (nr.147).

Brand, S.H. van den, (1995): De plantengroei van Winterswijk. Natuurhistorische Bibliotheek van de KNNV.

EcoQuest (1996). Plan van aanpak beheer van het natte profiel van de (semi)-natuurlijke Winterswijkse beken. EcoQuest, Arnhem.

Everts, F.H. & N.P.J. de Vries (1991): Het Dwingelderveld. Laaglandbekenrapport 8. Rijksuniversiteit Groningen.

Everts, F.H. & N.P.J. de Vries (1991): De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen.

Grontmij / Biologisch Station Zwillbrock (1994): Gebiedsvisie natuur, bos en landschap Winterswijk. Grontmij Advies & Techniek, Zeist; Biologisch Station Zwillbrock, Vreden.

Grootjans, A.P. (1995); Changes of ground water regimes in wet meadows. Dissertatie Rijksuniversiteit Groningen.

Harbers, P. & H. Rosing (1983): Bodemkaart van Nederland 1:5000. Wageningen. Stichting voor Bodemkartering.

Hoek, D. van der, J.E.M. van Mierlo & J.D. van Walsem (1994); Effecten van maatregelen tegen verzuring in een schraalgrasland van het Korenburgerveen. Landbouwuniversiteit Wageningen.

Lemaire, A.J.J.L (1991): Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. Prae-advies Korenburgerveen. SWO 91.260. Kiwa, Nieuwegein.

Massop, H. Th. L. (1994): Hydrologisch onderzoek naar drainageweerstanden van het tertiair ontwateringsstelsel in Oost-Gelderland. Rapport 373. Staring Centrum, Wageningen .

McDonald, M.G. en A.W. Harbaugh (1988). A modular three-dimensional finite-difference groundwater flow model. Us. Dept. of the Interior, U.S. Geological Survey, Virginia.

Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie (1988): Kotten zoals de N.J.N. het zag. Staring Instituut.

Provincie Gelderland (1993): Karakteristieken van de onverzadigde zone ten behoeve van het waterbeheer: Leidraad voor het waterbeheer, Provincie Gelderland, Arnhem.

Provincie Gelderland (1996): Aan de (water)gang. Bestrijding verdroging in Gelderland, intentieverklaring en plan van aanpak. Provincie Gelderland, Arnhem.

Stiboka, Bodemkaart van Nederland 1:50000 (1983). Kaartblad 41 Oost Aalten, Wageningen.

Stiboka, Bodemkaart van Nederland 1:50000 (1979). Kaartblad 34 Oost Enschede, Wageningen.

Stiboka, Bodemkaart van Nederland 1:10000 (1994). Bodem- en grondwatertrappenkaart in het kader van de ruilverkaveling Hupsel-Zwolle. Stiboka, Wageningen

Van Drecht, G. (1983): Berekening van stationaire grondwaterstroming naar sloten. RID-Mededeling, '83-3, Den Haag.

BIJLAGE 1
Vergelijking van de bodem- en grondwatertrappenkaart schaal 1:10.000 uit 1994 en schaal 1:50.000 uit 1979

De huidige grondwatersituatie kan op basis van de beschikbare gegevens niet voor het gehele WCL-gebied gedetailleerd worden beschreven. Met het actualiseren van de 1:50.000 grondwatertrappenkaart (1979 en 1982) op basis van veranderingen in de waterhuishouding zou een '*geactualiseerde* grondwatertrappenkaart' worden gemaakt die geen reële weergave is van de huidige situatie. Uit een vergelijking van de 1:10.000 bodem- en grondwatertrappenkaart Hupsel-Zwolle en de 1:50.000 bodem- en grondwatertrappenkaart (Stiboka, 1979) blijkt dat actualisatie *enkel* op basis van de veranderingen in de waterhuishouding (aanleg drainage en wijzigingen in A2- en A1-waterlopen sinds 1972) niet tot een reële weergave van de huidige grondwatersituatie situatie leidt (zie verschillen onderstaande tabel)

Voor de ruilverkaveling Hupsel-Zwolle is een bodem- en grondwatertrappenkaart met een schaal van 1:10.000 gemaakt (DLO-SC, 1994). Deze kaart is gedetailleerder dan de 1:50.000 kaart en geeft een goed beeld van de huidige situatie. Deze kaart bestrijkt echter slechts een klein deel van het WCL-gebied. Voor de andere delen van het WCL-gebied, Winterswijk-Oost en -West, is geen recente 1:10.000 bodemkaart beschikbaar.

Door de bodemtypen en bijbehorende Gt-trap van dezelfde gebieden op de 1:10.000 bodemkaart Hupsel-Zwolle en op de 1:50.000 bodemkaart (Stiboka, 1979) te vergelijken kan een indruk worden verkregen van de verandering van de grondwatersituatie sinds 1980 en van de invloed van het verschil in opnameschaal. De vergelijking (zie onderstaande tabel) laat overeenkomsten maar zeker ook grote verschillen zien.

Bodemkaart 1:50.000 (Stiboka, 1979)	Bodemkaart 1:10.000 (Stiboka, 199*)
vWp-II	vWz-IIIa, vWz-IIa, vWz-Vbo, zWz-IIIa, zWz-Vbo
Hn21-V	Hn53-VIp, Hn53-VIo, Hn51-VIId, Hn51-VId
pZn23x-V	tKX-Vbo, Hn53-VIo, tKX-VIo
pZn23x-III	tZn53-IIIb, btZg53-IIIa, ztZg51-IIIb
Hn21-V	Hn53-VIp, Hn53-VIo, Hn51-VIId, Hn51-VId
zEZ21-VII	dzEZ55-VIIId, cHn53-VIo btZg53-Vbo, dzEZ55-VIId, Hn53-Vbo

Naast de opsplitsing in meerdere bodemtypen is de grotere variatie in grondwatertrappen opvallend. Voor de bodemkaarteenheid (1:50.000) vWp-II bijvoorbeeld worden op de 1:10.000 bodemkaart grondwatertrappen variërend tussen IIa en Vbo aangegeven.
Een verlaging van grondwaterstanden (grondwatertrap) is vooral opgetreden in gebieden die rond 1980 een grondwatertrap V, VI of VII hadden.

De veranderingen van grondwatertrappen zijn niet alleen het gevolg van veranderingen in de waterhuishouding. Het verschil in grondwatertrappen heeft ook sterk te maken met de verschillende opnameschaal.
Omdat zowel de opnameschaal als de veranderingen in de waterhuishouding leiden tot andere grondwatertrappen, is het actualiseren van de 1:50.000 grondwatertrappenkaart op basis van veranderingen in de waterhuishouding **niet** zinvol.

BIJLAGE 2
Bodemkaart

Legenda:

- veengronden en moerige gronden
- ondiepe keileem
- dikke eerdgronden
- beek- gooreerd- en vlakvaaggronden
- podzolgronden
- ondiepe Bontzandsteen en Muschelkalk
- overig
- keileem
- bebouwing

Project:

WCL Winterswijk

Bodemkaart
(bron: Provincie Gelderland)

schaal:	1 : 150.000
tekening:	1
datum:	aug. 1996
projectnr:	WCL
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65

BIJLAGE 3
Grondwaterstand waarboven wateroverlast optreedt

Legenda:

- 35 - 40 cm -mv
- 40 - 45 cm -mv
- 45 - 50 cm -mv
- 50 - 55 cm -mv
- 55 - 60 cm -mv
- 60 - 65 cm -mv
- 65 - 70 cm -mv
- 70 - 75 cm -mv
- bebouwing

Project:

WCL Winterswijk

Grondwaterstanden waarbij wateroverlast optreedt volgens ontwateringsnorm (bron: Provincie Gelderland)

schaal:	1 : 150.000
tekening:	1
datum:	aug. 1996
projectnr:	WCL
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65

BIJLAGE 4
Grondwaterstand waaronder vochttekort optreedt

Legenda:

- 40 - 50 cm -mv
- 50 - 60 cm -mv
- 60 - 70 cm -mv
- 70 - 80 cm -mv
- 80 - 90 cm -mv
- 90 - 100 cm -mv
- 100 - 110 cm -mv
- 110 - 120 cm -mv
- bebouwing

Project:

WCL Winterswijk

Grondwaterstanden waarbij vochttekorten beginnen op te treden (bron: Provincie Gelderland)

schaal:	1 : 150.000
tekening:	1
datum:	aug. 1996
projectnr:	WCL
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65

BIJLAGE 5
Grondwaterstand waarboven wateroverlast optreedt versus de GVG

Legenda:

GVG <-> Wlast

- geen wateroverlast
- 0 - 10 cm
- 10 - 25 cm
- > 25 cm
- bebouwing

Project:

WCL Winterswijk

Vergelijking van de GVG (Stiboka, 1980) met de gewenste grw.st. in het voorjaar (wlast) (bron: Prov. Gld.)

schaal:	1 : 150.000
tekening:	1
datum:	aug. 1996
projectnr:	WCL
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65

BIJLAGE 6
Grondwaterstand waarbeneden vochttekort optreedt versus de GLG

Legenda:

GLG <-> Vtk

- geen vochttekort
- 0 - 10 cm
- 10 - 25 cm
- 25 - 50 cm
- 50 - 75 cm
- > 75 cm
- bebouwing

Project:

WCL Winterswijk

Vergelijking van de GLG (Stiboka, 1980) met de gewenste grw.st. tijdens het groeiseizoen (bron: Prov. Gld.)

schaal:	1 : 150.000
tekening:	1
datum:	aug. 1996
projectnr:	WCL
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65

BIJLAGE 7
Kansrijke locaties waar vochttekorten van landbouwpercelen kunnen worden gereduceerd

Legenda:

- niet kansrijk
- geen vochttekort
- benodigde gws.stijging >50 cm
- benodigde gws.stijging 25-50 cm
- benodigde gws.stijging 0-25 cm
- bebouwing

Project:

WCL Winterswijk

Kansrijke locaties waar vochttekorten van landbouwpercelen kunnen worden gereduceerd

schaal:	1 : 150.000
tekening:	1
datum:	dec. 1996
projectnr:	WCL
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65

BIJLAGE 8
Grafische weergave van 9 gradiënten

Vochtig Wintereiken–Beukenbos

Eiken–Haagbeukenbos/ vochtig Berken–Zomereikenbos

Eiken–Haagbeukenbos

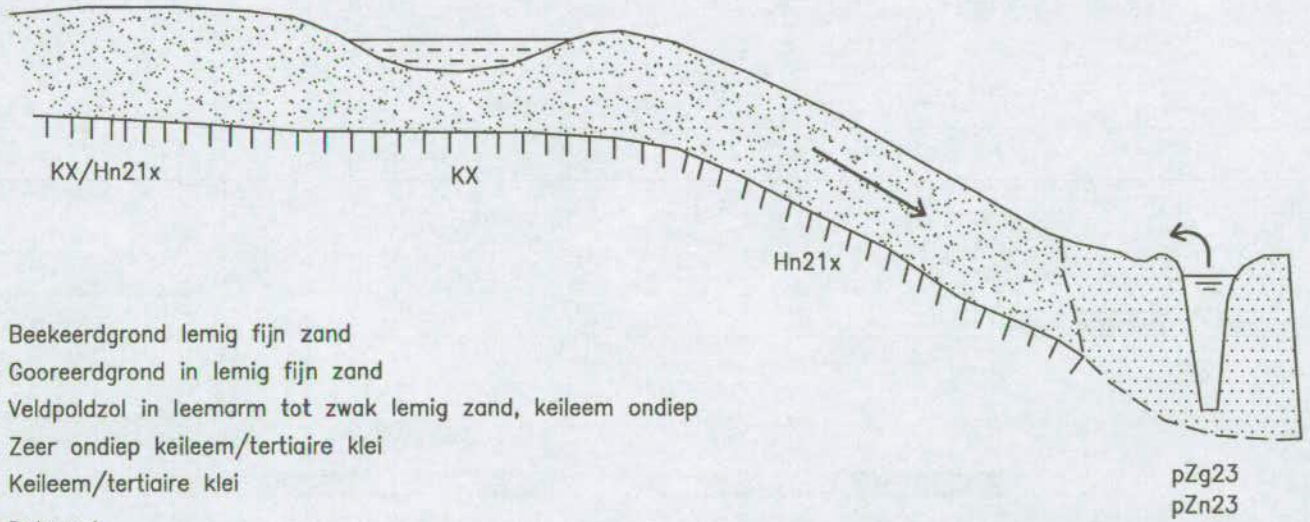
Eiken–Haagbeukenbos/ Vogelkers–Essenbos

Struikheide–Kruipbremverbond/ Dopheide–verbond

Dopheide–verbond/associatie van Dopheide en Veenmos/ Oeverkruidklasse

Borstelgras–verbond/Veldrus–associatie

Draadzegge–associatie/Snavelzegge–associatie

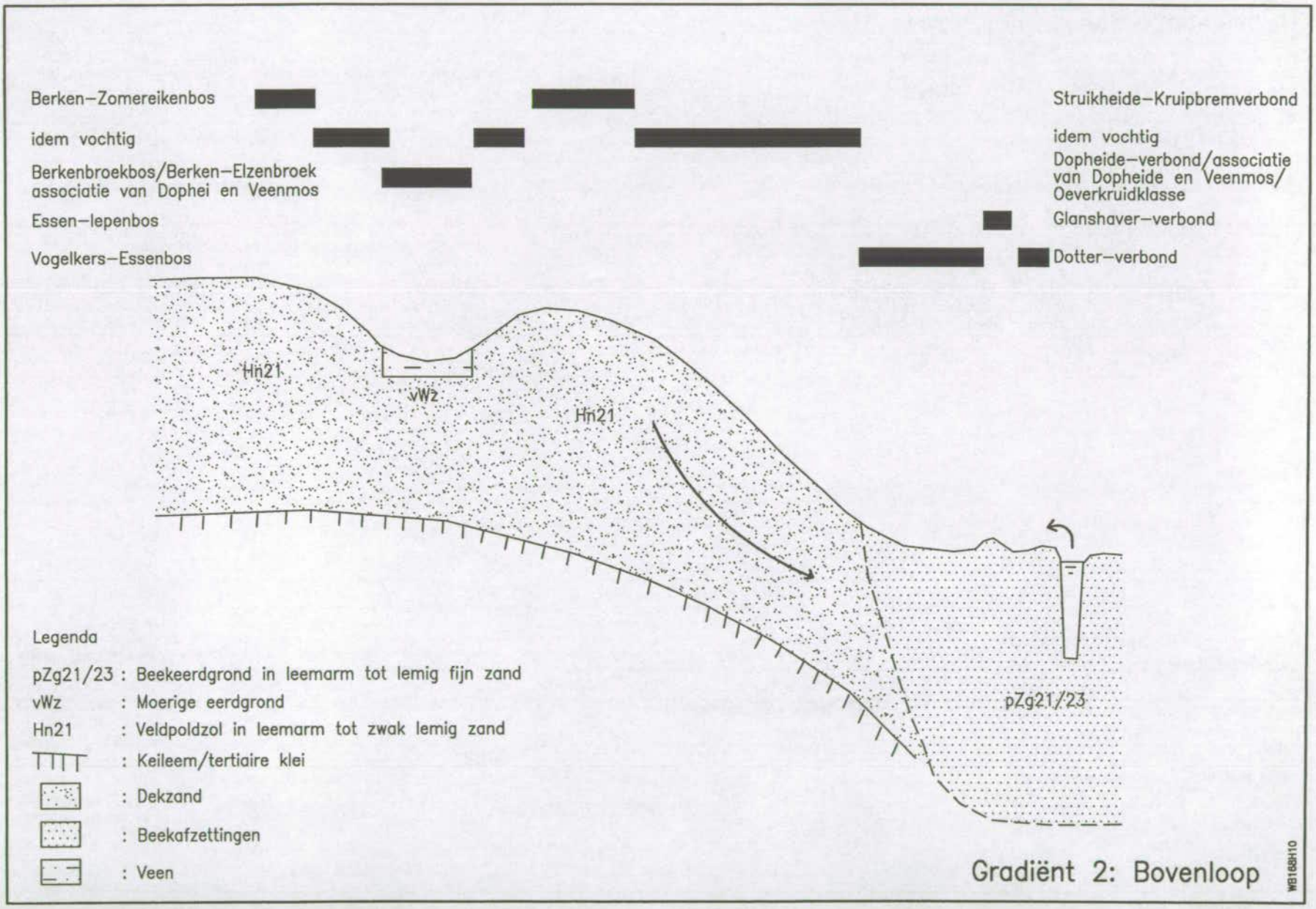


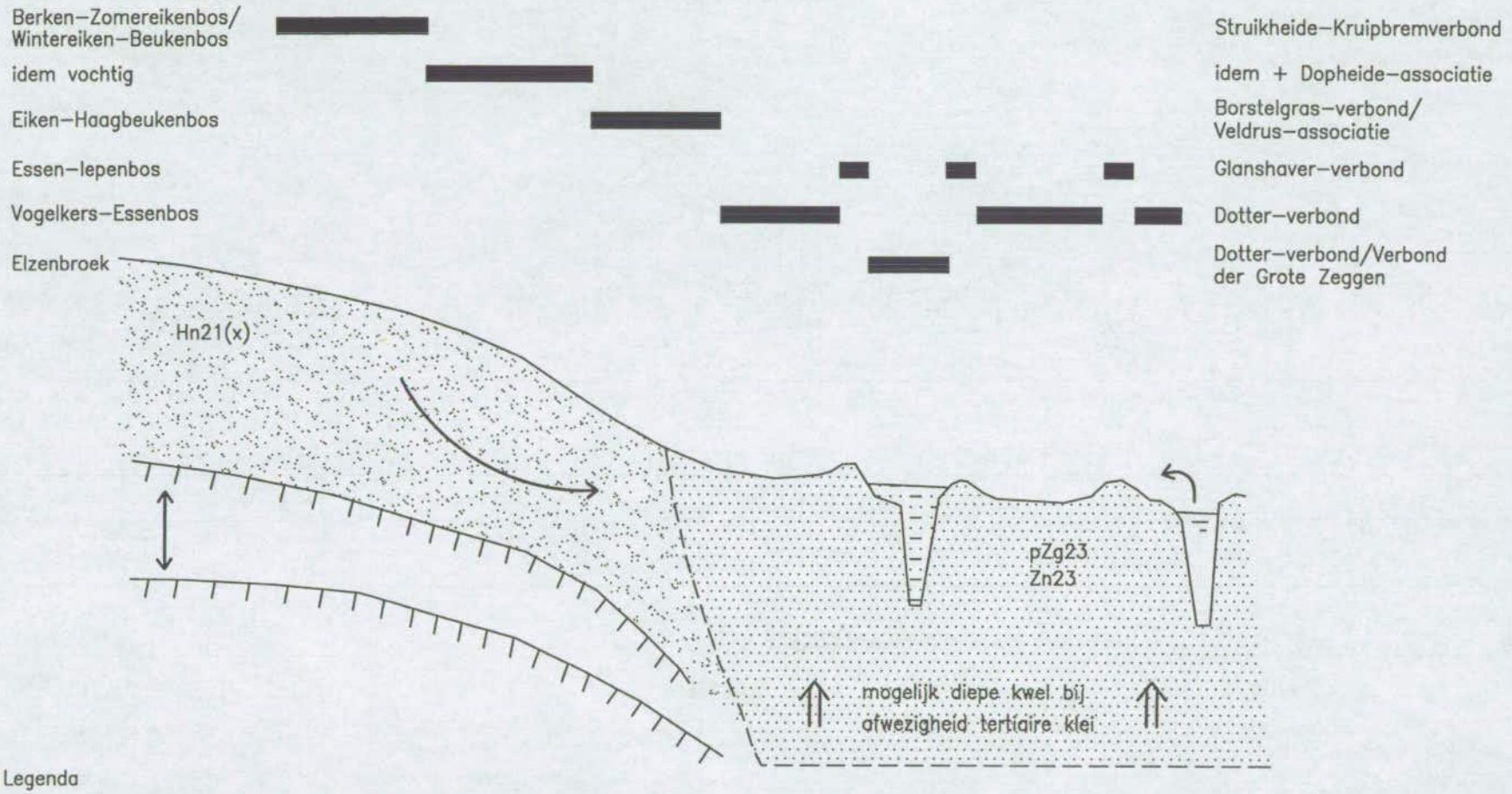
Legenda

pZg23 : Beekeerdgrond lemig fijn zand
pZn23 : Gooreerdgrond in lemig fijn zand
Hn21x : Veldpoldzol in leemarm tot zwak lemig zand, keileem ondiep
KX : Zeer ondiep keileem/tertiaire klei
: Keileem/tertiaire klei
: Dekzand
: Beekafzettingen
: Veenmosveen

Gradiënt 1: Oorspronggebied

WAGENINGEN


Berken–Zomereikenbos
idem vochtig
Berkenbroekbos/Berken–Elzenbroek associatie van Dophei en Veenmos
Essen–Iepenbos
Vogelkers–Essenbos
Struikheide–Kruipbremverbond
idem vochtig
Dopheide–verbond/associatie van Dopheide en Veenmos/ Oeverkruidklasse
Glanshaver–verbond
Dotter–verbond
Hn21
vWz
Hn21
pZg21/23
Legenda
pZg21/23 : Beekeerdgrond in leemarm tot lemig fijn zand
vWz : Moerige eerdgrond
Hn21 : Veldpoldzol in leemarm tot zwak lemig zand
: Keileem/tertiaire klei
: Dekzand
: Beekafzettingen
: Veen
Gradiënt 2: Bovenloop
WB168H10



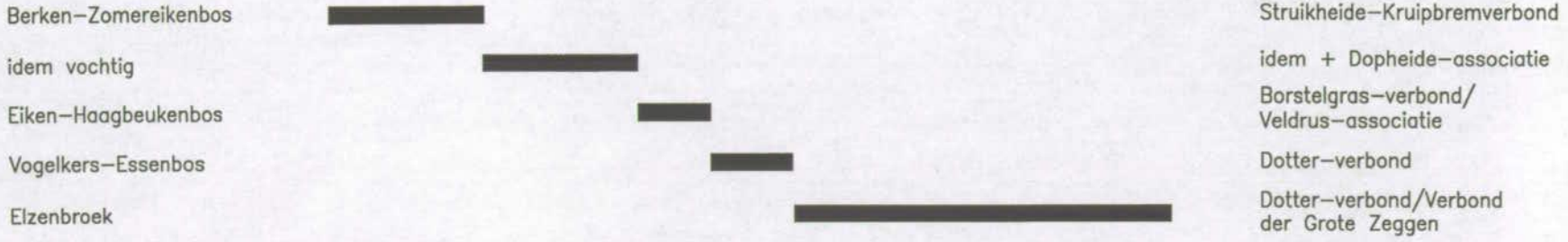
Legenda

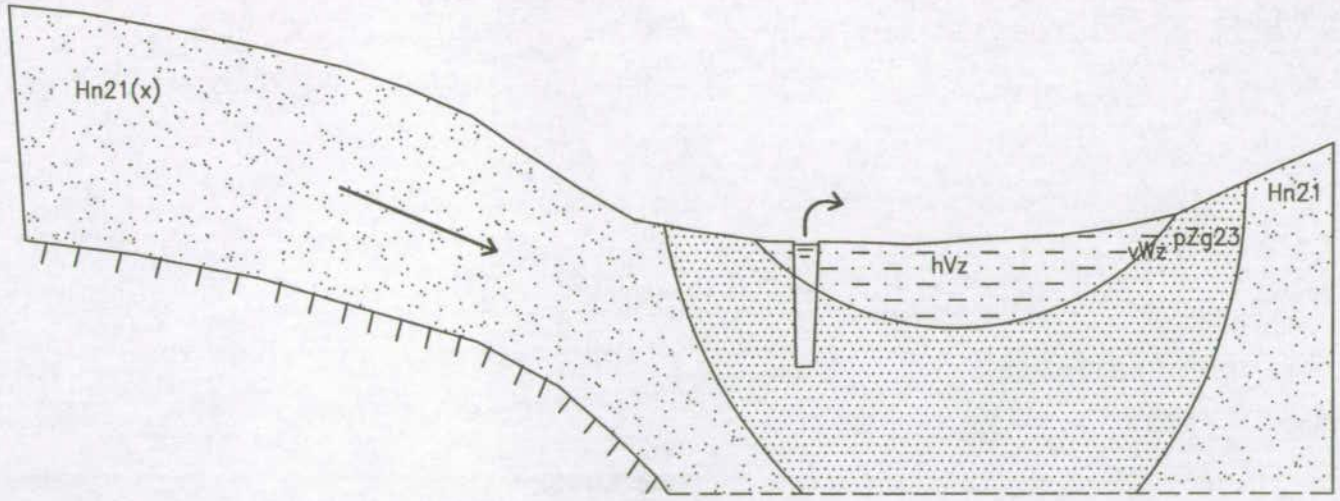
pZg23 : Beekeerdgrond in lemig fijn zand
Zn23 : Gooreerdgrond in lemig fijn zand
Hn21(x) : Veldpoldzol in leemarm tot zwak lemig zand, alleen plaatselijk keileem ondiep.

: Keileem/tertiaire klei
: Dekzand
: Beekafzettingen (tertiair zand)
: Veen

WB168H16

Gradiënt 3 en 4: Middenloop en middenloop in tertiair zand





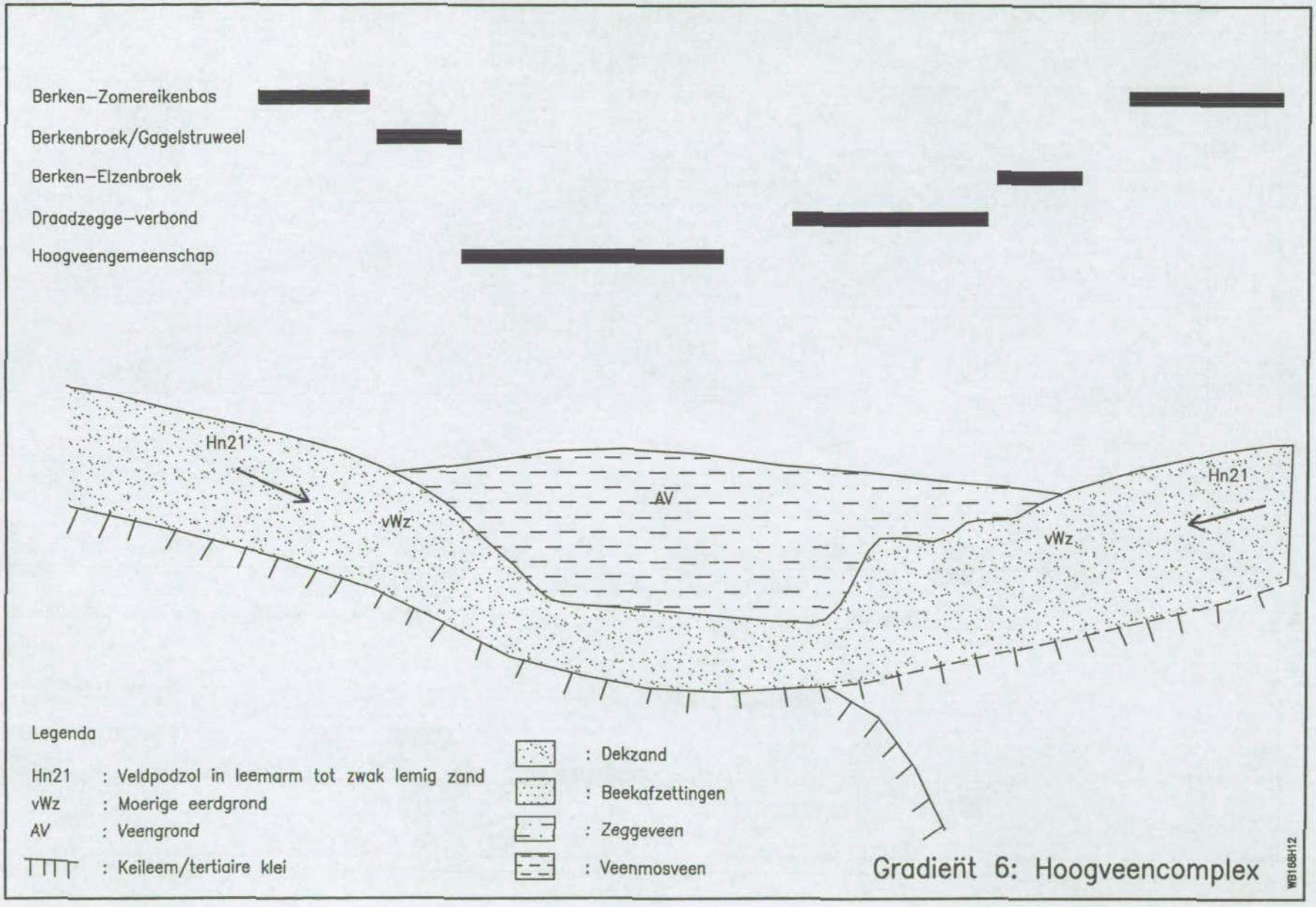
Legenda

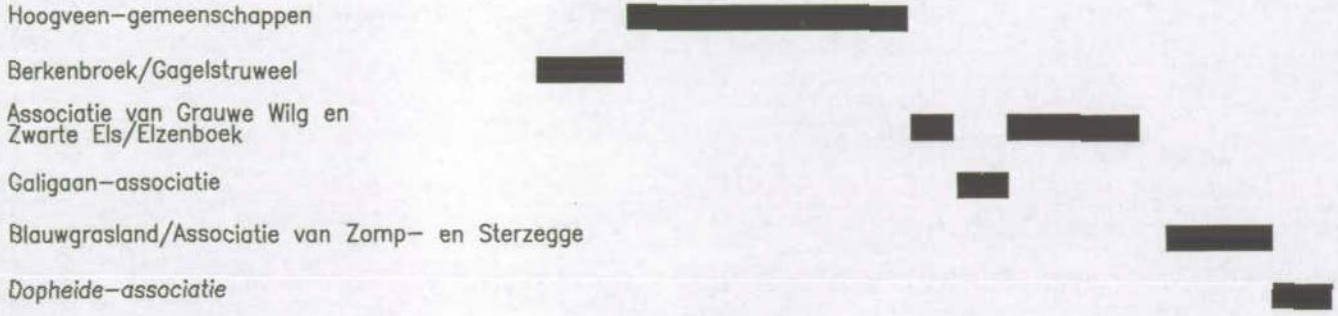
hVz : Veengrond
pZg23 : Beekeerdgrond in lemig fijn zand
Zn23 : Gooreerdgrond in lemig fijn zand
Hn21(x) : Veldpoldzol in leemarm tot zwak lemig zand, alleen plaatselijk keileem ondiep

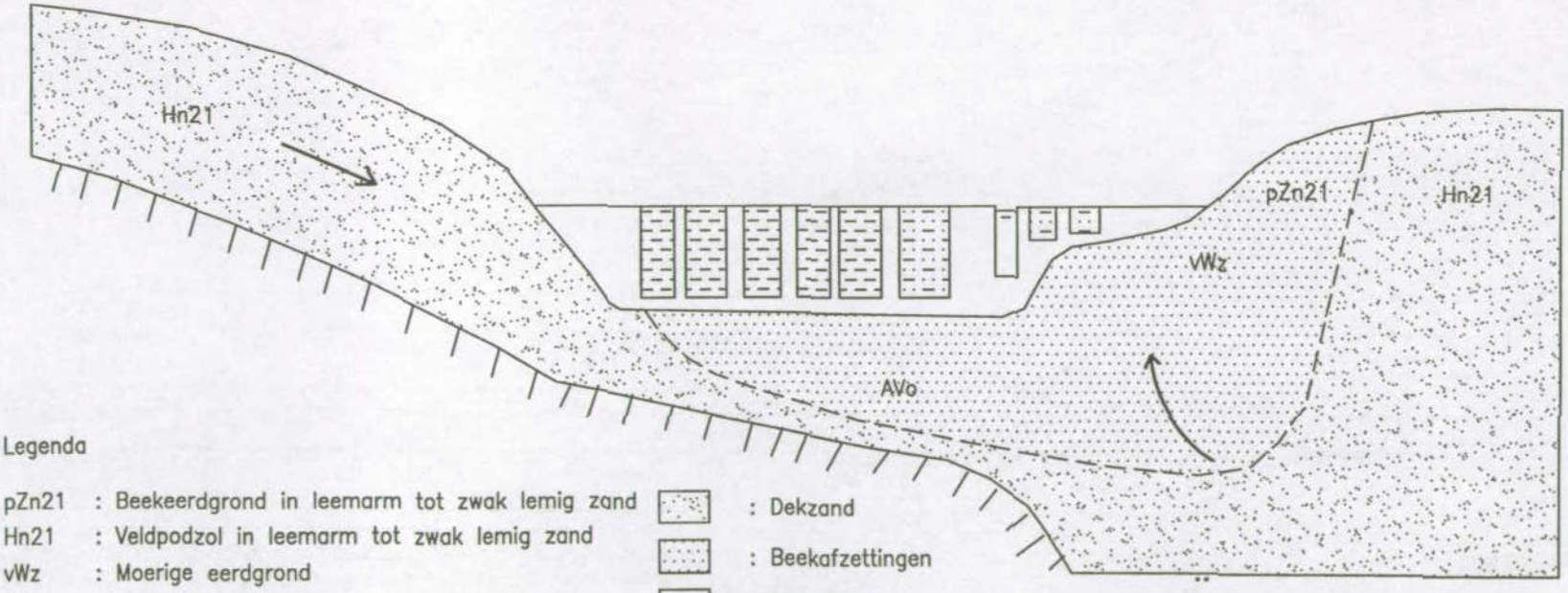
: Dekzand
: Beekafzettingen
: Broekveen
: Keileem/tertiaire klei

Gradiënt 5: Middenloop met veengronden

WB168H17


Berken–Zomereikenbos
Berkenbroek/Gagelstruweel
Berken–Elzenbroek
Draadzegge–verbond
Hoogveengemeenschap
Hn21
vWz
AV
Hn21
vWz
Legenda
Hn21 : Veldpodzol in leemarm tot zwak lemig zand
vWz : Moerige eerdgrond
AV : Veengrond
: Keileem/tertiaire klei
: Dekzand
: Beekafzettingen
: Zeggeveen
: Veenmosveen
Gradiënt 6: Hoogveencomplex
WB168H12



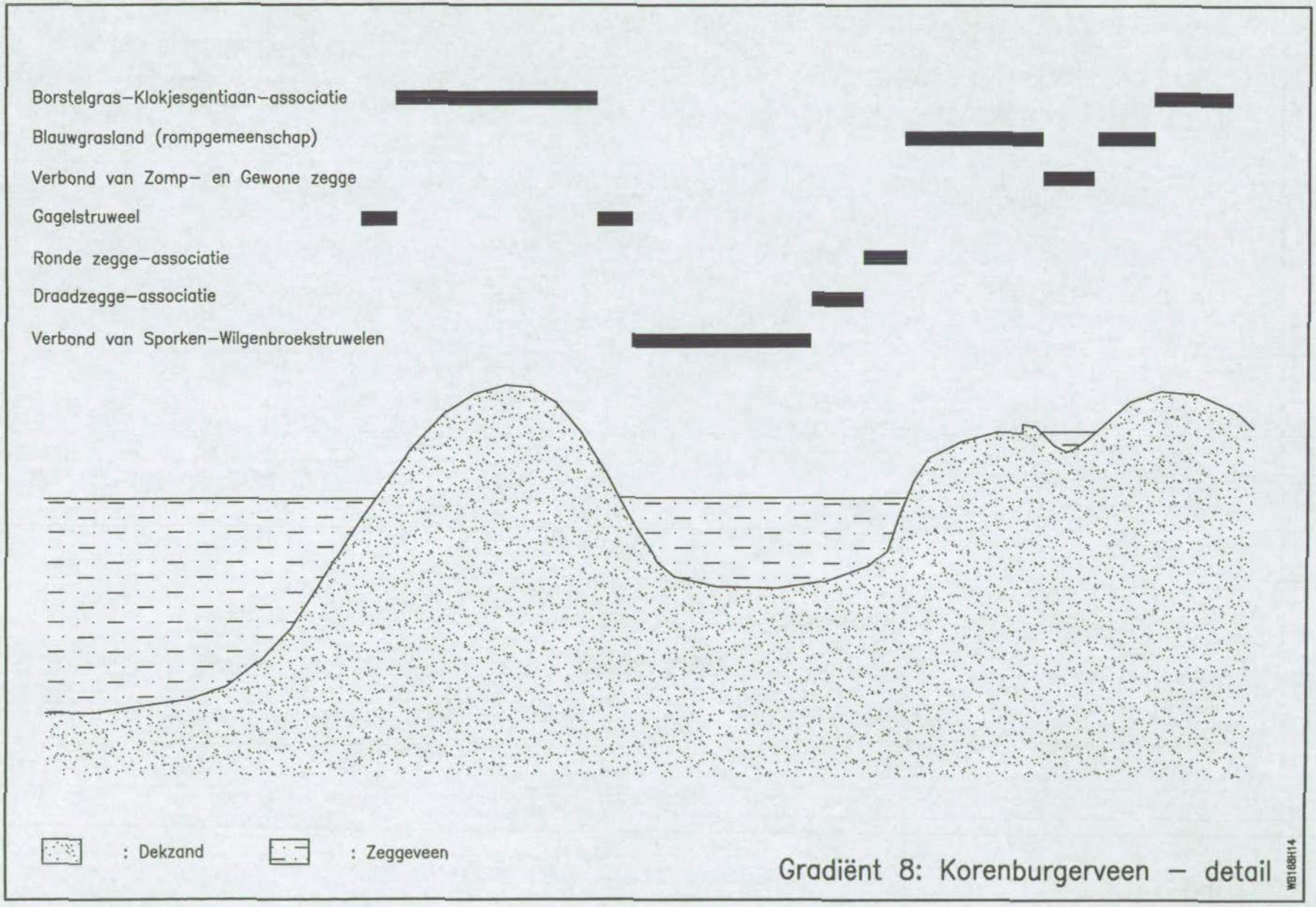


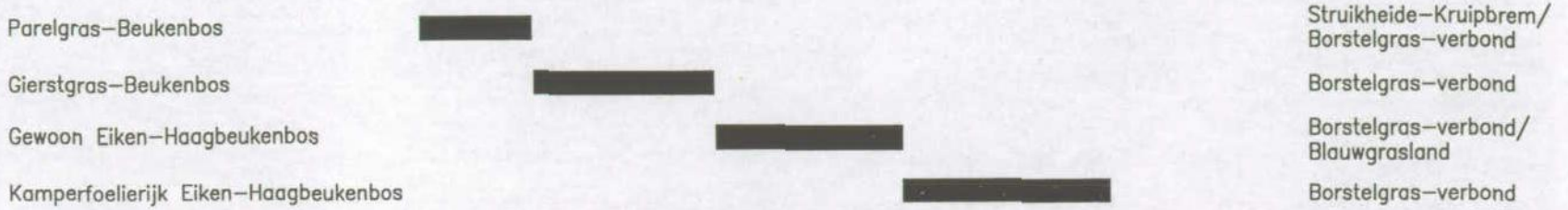
Legenda

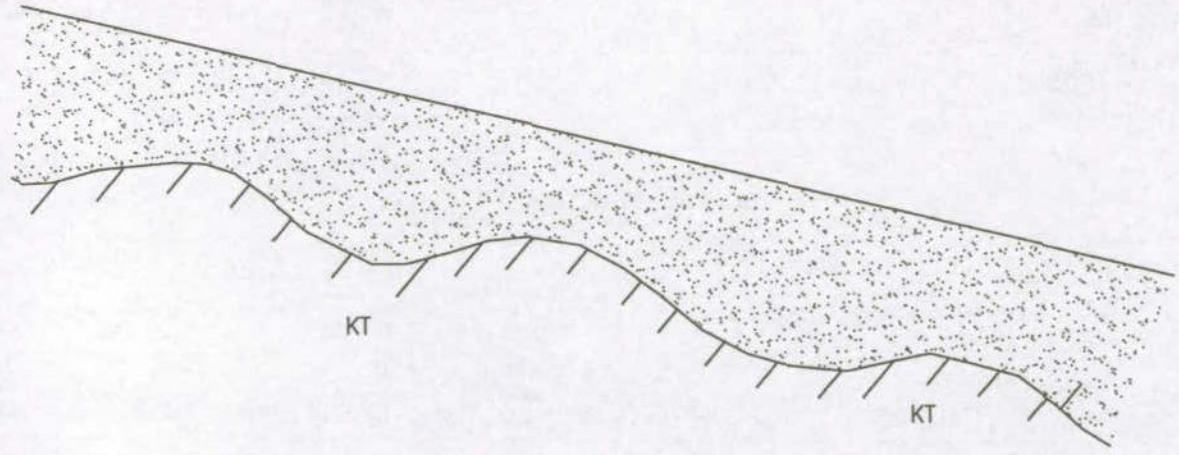
pZn21	: Beekeerdgrond in leemarm tot zwak lemig zand	: Dekzand	
Hn21	: Veldpodzol in leemarm tot zwak lemig zand	: Beekafzettingen	
vWz	: Moerige eerdgrond	: Zeggeveen	
AVo	: Veen in ontginning	: *Veenmosveen*	
TTTT	: *Keileem/tertiaire klei*		

Gradient 7: Korenburgerveen

WB168H13


Borstelgras–Klokjesgentiaan–associatie
Blauwgrasland (rompgemeenschap)
Verbond van Zomp– en Gewone zegge
Gagelstruweel
Ronde zegge–associatie
Draadzegge–associatie
Verbond van Sporken–Wilgenbroekstruwelen
: Dekzand
: Zeggeveen
Gradiënt 8: Korenburgerveen – detail
WB108H14





Legenda

KT : Keileem

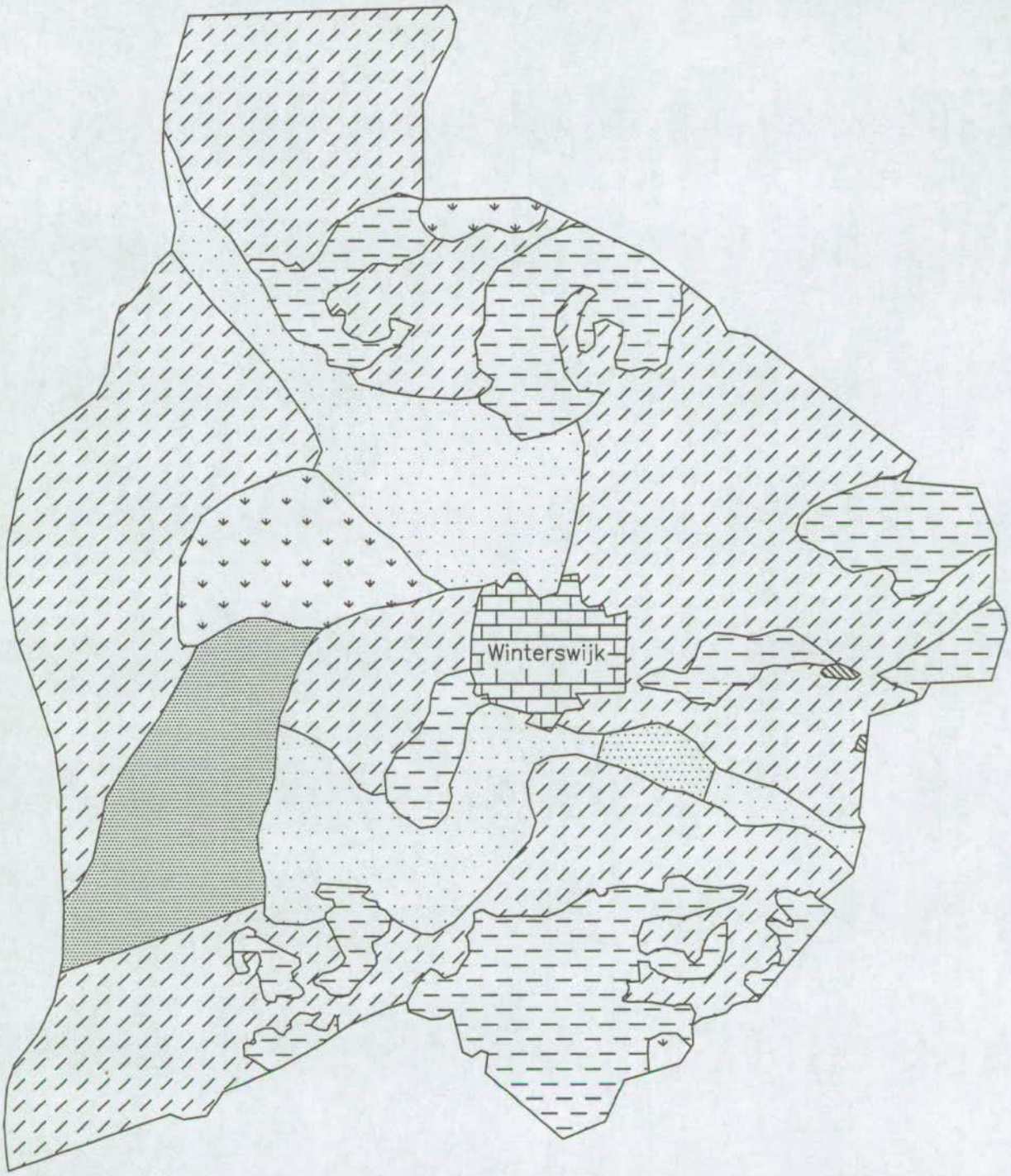
: Keileem/tertiaire klei

: Dekzand

WG168H15

Gradiënt 9: Muschelkalkplateau

BIJLAGE 9
Voorkomen van de onderscheiden gradiënten binnen het onderzoeksgebied



gradiënt 1

gradiënt 2

gradiënt 3

gradiënt 4

gradiënt 5

gradiënt 6/7

gradiënt 9

eelgebieden: voorkomen van de onderscheiden gradiënten binnen het onderzoeksgebied

WB168H18

BIJLAGE 10
Verlagingenpatroon bij een onttrekking van 2,75 miljoen m3/jaar bij de winning Corle

LEGENDA:

interval 0,05m

Bron: concept rapport modellering Corle (WOG)

N

Project:

WCL

Verlagingen bij een winning van 2,75 mln m^3/jaar (vergunningshoeveelheid)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H28

kiwa
Onderzoek & Advies Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Tekening 00

BIJLAGE 11
Ligging raaien

LEGENDA:

1 Vennevertlose beek
2 Raturnse beek
3 Slinge (Bekendelle)
4 Boven–Slinge
5 Korenburgerveen

N

Project:

WCL

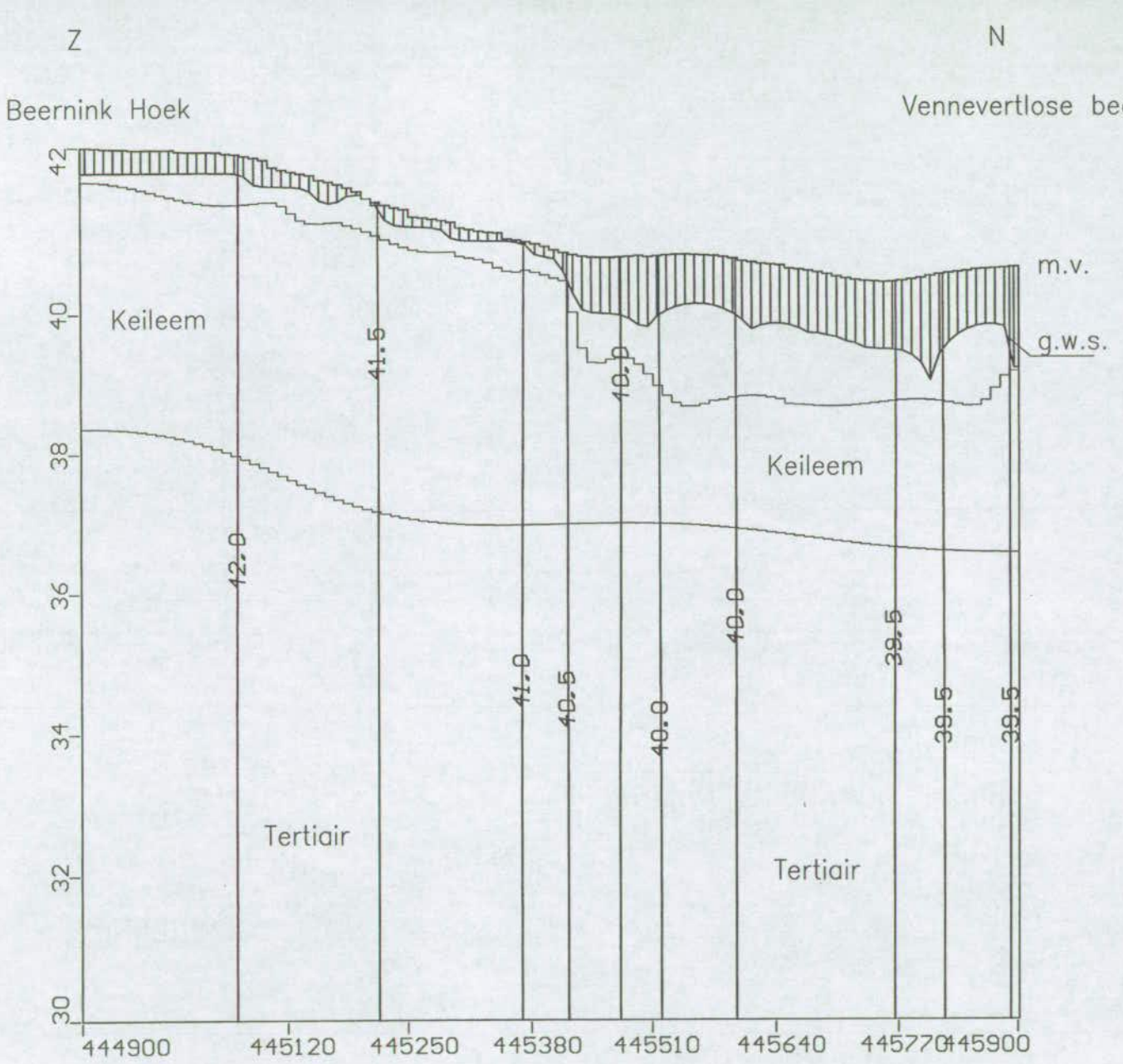
Ligging raaien

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H27

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Tekening 00

BIJLAGE 12
Berekeningsresultaten Vennevertlosebeek



LEGENDA:

41.5 stijghoogte

Project:

WCL

Vennevertlose beek
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H03

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

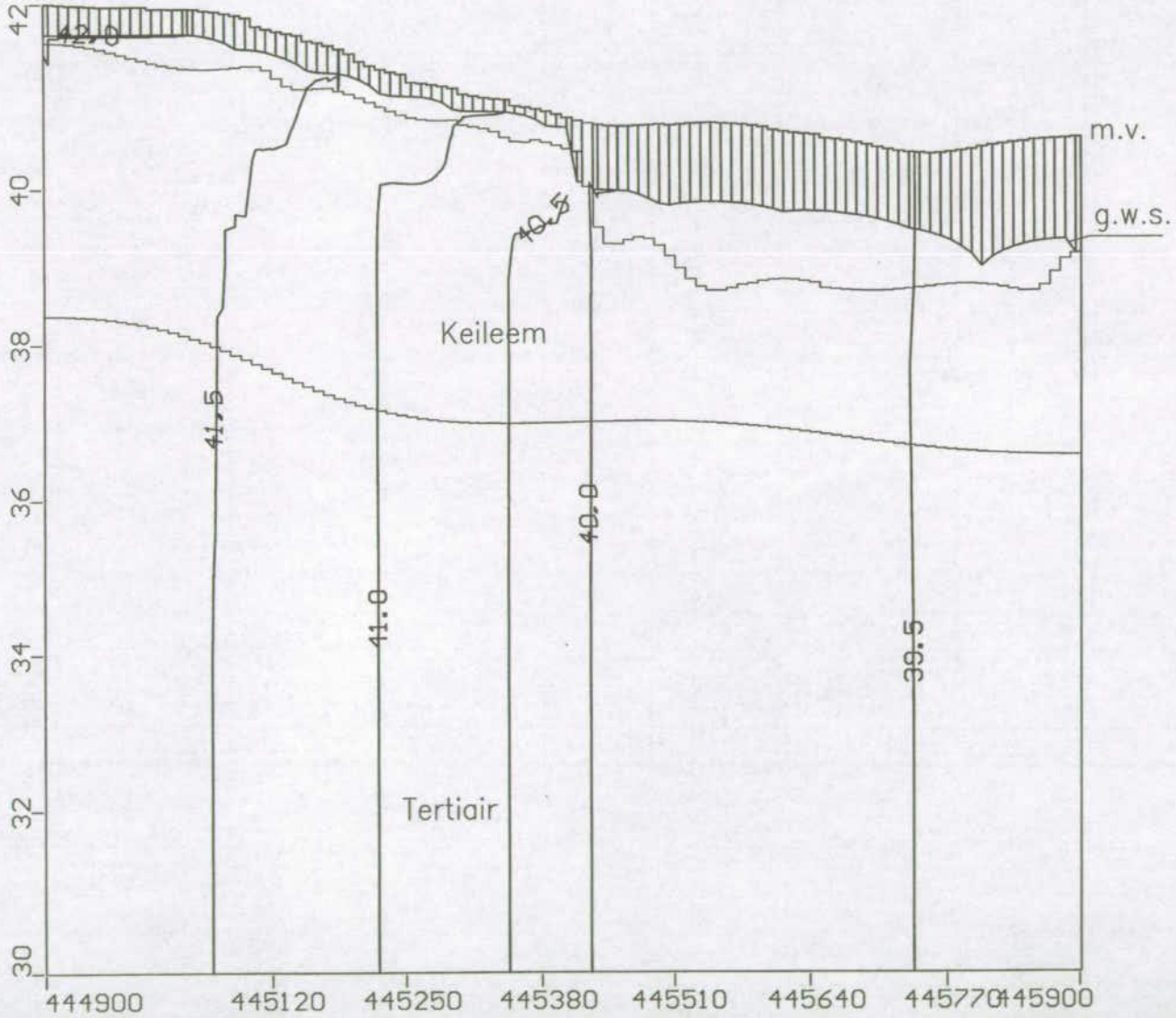
Figuur 01

Z

Beernink Hoek

N

Vennevertlose beek



LEGENDA:

39.5 stijghoogte

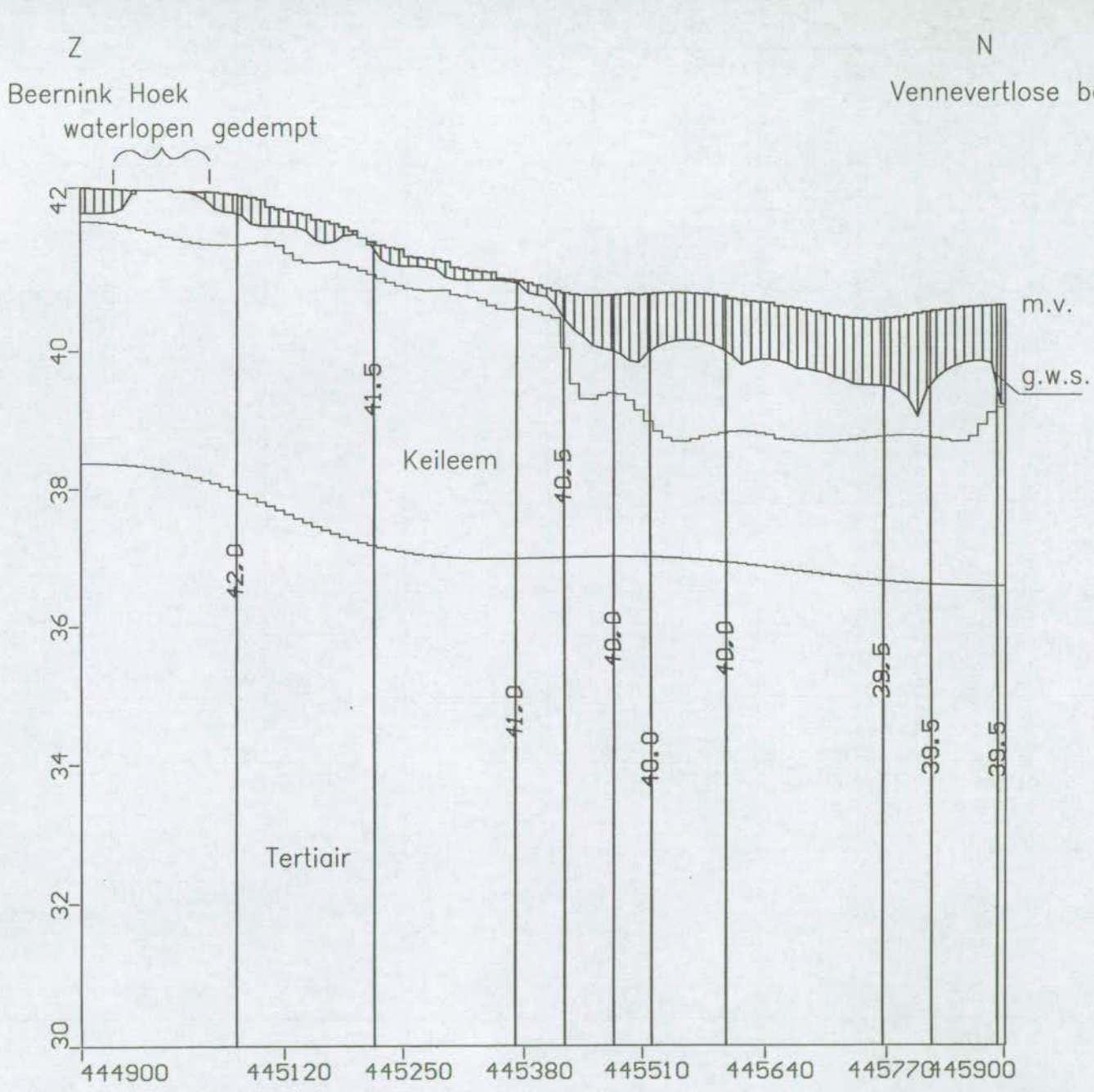
Project:

WCL

Vennevertlose beek
(NO = 0,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H04

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein



LEGENDA:

40.0 stijghoogte

Project:

WCL

Vennevertlose beek
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H05

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

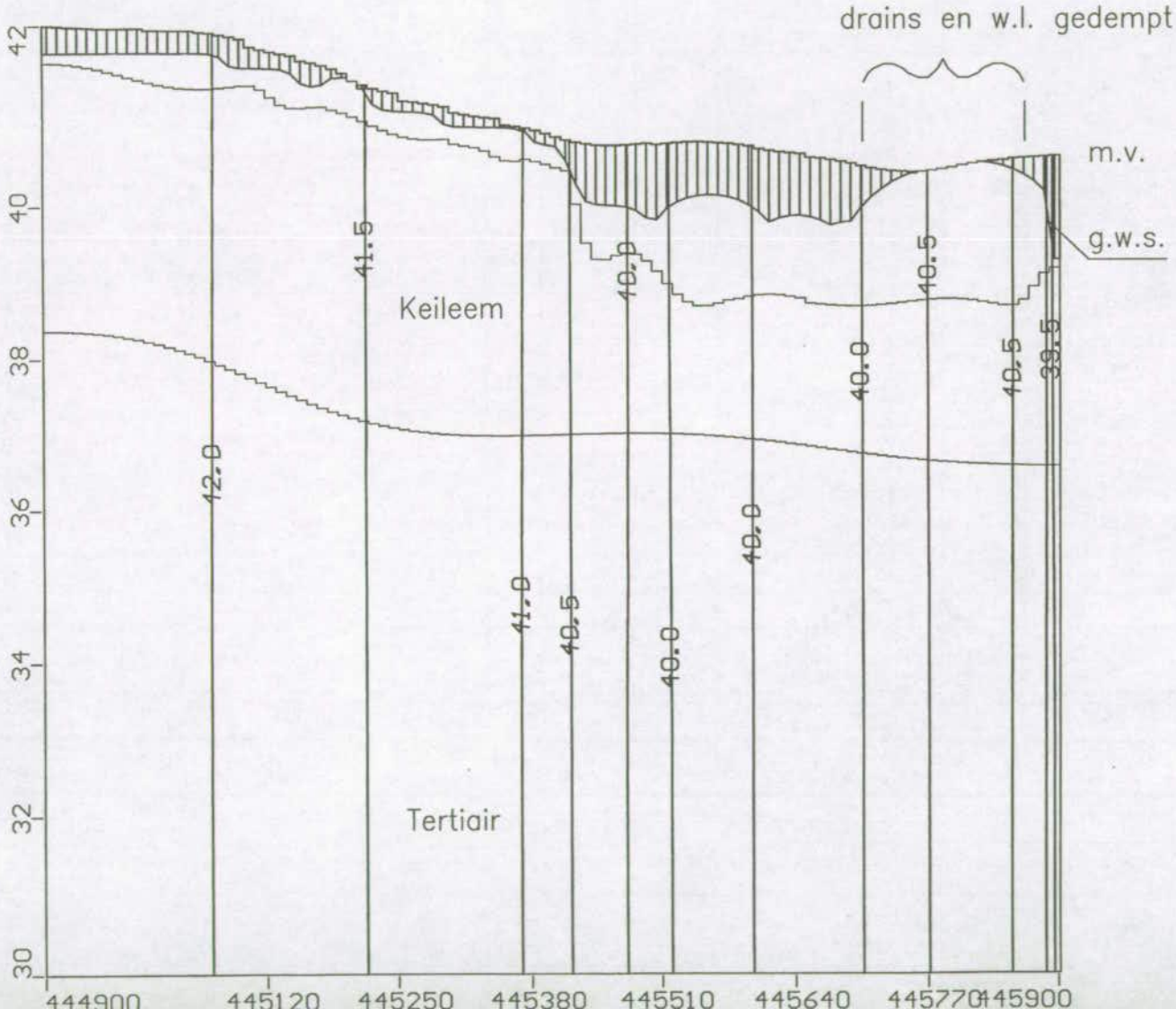
Figuur 03

Z

Beernink Hoek

N

Vennevertlose beek



LEGENDA:

40.0 stijghoogte

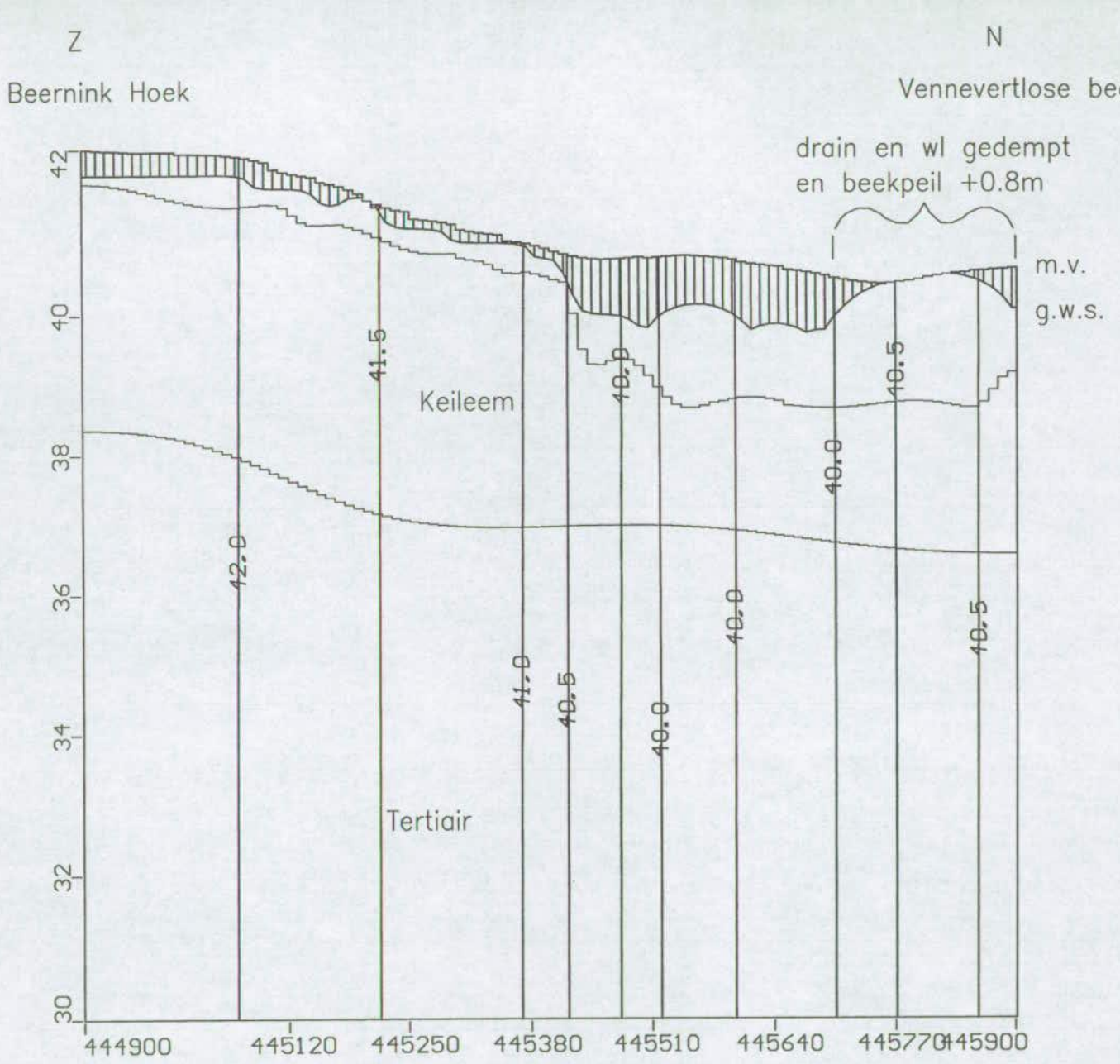
Project:

WCL

Vennevertlose beek
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H06

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein



LEGENDA:

40.0 stijghoogte

Project:

WCL

Vennevertlose beek
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1995
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H07

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Figuur 05

BIJLAGE 13
Berekeningsresultaten Ratumse beek

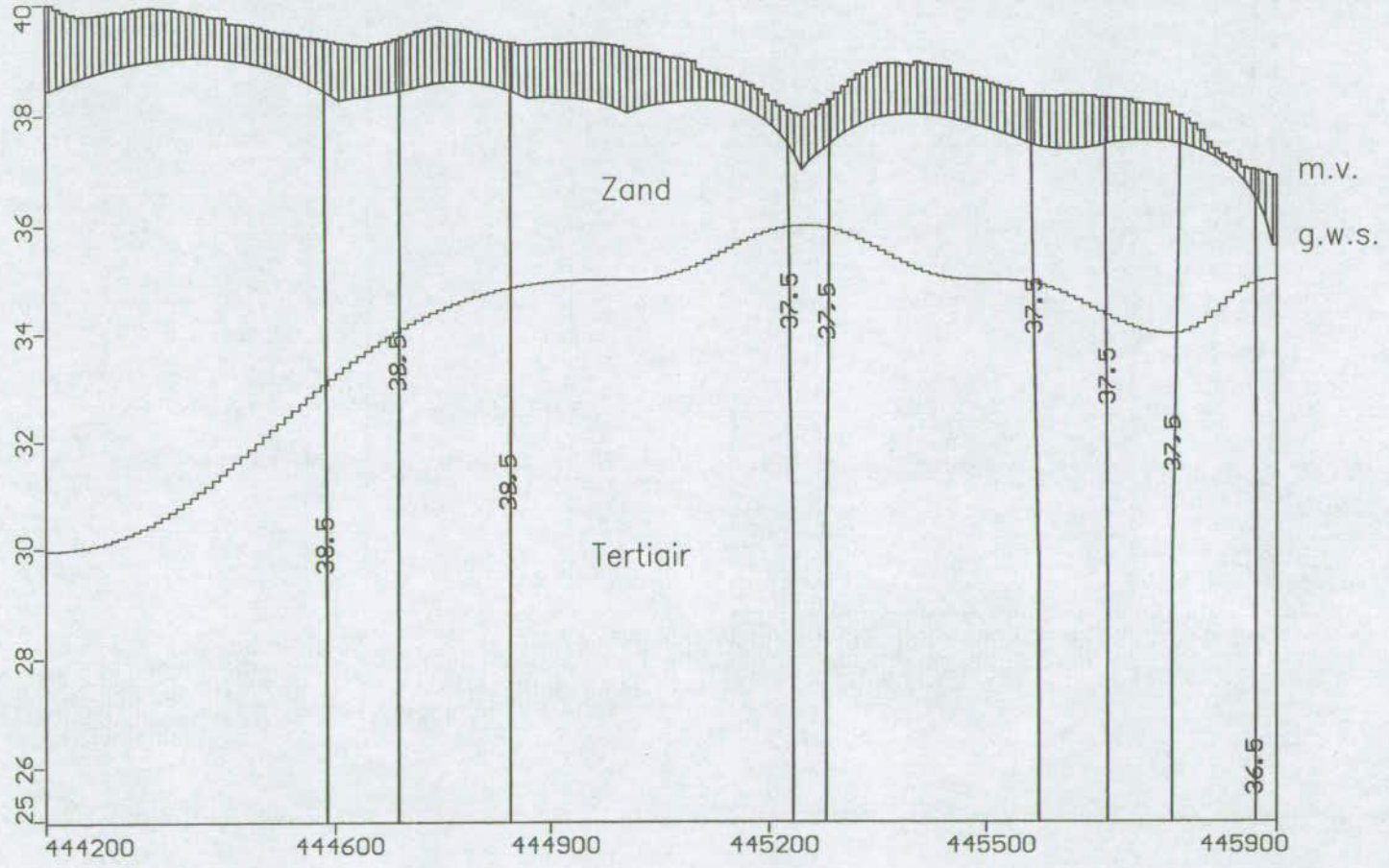
Z

N

Schreurs w.l.

Ratumse beek

Vennevertlose beek



LEGENDA:

37.5 stijghoogte

Project:

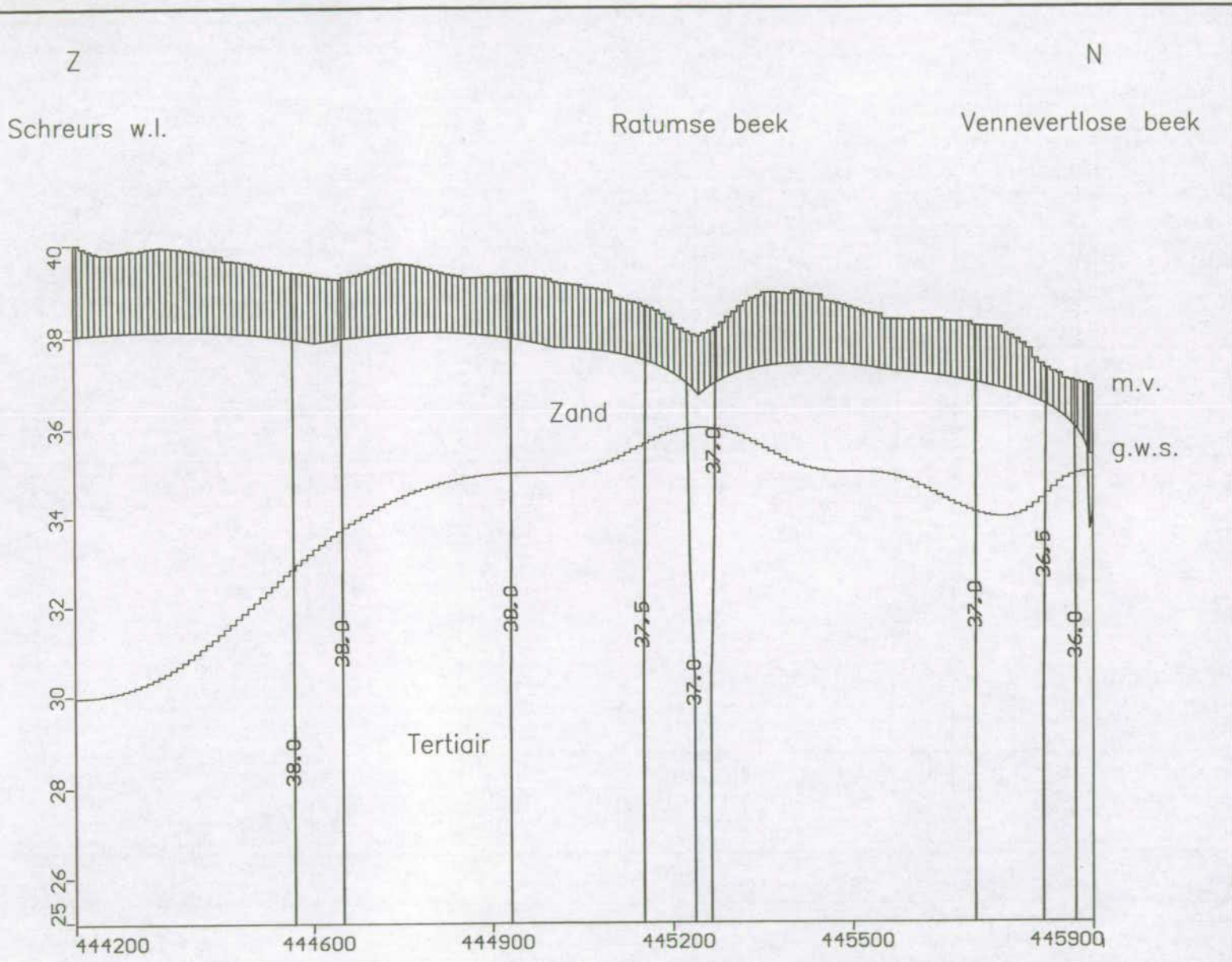
WCL

Ratumse beek
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H08

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Figuur 01



LEGENDA:

stijghoogte

Project:

WCL

Ratumse beek
(NO = 0,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H09

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

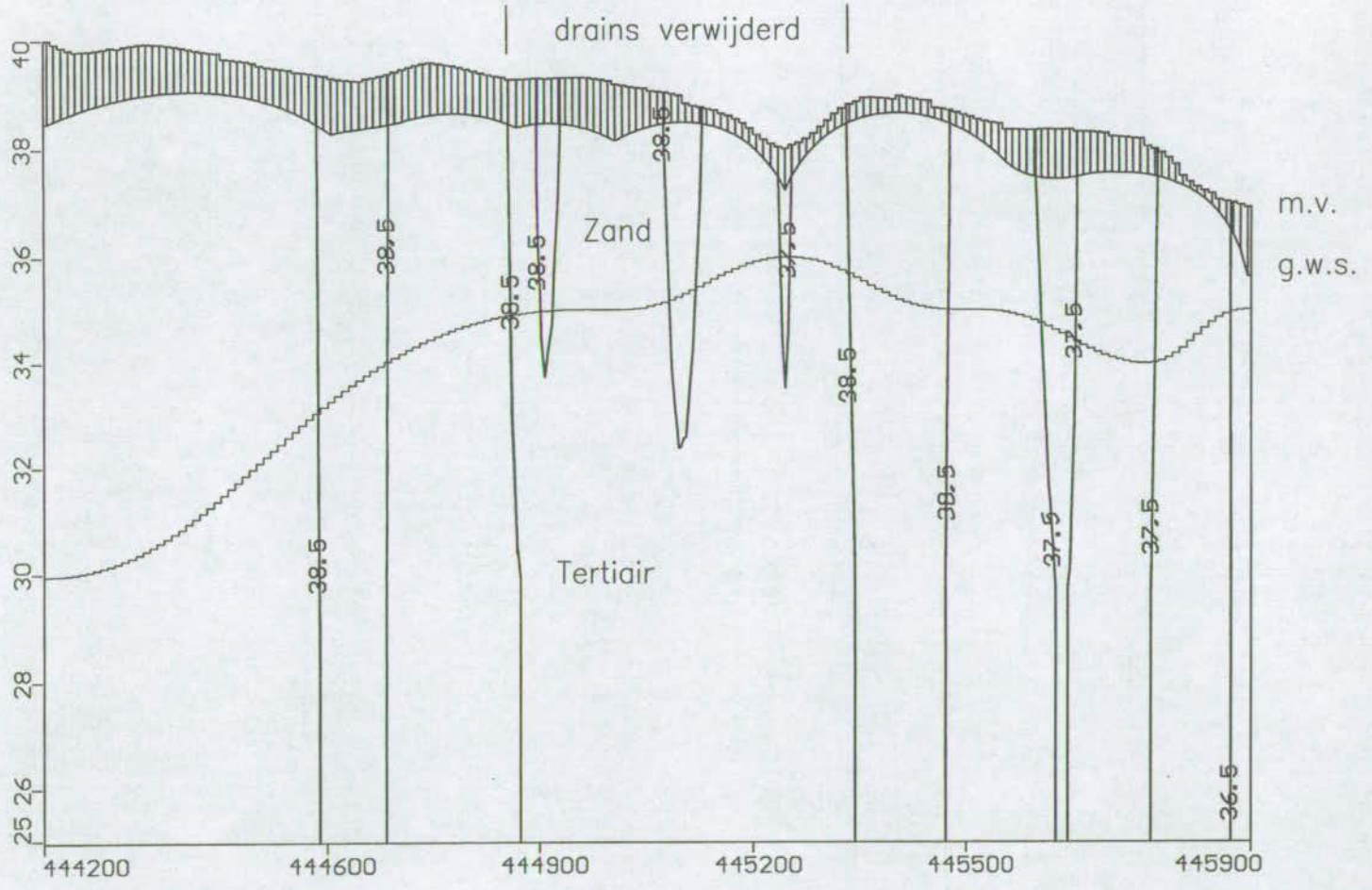
Z

N

Schreurs w.l.

Ratumse beek

Vennevertlose beek



LEGENDA:

38.5 stijghoogte

Project:

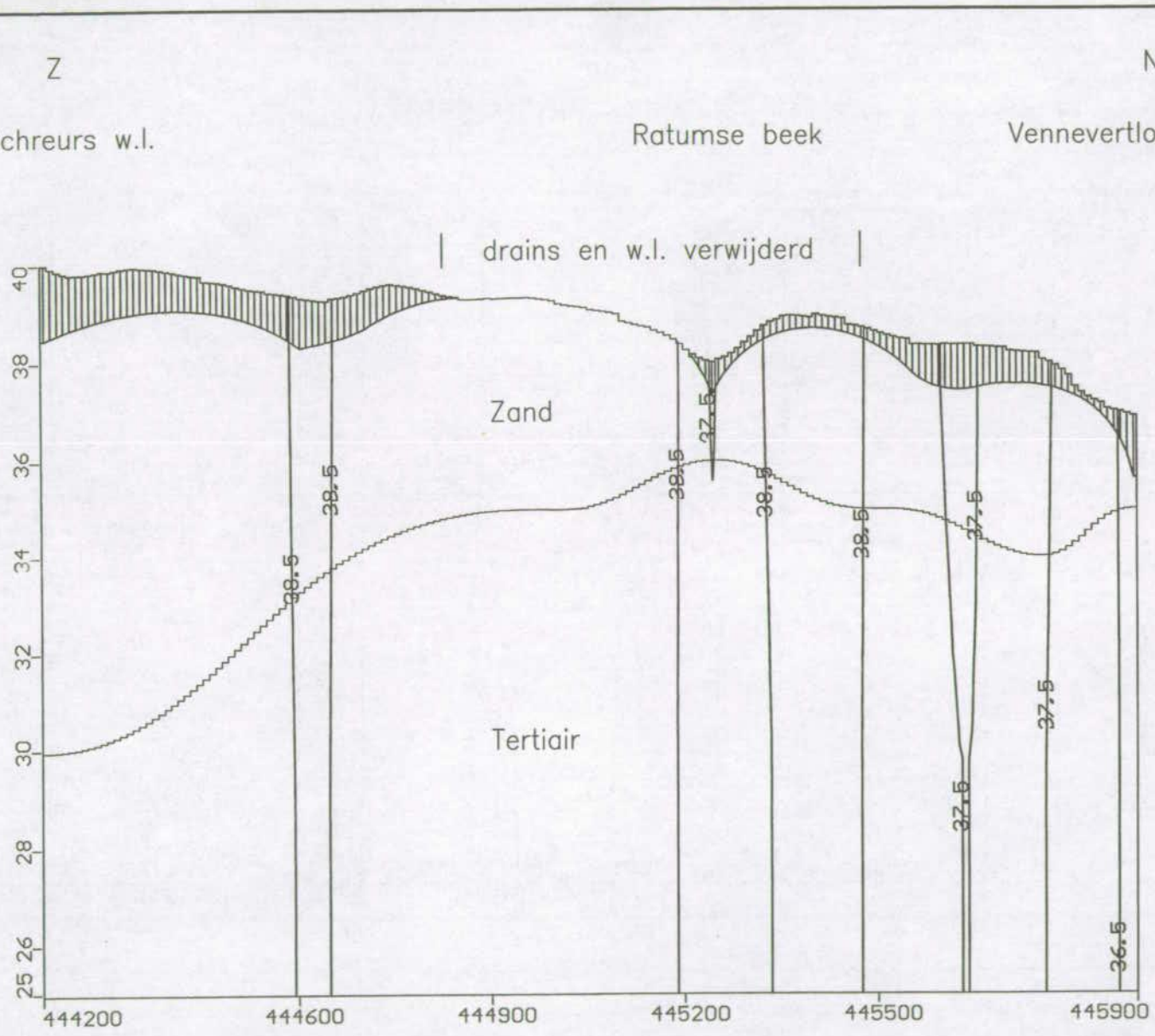
WCL

Ratumse beek
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H10

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Figuur 03



LEGENDA:

38,5 stijghoogte

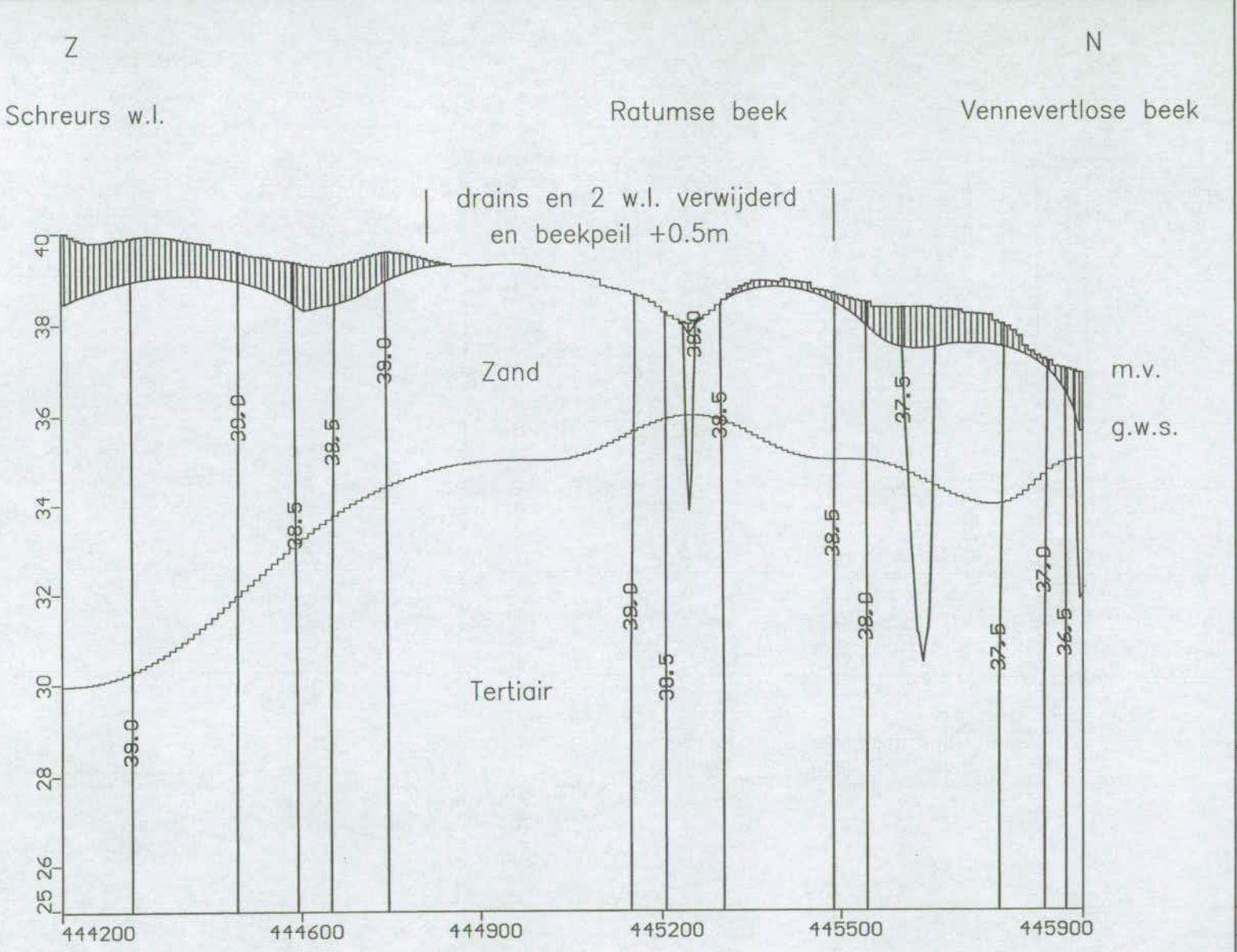
Project:

WCL

Ratumse beek
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H11

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein



LEGENDA:

38.5 stijghoogte

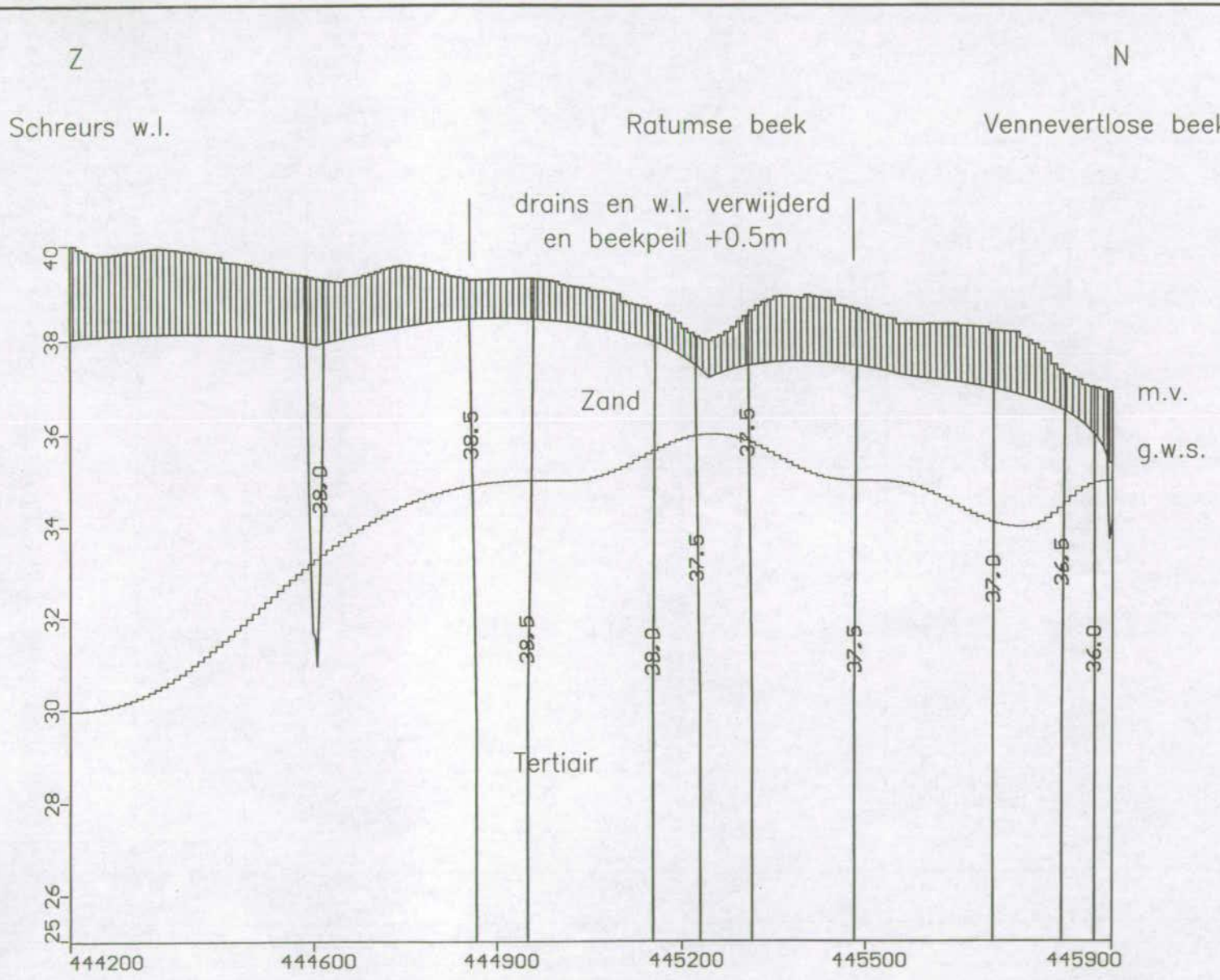
Project:

WCL

Ratumse beek
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon	kiwa
Datum:	aug. 1996	
Projectnr.	30.1093.012	Onderzoek & Advies Waterwinning en Waterbeheer Postbus 1072 3430 BB Nieuwegein
Tekeningnr	WB189H12	

Figuur 05



LEGENDA:

37.5 stijghoogte

Project:

WCL

Ratumse beek
(NO = 0,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H13

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

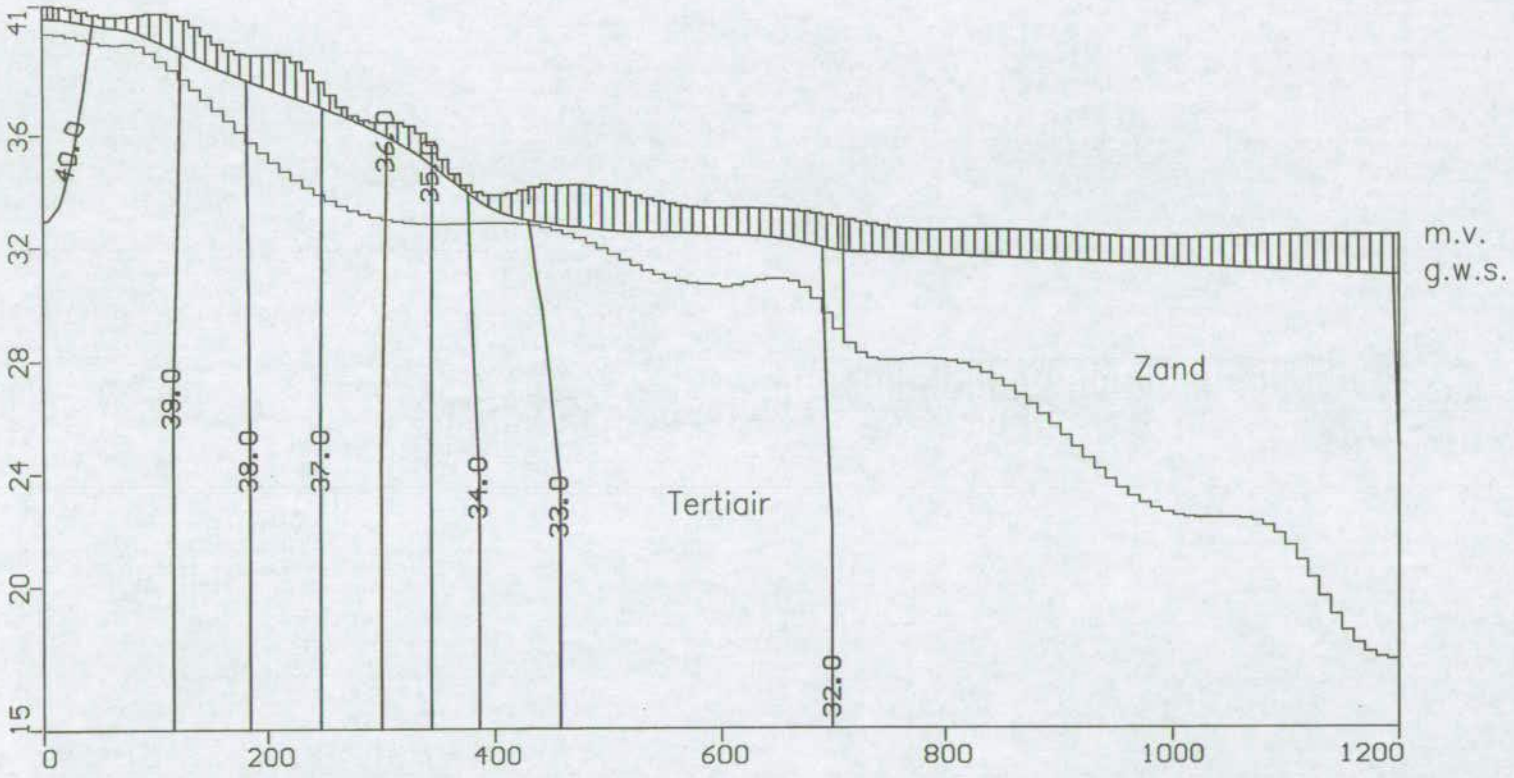
BIJLAGE 14
Berekeningsresultaten Slinge

NW

Groote Veld

ZO

Slinge



LEGENDA:

32.0 stijghoogte

Project:

WCL

Slinge (Bekendelle)
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H19

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

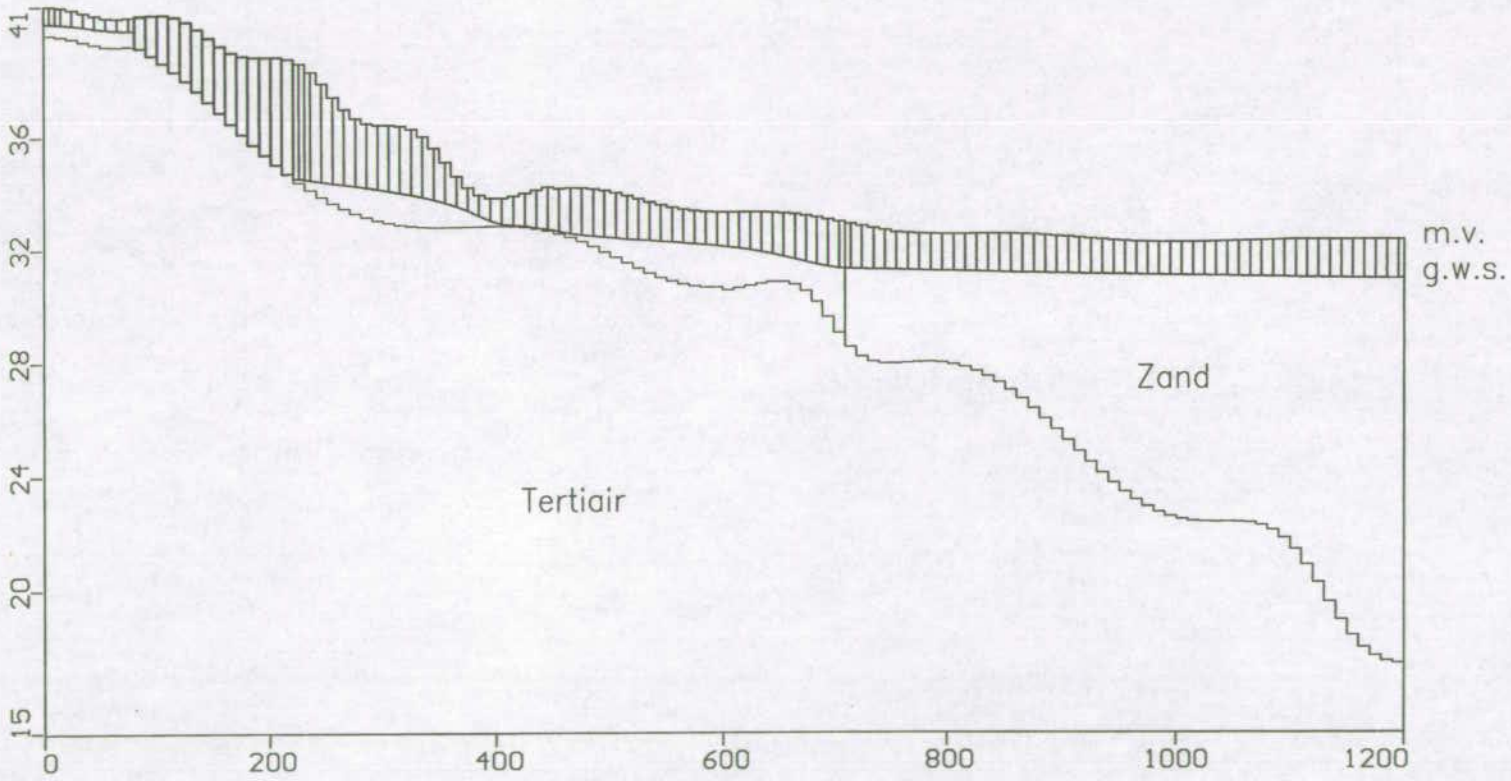
Figuur 01

NW

Groote Veld

ZO

Slinge



LEGENDA:

Project:

WCL

Slinge (Bekendelle)
(NO = 0,5 mm/d)

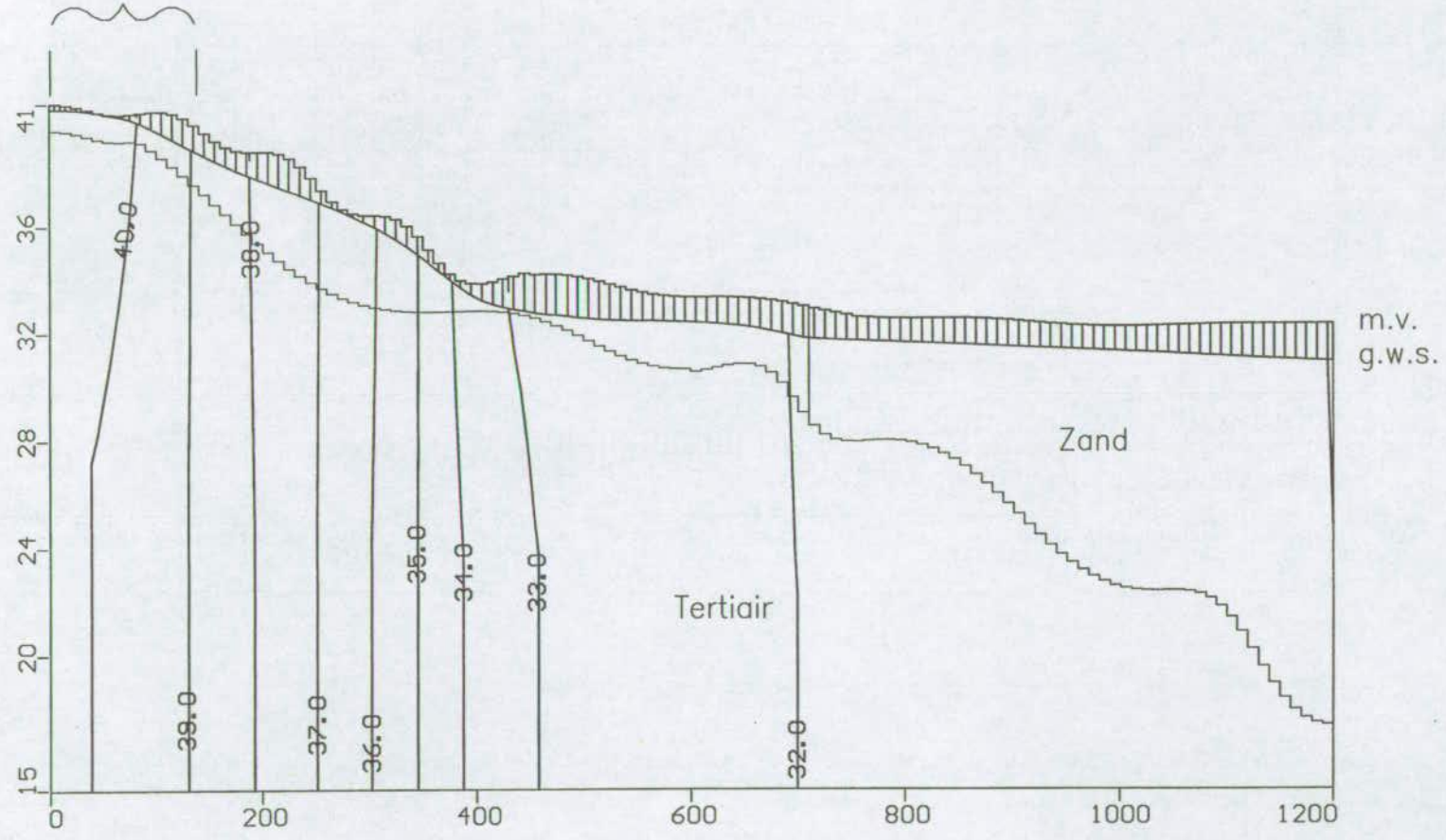
Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H20

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

NW
Groote Veld

ZO
Slinge

drains 0,3m ondieper



LEGENDA:

32.0 stijghoogte

Project:

WCL

Slinge (Bekendelle)
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H21

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

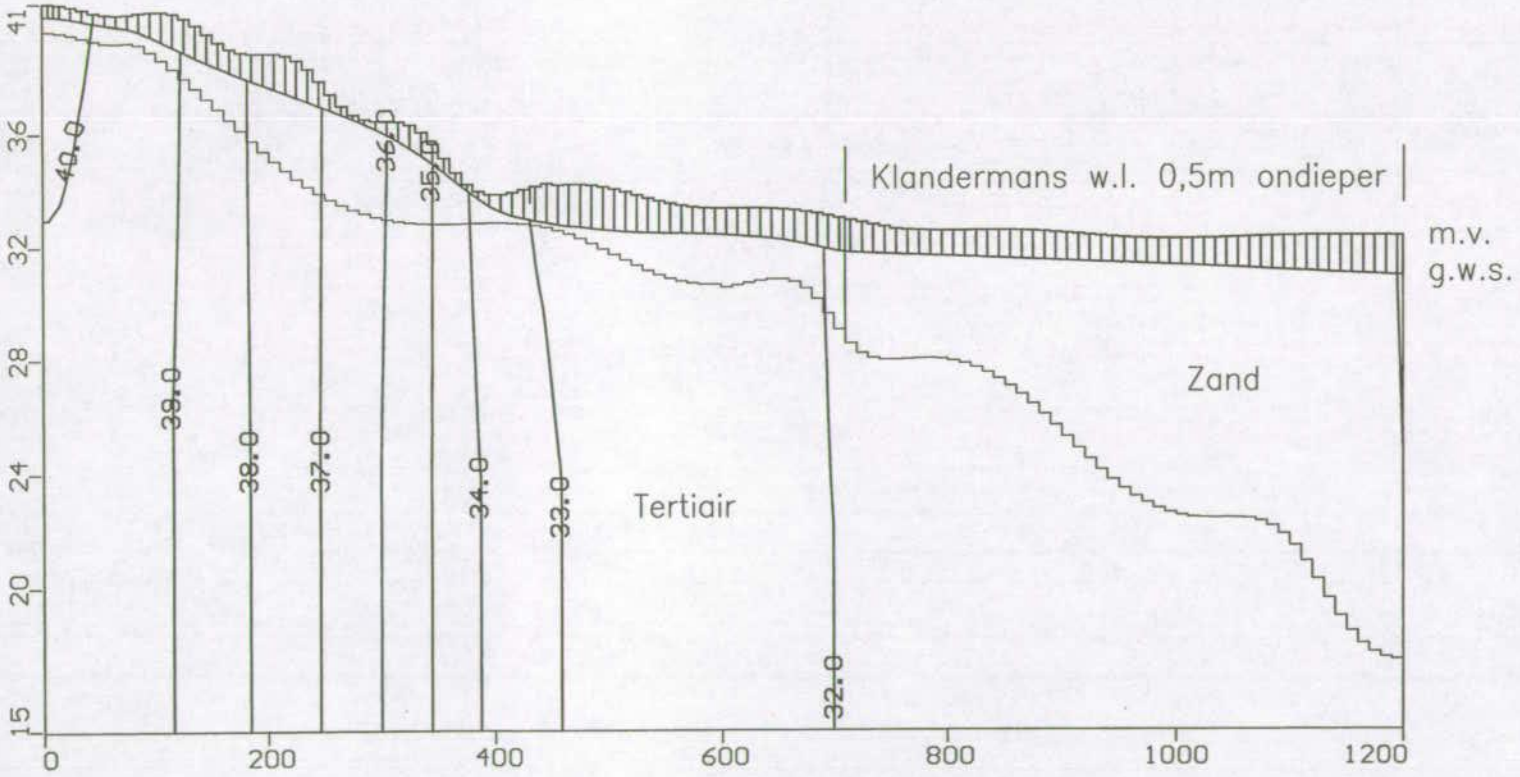
Figuur 03

NW

Groote Veld

ZO

Slinge



LEGENDA:

32.0 stijghoogte

Project:

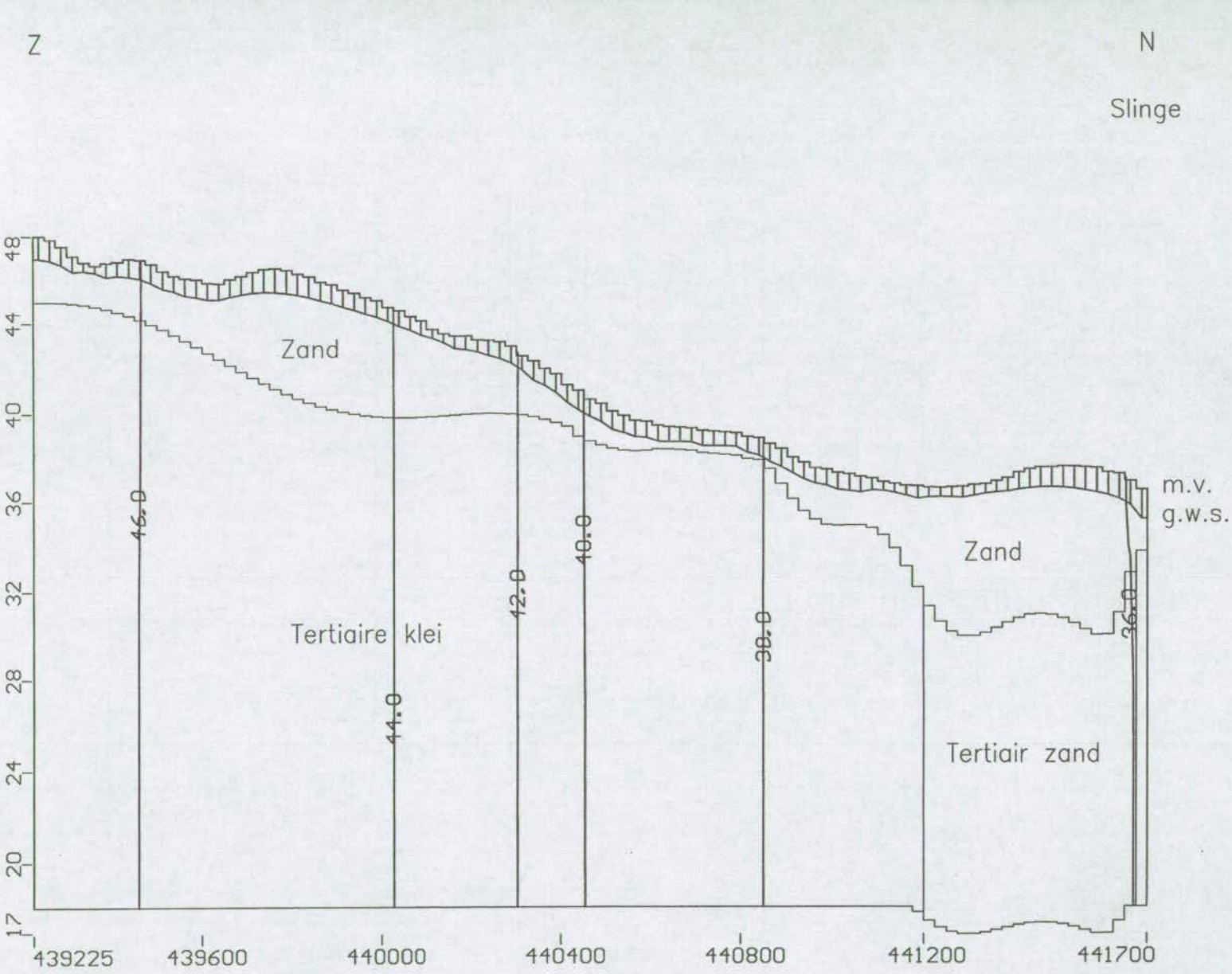
WCL

Slinge (Bekendelle)
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H22

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

BIJLAGE 15
Berekeningsresultaten Boven Slinge



LEGENDA:

42.0 stijghoogte

Project:

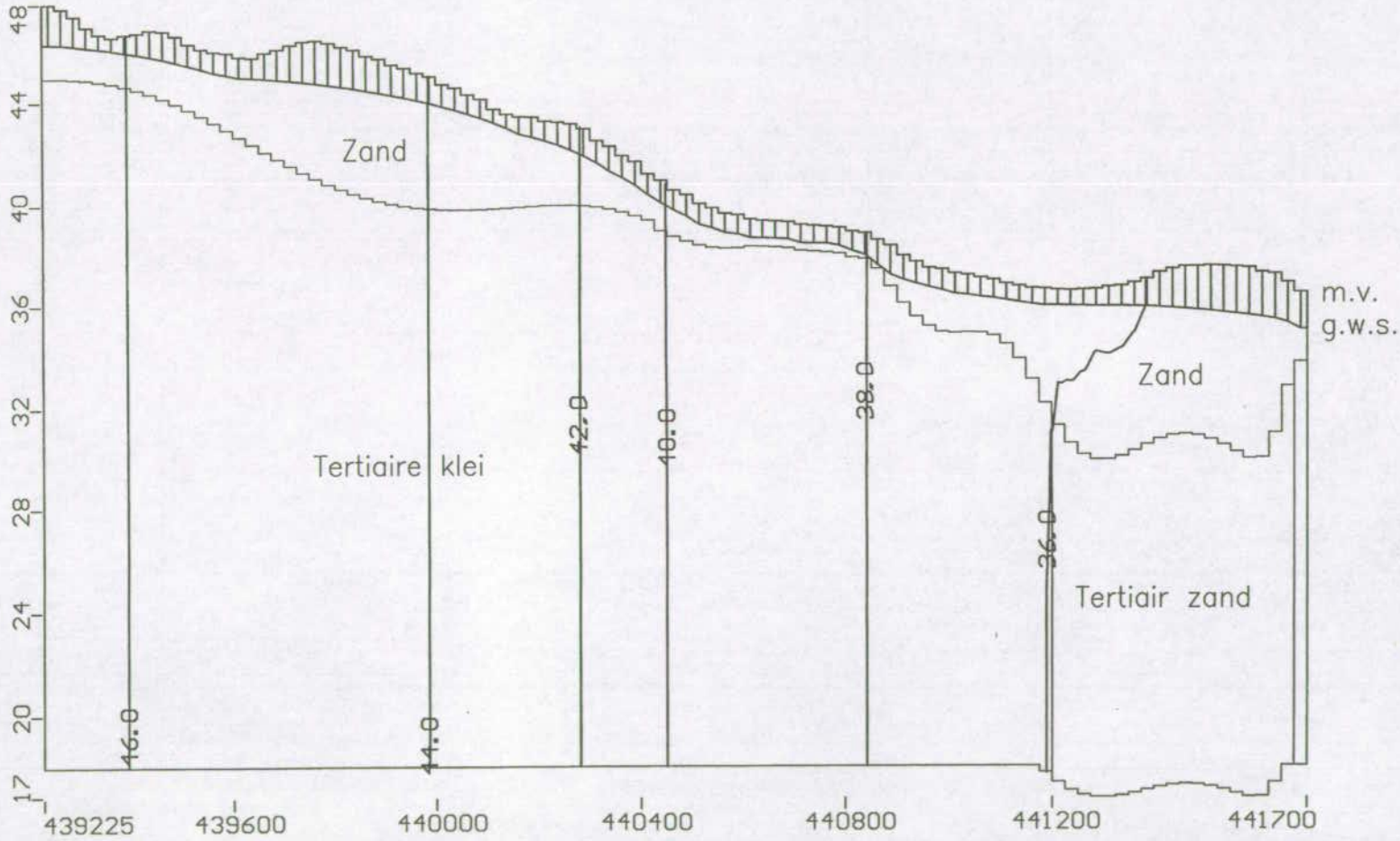
WCL

Bovenslinge
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H14

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Figuur 01



LEGENDA:

40.0 stijghoogte

Project:

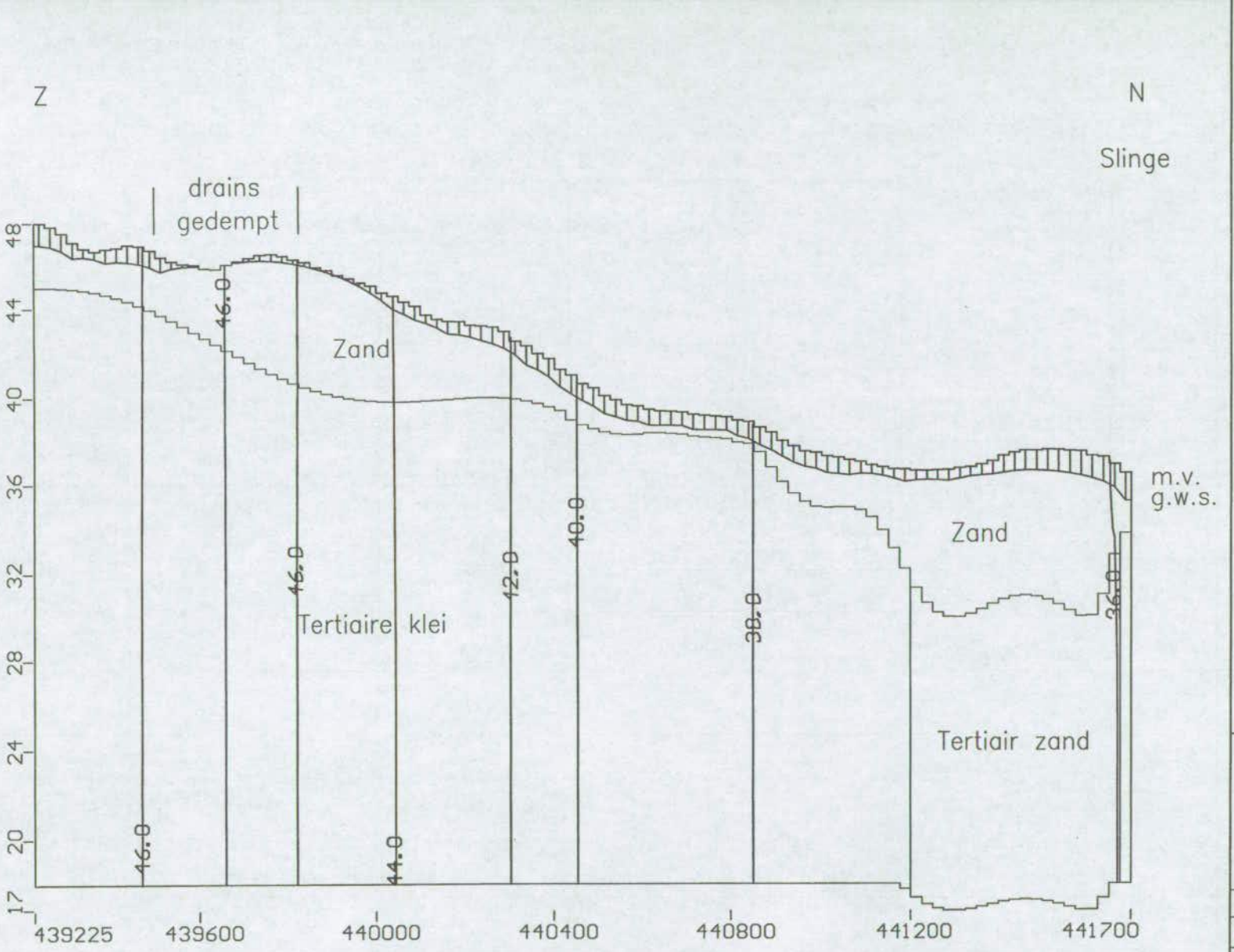
WCL

Bovenslinge
(NO = 0,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H15

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Figuur 03



LEGENDA:

38.0 Bovenslinge

Project:

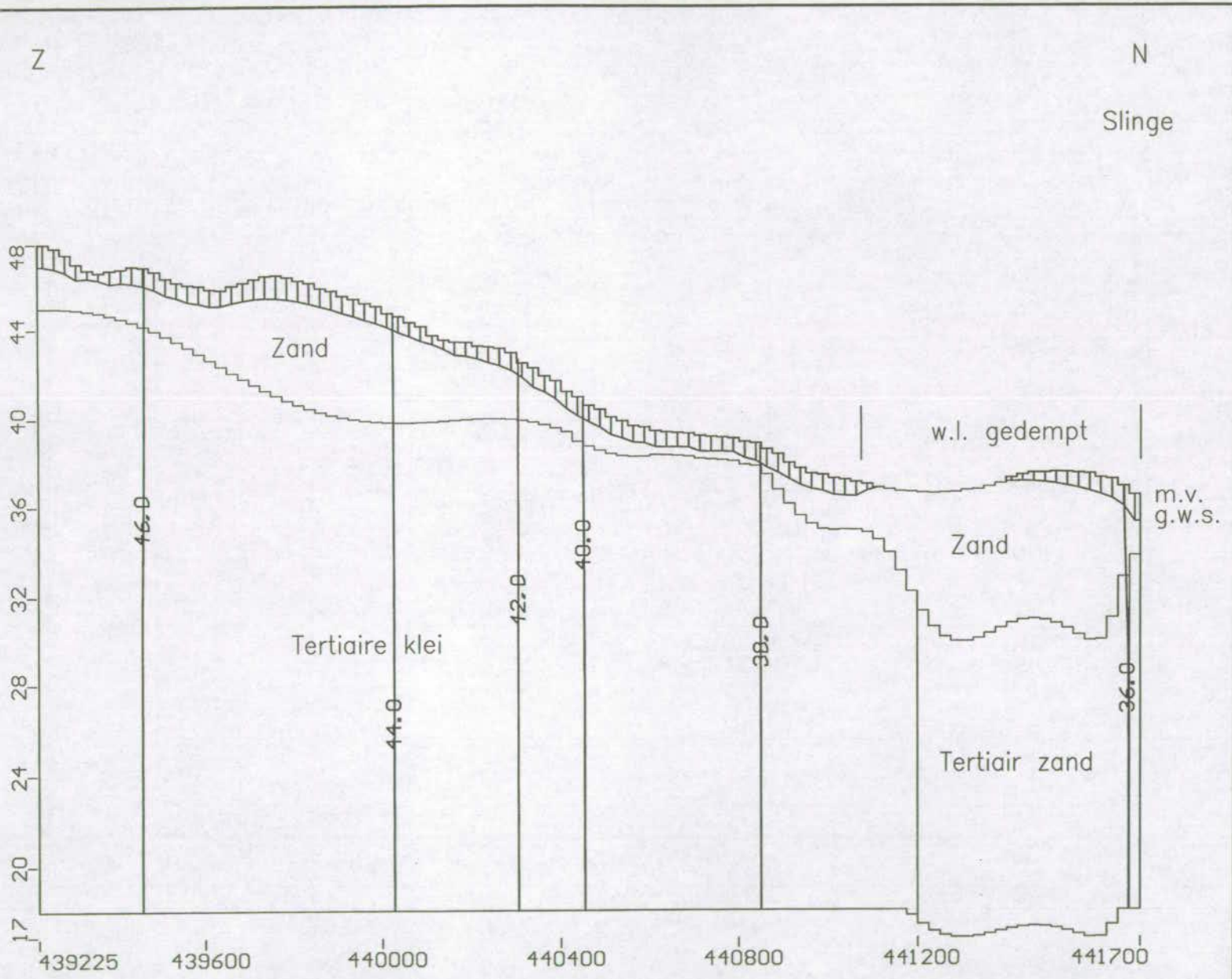
WCL

Bovenslinge
(N0 = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H16

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Figuur 03



LEGENDA:

38.0 stijghoogte

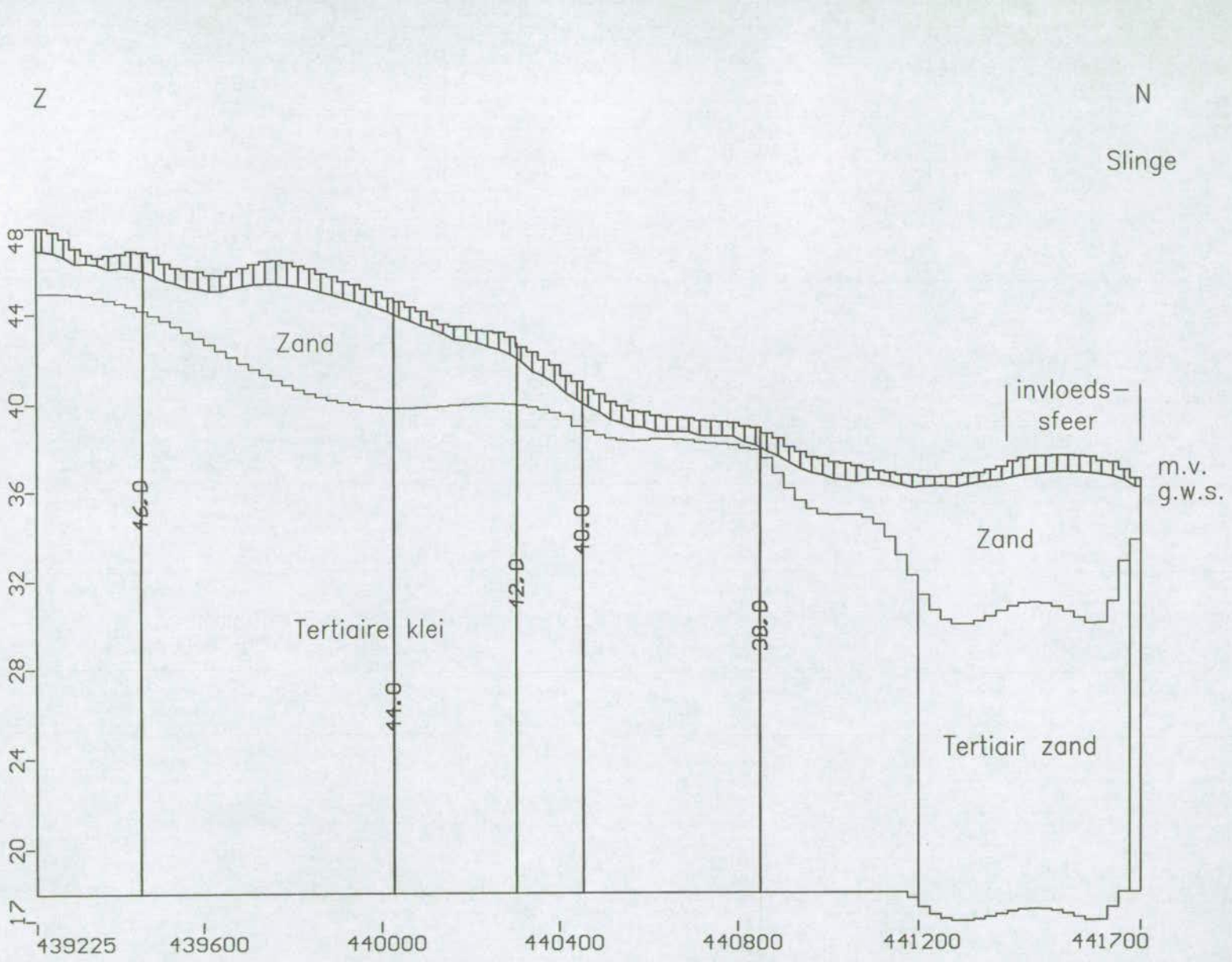
Project:

WCL

Bovenslinge
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H17

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein



LEGENDA:

Project:

WCL

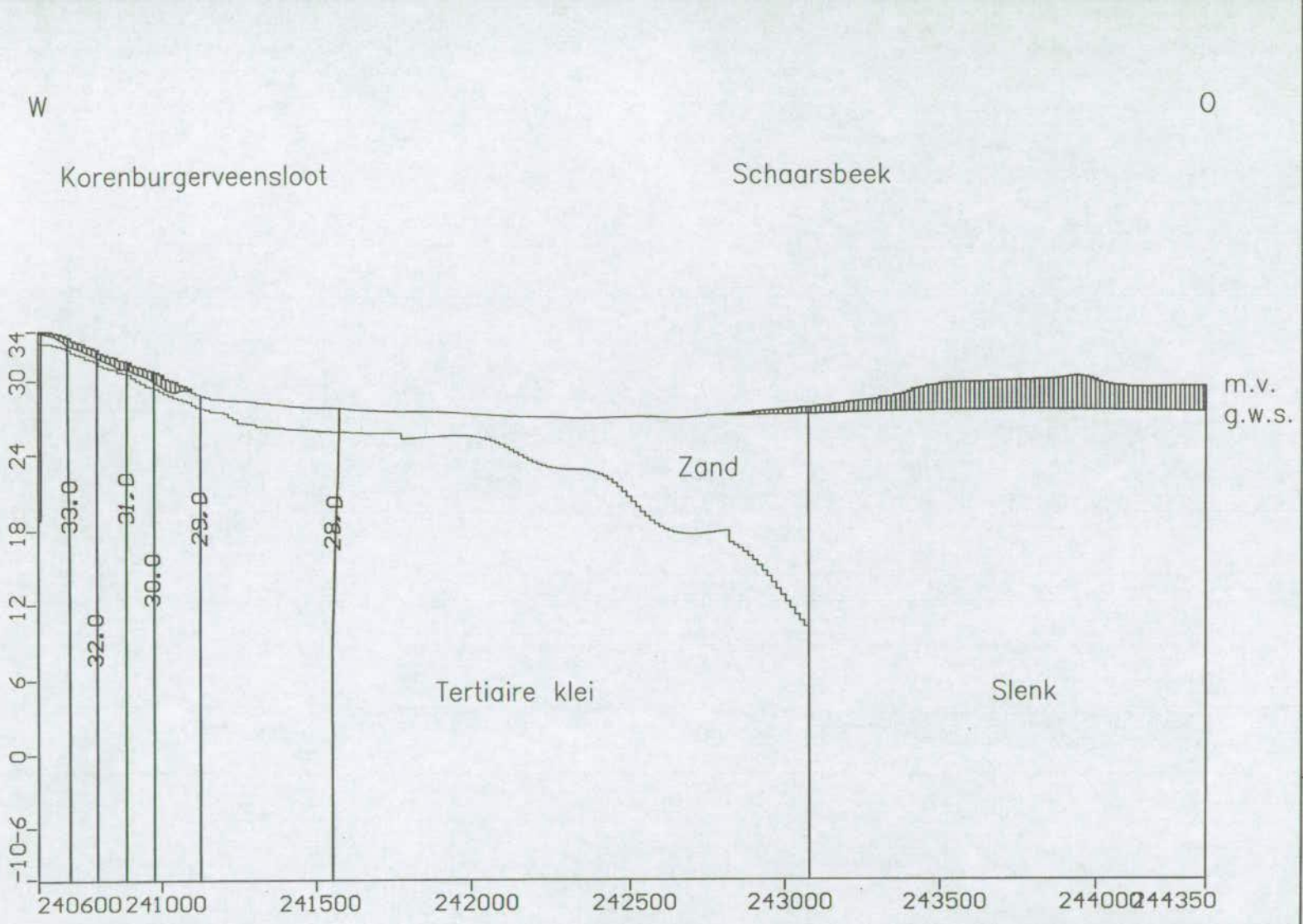
Bovenslinge
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H18

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Figuur 05

BIJLAGE 16
Berekeningsresultaten Korenburgerveen



LEGENDA:

28.0 stijghoogte

Project:

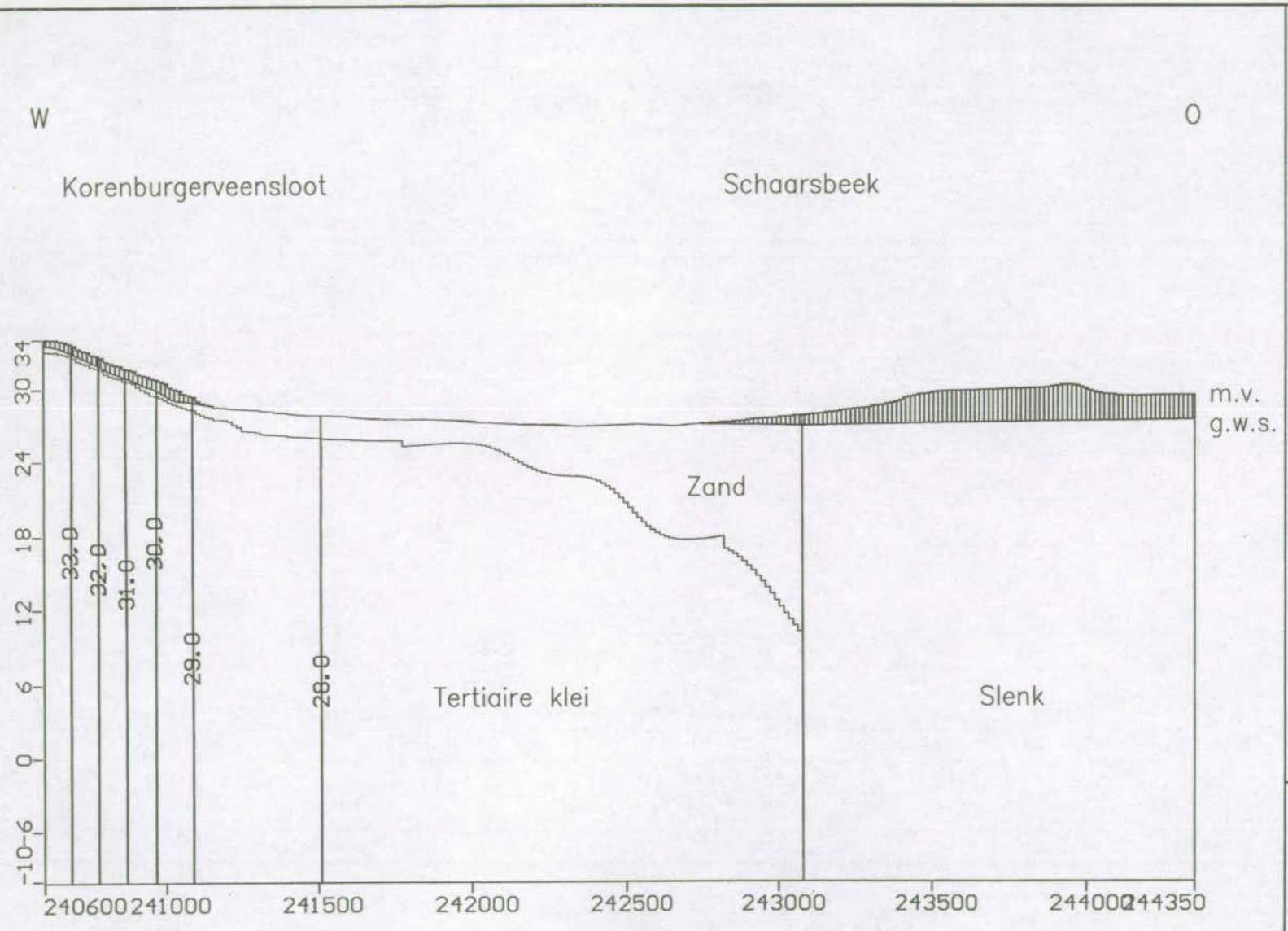
WCL

Korenburgerveen
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H23

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Figuur 01



LEGENDA:

28.0 stijghoogte

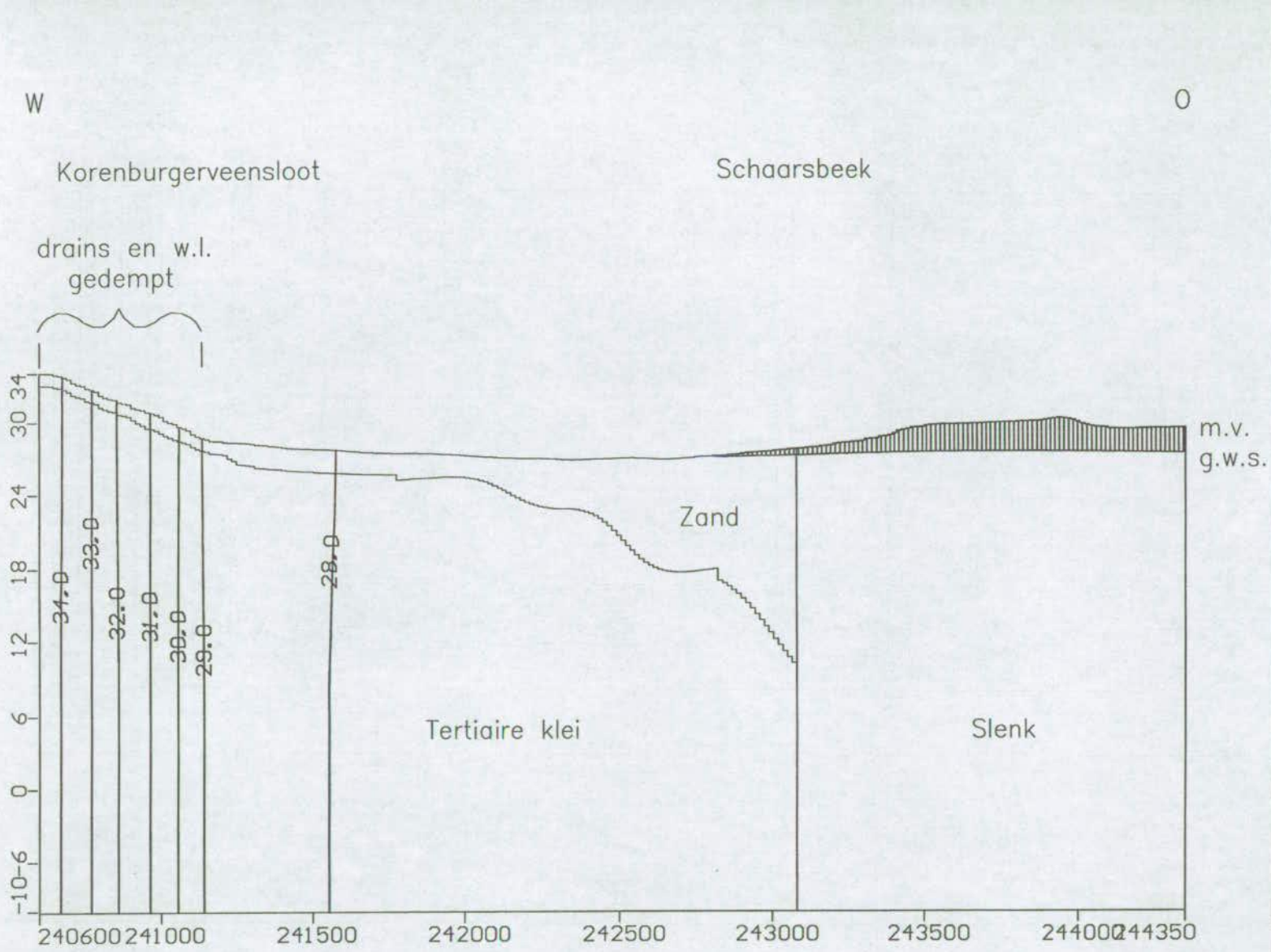
Project:

WCL

Korenburgerveen
(NO = 0,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H24

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein



LEGENDA:

28.0 stijghoogte

Project:

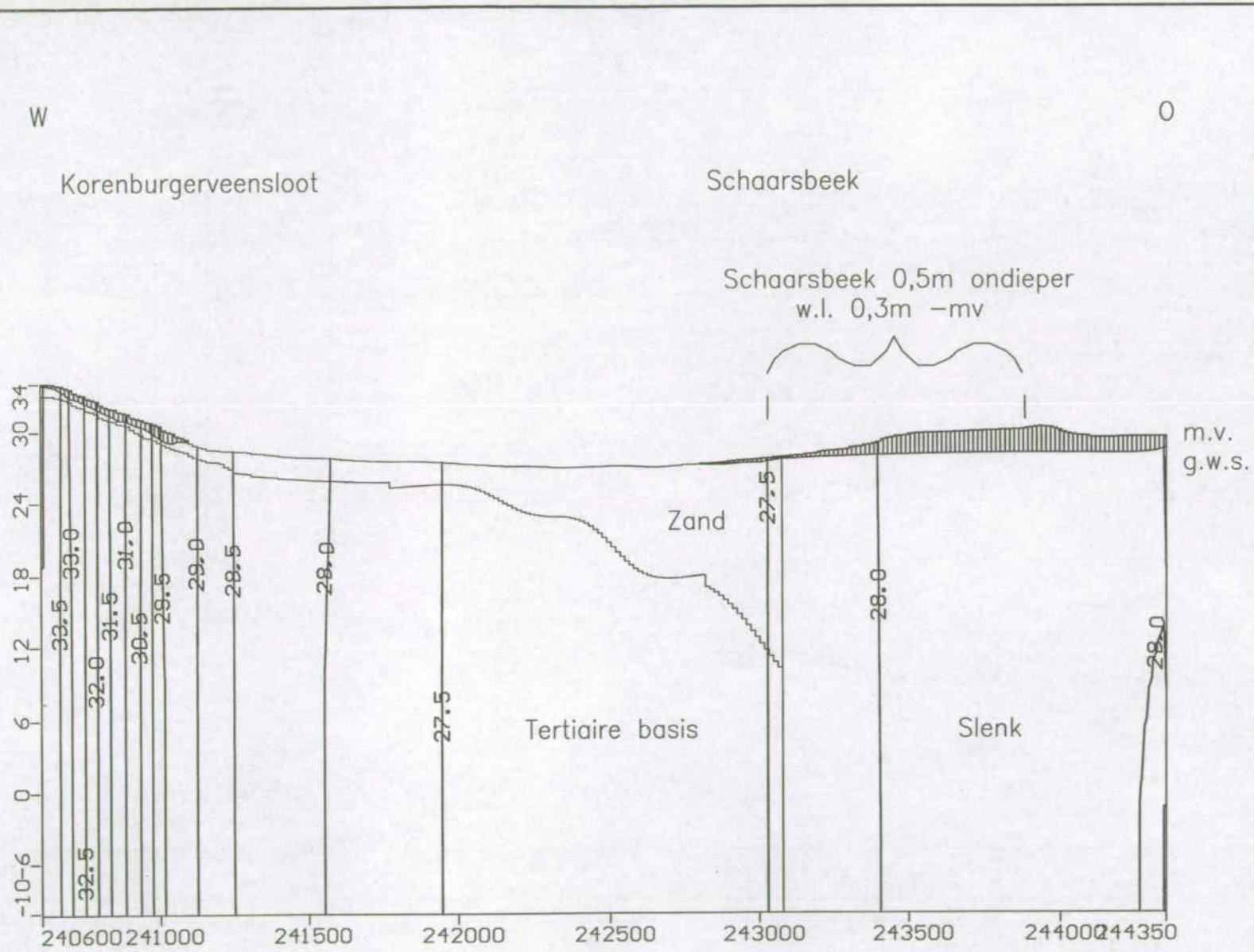
WCL

Korenburgerveen
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H25

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Figuur 03



LEGENDA:

28.0 stijghoogte

Project:

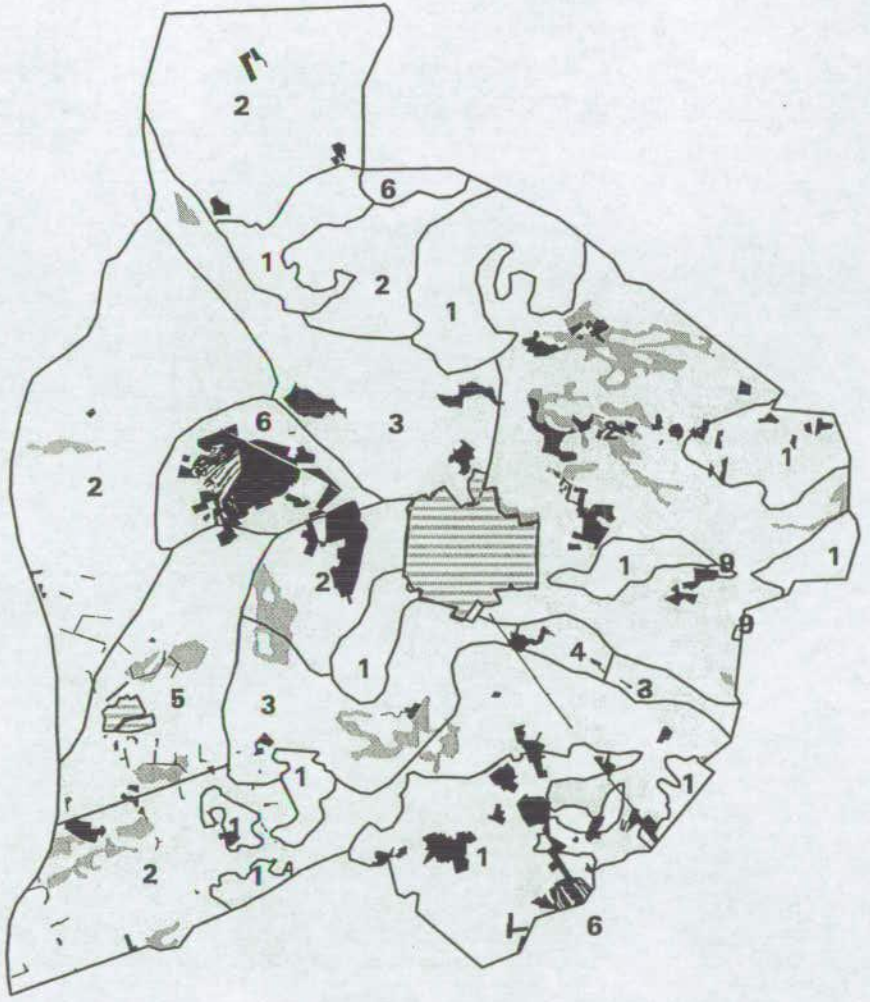
WCL

Korenburgerveen
(NO = 2,5 mm/d)

Getekend:	H. Solon
Datum:	aug. 1996
Projectnr.	30.1093.012
Tekeningnr	WB189H26

kiwa
Onderzoek & Advies
Waterwinning en Waterbeheer
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

BIJLAGE 17
Locaties waar vochttekort voor de landbouw kan worden gereduceerd met de ligging van natuur- en deelgebieden



Legenda:

- vochttekort gedeeltelijk opheffen en geen wateroverlast
- vochttekort volledig opheffen en wateroverlast
- vochttekort volledig opheffen geen wateroverlast
- natuurgebieden
- bebouwing
- **1** oorspronggebied
- **2** bovenloop
- **3** middenloop
- **4** middenloop in tertiair zand
- **5** middenloop met veengronden
- **6** hoogveencomplex/ korenburgerveen
- **9** muschelkalkplateau

Project:
WCL Winterswijk

Locaties met vochttekort voor de landbouw met de ligging van natuur- en deelgebieden

schaal:	1 : 150.000
tekening:	1
datum:	dec. 1996
projectnr:	WCL
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65

Legenda:

- vochttekort gedeeltelijk opheffen en geen wateroverlast
- vochttekort volledig opheffen en wateroverlast
- vochttekort volledig opheffen geen wateroverlast
- natuurgebieden
- bebouwing
- 1 oorspronggebied
- 2 bovenloop
- 3 middenloop
- 4 middenloop in tertiair zand
- 5 middenloop met veengronden
- 6 hoogveencomplex/ korenburgerveen
- 9 muschelkalkplateau

Project:

WCL Winterswijk

Locaties met vochttekort voor de landbouw met de ligging van natuur- en deelgebieden

schaal:	1 : 150.000
tekening:	1
datum:	dec. 1996
projectnr:	WCL
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65

Schaal 1 : 50000

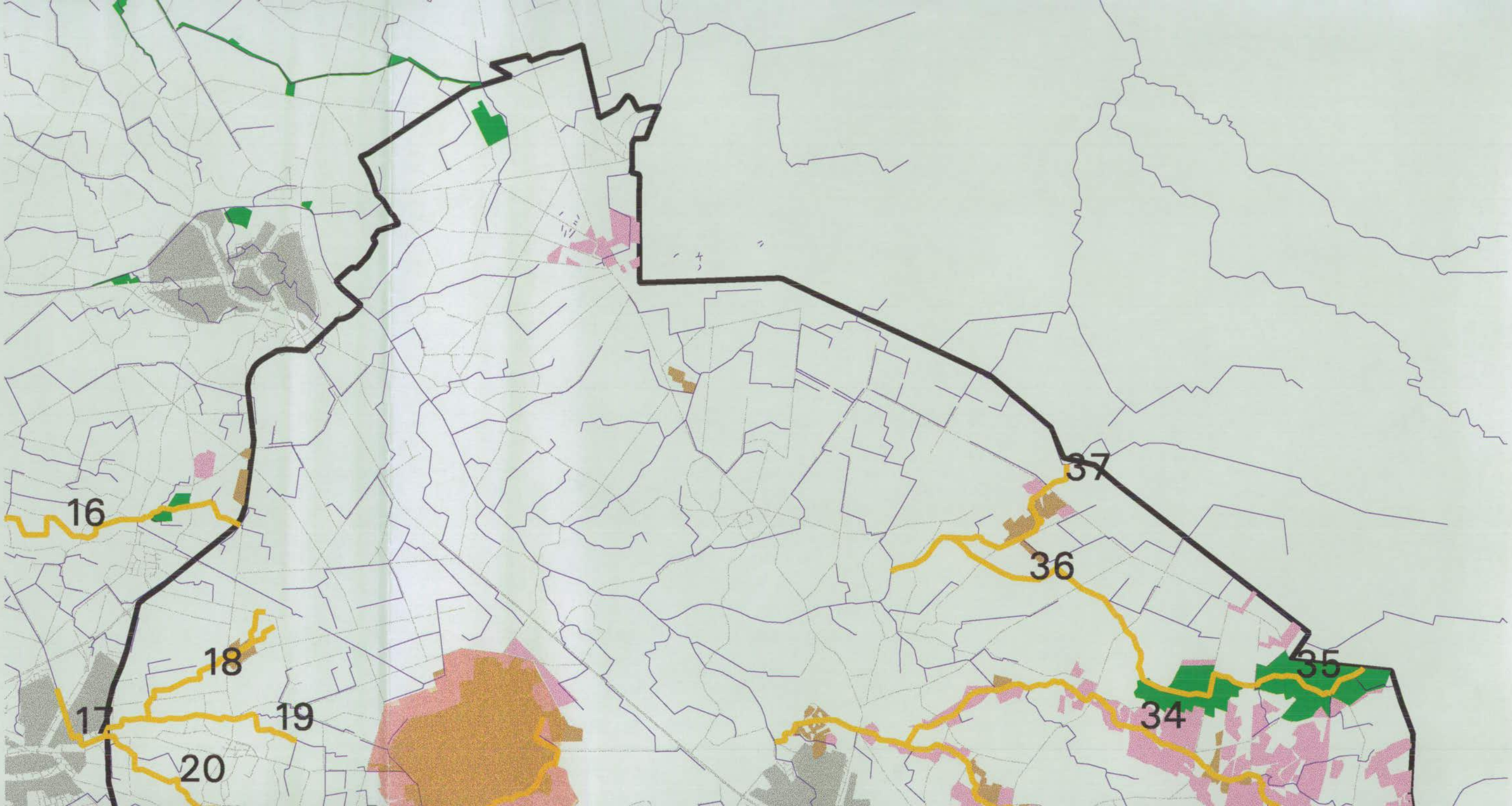
236143,255334,433735,454644

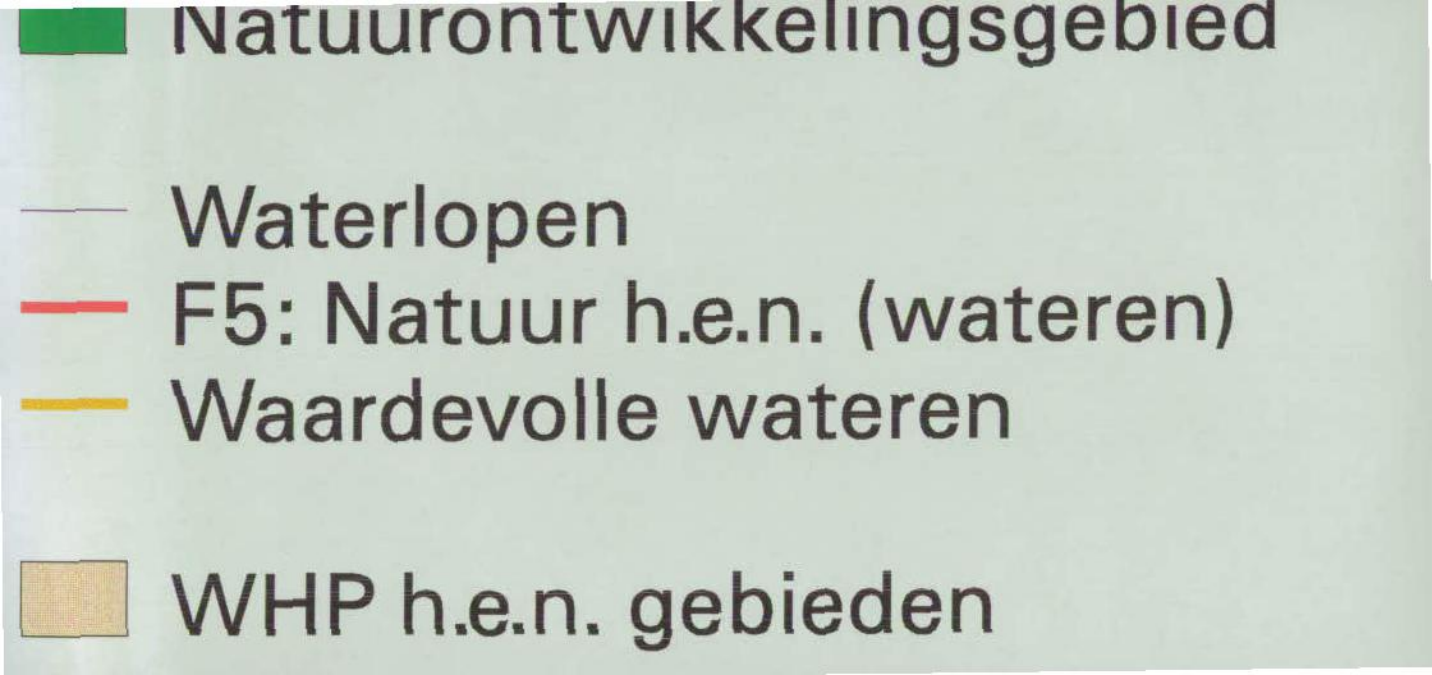
Legenda

- Bebouwing
- Water
- Wegen (detail)

- vlakelement: wclwint

- Relatienotagebied
- Reservaatsgebied
- Beheersgebied

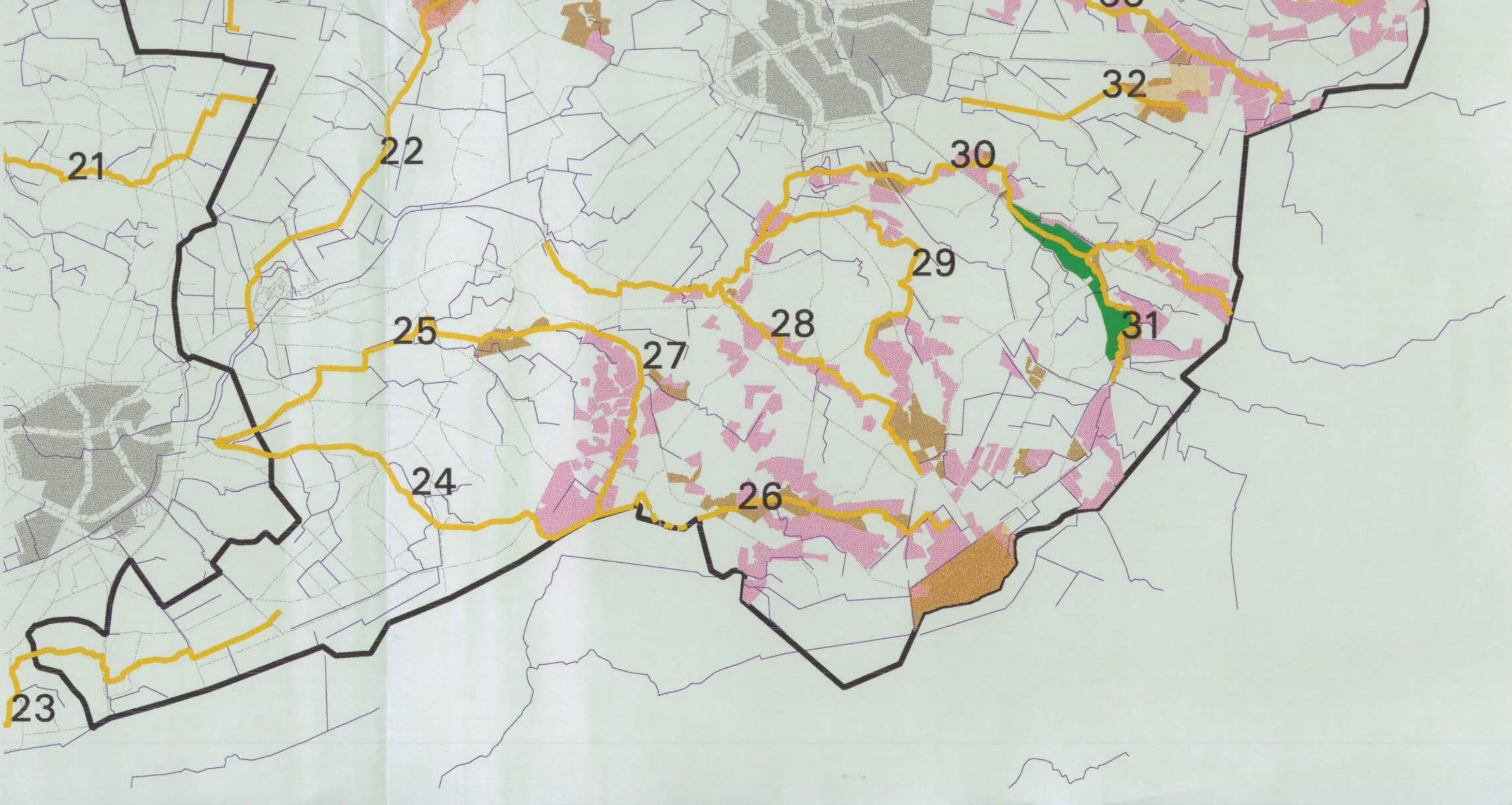

16
17
18
19
20
34
35
36
37


Natuurontwikkelingsgebied
Waterlopen
F5: Natuur h.e.n. (wateren)
Waardevolle wateren
WHP h.e.n. gebieden

MW/WWK/Grondwater WIS

Uitgave d.d. 14 Maart 1997

AQUA-GIS


21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32