Ministerie van Landbouw en Visserij
Landinrichtingsdienst

Effect van ontwateringswerken in de ruilverkaveling "De Hilver" voor de hydrologie van het benedenstrooms gelegen gebied van de Oisterwijkse vennen.

Auteur: W. van der Meer

Nota: 88-13: Hul/v.d.M.

LD Tilburg
oktober 1988

onl18

4345

Van kamer nr. / pand nr. (Mw / De Heer W. v.d. Meer LD Tilb.

Naar kamer nr. / pand nr. (Mw / De Heer H. van Dam REM Leusden

- FEB 1989

Opmerking: Hydrologisch onderzoek "De Hilver"

Op verzoek van dhr Strackhof verzoek ik U ter informatie het rapport terzake van de LD. Dit rapport dient als een concept te worden gezien. T.a.v. de effectverspalling is het (in middels actuele) beeld t.g.v. kritische opmerkingen van Strackhof en mijn nog sterker de omvang van ingrepen in De Hilver belangrijk het reduceren. Het onderdeel beheer van is voor U het meest relevant.

P.S. in de enkel bijlage zitten nog Punten (zeer slecht leesbaar)

Met vr. gr.

INHOUD BLZ.

Samenvatting

1. INLEIDING 1

2. AANLEIDING VAN HET ONDERZOEK 2

3. OPZET VAN HET ONDERZOEK 3

4. GEBIEDS BESCHRIJVING 5
4.1. Topografie en Bodem 5
4.2. Geologie 5
4.3. Geohydrologie 7
4.4. Geomorfologie 8
4.5. Hydrologie 9
4.6. Waterbeheersing 9

5. HYDOLOGIE VAN HET GROOT KOLKVEN 10
5.1. Algemeen 10
5.2. Waterbalans in relatie met venpeilverloop 10
5.3. Grondwaterpotentialen en venpeil 12
5.4. Waterkwaliteitsanalyses 14
5.5. Nabeschouwing 19

6. INGREEP-EFFECT VOORSPELLEND ONDERZOEK M.B.V. HET MODEL FEMSATS 20
6.1. Modelkeuze 20
6.2. Modelopbouw 21
6.2.1. Benaderingen en uitgangspunten 21
6.2.2. Begrenzing van het modelgebied 22
6.2.3. Modelnetwerk 23
6.2.4. Geo-hydrologische schematisatie 23
6.2.5. Indeling in subgebieden 24
6.2.6. Schematisatie van het ontwateringssysteem 25
6.3. Invoer 29
6.3.1. Geohydrologische invoer 29
6.3.2. Afleiding q/h-relaties per subgebied 30
6.3.3. Randen van het modelgebied 32
6.3.4. Secundair systeem 32

6.4 Resultaten 33
6.4.1. Van simulatie naar superpositieberekening 33
6.4.2. Superpositie 34
6.4.3. Gevoeligheidsanalyse 35
6.4.4. Stijghoogteverlagingen le wvp rond het Kolkven 37

7. CONCLUSIES 38

Overzicht figuren en bijlagen

Figuren in de tekst

Hoofdstuk 4;	fig. 1	:	geologische overzichtskaart M.-Brabant
	fig. 2	:	schematische indeling ondergrond N.-Brabant
	fig. 3	:	geomorfologische overzichtskaart
Hoofdstuk 5;	div. fig.	:	typering waterkwaliteit Kolkven m.b.v. Stifdiagrammen en Stuyfzand
Hoofdstuk 6;	fig. 6.2.3.	:	opbouw-elementennetwerk en invloedsoppervlak per model-knooppunt
	fig. 6.2.4.	:	geologische lengte doorsnede vanhet modelgebied
	" 6.2.6.1.	:	voorbeeld van q/h-relatie
	" 6.2.6.2.	:	drie verschillende interacties tussen grond- en oppervlaktewater ter bepaling v.d. q/h-relatie
	" 6.2.6.3.	:	transformatie van q/h-relaties
	" 6.3.2.	:	relatie Gt, topografie en ontwateringsbasis
	tabel 6.4.2.	:	overzicht subgebieden met nummering, categorie-indeling, Gt-klasse en mate van GVG-verlaging
	fig.6.4.3.	:	berekeningsschema gevoeligheidsanalyse.

Bijlagen

1.:	Overzichtskaart gebied met modelbegrenzing en subgebieden
5.2.a:	Peilverloop Kolkven in '85 t/m '87
5.2.b:	Peilverloop Kolkven, werkelijk en gesimuleerd
5.3.a:	Overzichtskaart Kolkven met meetlocaties
5.3.b + c:	Tijdreeksen grondwaterpotentialen op 4 locaties + venpeil
5.4.a + b:	Analyse resultaten watermonsters
5.4.c t/m g:	Waterkwaliteit, berekeningen t.b.v. Stifdiagrammen en Stuyfzandclassificatie
6.2.1.:	Isohypsenbeeld 1e w.v.p. in het voorjaar '79
6.2.2.:	Modelgebied met indeling in genummerde subgebieden
6.2.3.:	Overzicht q/h-relaties per Gt-klasse
6.2.4:	Gevoeligheidsanalyse
6.2.5.at/m d:	Stijghoogte-verlagingen in het 1e w.v.p. voor de GVG-situatie bij verschillende parameterwaarden.

SAMENVATTING

De planvorming voor de ruilverkaveling "De Hilver", fase concept-voorontwerp, is ondermeer gericht op verbetering van de waterbeheersing in landbouwgebieden met te hoge grondwaterstanden, vooral in het stroomgebied van de Rosep. Na peilaanpassing in het waterlopenstelsel tot de landbouwkundig gewenste drooglegging, zal verbetering van de detailafwatering en -ontwatering de beoogde verlaging van te hoge grondwaterstanden (GHG) moeten bewerkstelligen. In het kader van de economische evaluatie van de plannen zijn deze ingrepen, veelal in combinatie met perceelsvergroting, vertaald in verlagingen van de GHG (+ GLG) per Gt-klasse.

Van de zijde van de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten is gevraagd naar de gevolgen van deze voorgestane ontwateringswerken voor de hydrologie en ecologie van het benedenstrooms van de blokgrens gelegen gebied van de Oisterwijkse vennen. De aandacht gaat hierbij vooral uit naar het laaggelegen Kolkven en omgeving. Gelet op het van zuid naar noord hellende maaiveld en een overeenkomstige stromingsrichting in het eerste watervoerende pakket is er sprake van een hydrologische relatie tussen blok en vennengebied (NWC-advies). De voorjaarsisohypsen van 1979 voor het 1e w.v.p. wijzen op potentiële kwel in zowel de lage delen van het te verbeteren landbouwgebied, als in het Kolkven en laaggelegen omgeving. Het 5-20 m dikke afdekkende pakket, met een heterogene samenstelling (Nuenengroep), is matig tot slecht doorlatend. Niettemin beschikt Natuurmonumenten over aanwijzingen van kwel in het Kolkven. Dit gegeven was voor haar aanleiding onderzoek te initiëren naar de mogelijkheden van waterdistributie vanuit het Kolkven naar de meer benedenstrooms gelegen vennen ter bestrijding van optredende verzuring.

Het uitgevoerde hydrologisch onderzoek bestaat uit 2 delen, t.w.: een gericht onderzoek naar de waterhuishouding (kwantitatief + kwalitatief) van het Kolkven (A) en een modelstudie naar de effecten van ontwateringswerken in "De Hilver" op de potentialen van het 1e w.v.p. onder het vennengebied (B).

A. Met behulp van bestaande gegevens is een vergelijking gemaakt tussen het gemeten peilverloop in het Kolkven en een op basis van het verdampingsoverschot gegenereerd peilverloop. Dit gesimuleerde peilverloop was in de beschouwde periode (30/6-30/11 1986) steeds hoger, hetgeen op wegzijging duidt. In natte perioden, met mogelijke kwel uit het 1e w.v.p., kon deze vergelijking niet worden gemaakt door het ontbreken van gegevens over de afvoer vanuit het Kolkven (via een vaste overlaat) naar de Rosep.

   Eind november 1987 zijn op 4 locaties rond het Kolkven peilbuizen geplaatst met filters in het freatisch pakket (1,5 en 5,0 m - m.v.) en in het 1e w.v.p. (15 m - m.v.).
   Uit de tijdreeksen van deze gemeten grondwaterpotentialen en die van het venpeil kon worden afgeleid dat tot medio juni 1988 sprake was van potentiële kwel uit 1e w.v.p. naar het Kolkven. Daarna was tot eind september 1988 sprake van potentiële wegzijging in de noordelijke helft van het Kolkven; in de zuid-noord richting van het ven is een potentiaal verval aanwezig. Opvallend is de negatieve potentiaal gradiënt in het freatisch pakket, op alle locaties en gedurende de gehele meetperiode. Hoewel in natte perioden de potentiaal van het 1e w.v.p. duidelijk hoger is dan die van het freatisch pakket, blijft de grondwaterpotentiaal op 5 m - m.v. voortdurend lager dan die op 1,5 m - m.v.. De aanwezigheid van compacte leemlagen en deels veen in vooral de bovenste 5 meter van het profiel veroorzaakt niet alleen schijnspiegels, maar reduceert de overdruk uit het 1e w.v.p. kennelijk in (zeer) sterke mate.

Op meetlocaties met een hoger gelegen achterland zijn de freatische potentialen voortdurend hoger dan het venpeil.
Niettemin zal, a.g.v. de slechte doorlatendheid, de freatische grondwatervoeding beperkt zijn in de waterbalans van het Kolkven.

De waterkwaliteitsanalyses van grondwater en Kolkven (dec. '87 en juni '88) zijn gekarakteriseerd in de vorm van Stifdiagrammen en volgens de methode Stuyfzand. Hieruit blijkt een sterke overeenkomst in watertype tussen le w.v.p. en Kolkven, beide van het calciumbicarbonaattype. De typering van het freatisch grondwater op beide bemonsteringsdieptes wijkt hier sterk van af en duidt op recent geïnfiltreerde neerslag, met o.a. lage pH, hoge sulfaatgehaltes (veen), lage bicarbonaat- en chloridegehaltes en plaatselijk zelfs opgelost alluminium.

Het geheel aan meetresultaten wijst op preferente stroombanen tussen le w.v.p. en Kolkven (kwelvenster). Hoewel het afwezig zijn van storende leemlagen onder het Kolkven (nog) niet is geverifieerd, moet de kwel in natte perioden aanzienlijk zijn. Daarentegen zijn kwelinvloeden op het (ondiepe) freatisch grondwater niet of nauwelijks aantoonbaar.

B. Voor het ingreep-effect voorspellend onderzoek is gebruik gemaakt van het nummeriek model FEMSAT. Gerekend is met de stationaire versie, gericht op een gemiddelde voorjaarssituatie. Dit om reden van: geen storende invloeden van onttrekkingen; relevant voor ecologische effecten, de aard van de ontwateringswerken (GHG); het ontbreken van concrete en ruimtelijk verdeelde meetgegevens (stijghoogtes en afvoeren) voor de modelcalibratie. De beschikbare Gt-kaarten boden de mogelijkheid om GVG's af te leiden t.b.v. zowel de modelcalibratie, als de kwantificering van voorgenomen ontwateringswerken.

De begrenzing van het modelgebied is afgestemd op de zuid-noord gerichte stroming in het le w.v.p., omdat ingrepen zich via dit pakket op afstand zullen manifesteren.
Het modelgebied, opgebouwd uit vierkanten van 25 ha, is 5 bij 15 km groot en omvat de stroomgebieden van de Reusel (ten dele) en de Rosep in het ruilverkavelingsgebied + de Oisterwijkse vennen/Kampina ten noorden daarvan. De geohydrologische schematisatie voorziet in twee lagen (afdekkend pakket + le w.v.p.), met de Formatie van Kedichem als hydrologische basis.

Per knooppunt of invloedsgebied zijn gegevens ingevoerd van de bestaande situatie. Met betrekking tot het af- en ontwateringssysteem is onderscheid gemaakt in het secundair systeem (hoofdwaterlopen), dat afzonderlijk gemodelleerd is en het tertaire + quartaire systeem (kleinere waterlopen, sloten, drainage en greppels), waarvan de grondwaterstandsafvoerrelatie (q/h) per onderscheiden Gt-gebied is ingevoerd. In verband met de latere ingrepen in de ontwatering is het modelgebied ingedeeld in homogene subgebieden, aanvankelijk 12 en later uitgebreid tot 41.

Met de aldus ingevoerde gegevens is de bestaande toestand berekend (simulatie huidige stijghoogtes in freatisch pakket - GVG's- en le w.v.p.), hetgeen resulteerde in niet aanvaardbare afwijkingen van de eveneens gegenereerde werkelijkheid (afgeleid van Gt-kaarten + isohypsen van '79). Vervolgens is getracht het berekende beeld te corrigeren (modelcalibratie) door aan de c-waarde van het afdekkend pakket en de q/h-relatie te sleutelen. Dit is niet op bevredigdende wijze gelukt.

Als oorzaken hiervan zijn te noemen: de aanvankelijk te grove indeling in subgebieden; geen concrete langjarige gegevens van GVG en stijghoogte le w.v.p., alsmede geen afvoergegevens; de relatief grote knooppuntsafstanden (500 m), waardoor het invoeren van een representatieve maaiveldhoogte in het reliëfrijke gebied moeilijk is.

Vervolgens is gekozen voor een superpositie berekening met hetzelfde model, waarbij de ingrepen direct berekend worden naar relatieve veranderingen in stijghoogtes. Gelet op de uitgangspunten is zo'n superpositie berekening verantwoord, wel zal i.v.m. onzekerheid over de juiste c-waarden en q/h-relaties een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd moeten worden.
De 41 subgebieden zijn in 3 categorieën ingedeeld, t.w.:
- gebieden met een actieve ingreep, hiervan is de mate van GVG-verlaging ingevoerd (betreft Gt II, III, III* en V);
- gebieden waarvan het beleid gericht is op behoud c.q. vernatting van de huidige situatie, hiervan is de huidige GVG vastgezet;
- gebieden die geen verbetering behoeven (landbouwgebieden, bos- en natuurgebieden), hiervan is een q/h-relatie ingevoerd.

De berekeningen resulteren in een stijghoogteverlaging in le w.v.p. van 0.02 m ter hoogte van het Kolkven. T.b.v. de gevoeligheidsanalyse is de c-waarde verhoogd met resp. 200% en 400% en is de q in de q/h-relatie met resp. 50% verhoogd en verlaagd. Uit de combinatie van uiterste waarden volgt dat de potentiaalverlaging in le w.v.p. ter hoogte van het Kolkven kan variëren van 0.015 m tot 0.03 m in de voorjaarssituatie.

De berekende potentiaaldaling betekent een daling van ca. 5% van de in het voorjaar van 1988 gemeten kweldruk onder het Kolkven. In de winterperiode zal deze reductie in absolute zin iets groter zijn, doch procentueel minder. In de zomer zal de nu aanwezige potentiële wegzijging in de noordelijke helft van het Kolkven nauwelijks veranderen, omdat de GLG verlaging in het landbouwgebied veel minder is dan die van de GHG. In een gemiddeld jaar zal het omslagtijdstip van kwel naar wegzijging en omgekeerd enigszins kunnen verschuiven, althans voor de noordelijke helft van het Kolkven.
Zowel in de winter- als voorjaarsperiode wordt nu water uit het Kolkven afgevoerd (via vaste overlaat), verhoging van deze overlaat zou qua watervolume eenvoudig compensatie kunnen bieden aan de marginaal verminderde kwel.

Gegeven de berekende daling van de voorjaars-potentiaal van het le w.v.p., is afgezien van een effect-voorspelling voor de terrestische ecosystemen. Te meer omdat de aanwezige leem- en veenlagen de mogelijke doorwerking hiervan op het freatisch grondwater kwantitatief en kwalitatief geheel neutraliseren.

1. INLEIDING

De aanzet van het concept-voorontwerp Landinrichtingsplan voor de ruilverkaveling "De Hilver" voorziet ondermeer in verbetering van de ontwateringssituatie van natte landbouwgronden in met name het stroomgebied van de Rosep. Van de zijde van de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten en NMF is gevraagd naar de gevolgen hiervan voor de hydrologie en ecologie van het benedenstrooms gelegen gebied van de Oisterwijkse vennen. De aandacht gaat hierbij met name uit naar het aangrenzende laaggelegen gebied rond het Groot Kolkven.

Hiertoe is een hydrologisch onderzoek uitgevoerd, bestaande uit twee componenten; een locatie gericht onderzoek naar de waterhuishouding (kwantitatief en kwalitatief) rond het Groot Kolkven en een effect voorspellende modelstudie voor een gebied van ca. 8.000 ha. Met de modelstudie, uitgevoerd met de stationaire versie van het nummerieke grondwaterstromingsmodel FEMSAT, is getracht de huidige waterhuishoudkundige situatie te simuleren om vervolgens de gedefinieerde en gelokaliseerde ontwateringswerken te vertalen in kwantitatieve gevolgen voor de hydrologie van het vennengebied. Afhankelijk van de omvang hiervan zou een natuureffect-beschrijving dienen plaats te vinden, danwel het aandragen van voorstellen tot beperking van waterhuishoudkundige ingrepen.

De indeling van dit rapport is als volgt:

- hoofdstuk 2: aanleiding + probleemstelling;
- hoofdstuk 3: opzet van het onderzoek;
- hoofdstuk 4: gebiedsbeschrijving;
- hoofdstuk 5: hydrologie van het Groot Kolkven;
- hoofdstuk 6: ingreep-effectvoorspelling m.b.v. modelsimulatie in het stroomgebied van de Reusel en de Rosep;
- hoofdstuk 7: conclusies.

2. AANLEIDING VAN HET ONDERZOEK

Probleemstelling

De in het schetsontwerp voorgestelde verbeteringen van de waterbeheersing zijn gericht op een betere ontwatering van landbouwgronden in perioden met neerslagoverschot. Hiertoe dienen met name in het midden- en bovenstroomse deel van het stroomgebied van de Rosep de peilen in het waterlopenstelsel te worden verlaagd tot de landbouwkundige gewenste peilen in natte perioden.
Verwacht mag worden dat in aansluiting hierop de detailafwatering en -ontwatering van gronden met een te natte grondwatertrap verbeterd zal worden (kavelsloten en eventueel drainage). Deze waterhuishoudkundige ingrepen komen hoofdzakelijk voor in het gebied ten oosten en ten zuiden van Hildsven (Gt III, V en III*) op ca. 2 kilometer afstand van het Kolkven, maar daarnaast ook in andere delen van het stroomgebied en daarbuiten.

Het deeladvies van de Natuurwetenschappelijke Commissie (NWC) veronderstelt een hydrologische relatie tussen met name het stroomgebied van de Rosep en het vennengebied net benedenstrooms van de blokgrens. Gelet op de terreinhelling en de stromingsrichting in het eerste watervoerende pakket is er sprake van grondwaterstroming vanuit het bovenstrooms gelegen landbouwgebied naar de lagere gedeelten van het aangrenzende vennengebied. De isohypsen van het eerste watervoerend pakket (april '79) wijzen op potentiële kwel in zowel de lage natte delen van het te verbeteren landbouwgebied als in het voornoemde lage deel van het vennengebied (Groot Kolkven e.o.). De Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten beschikt over aanwijzingen van kwel in het Groot Kolkven. Dit gegeven was voor haar mede aanleiding onderzoek te initiëren naar de mogelijkheden van restauratie van de vroegere distributie van mineraal rijker water uit en via het Groot Kolkven naar andere laaggelegen vennen in verband met de hier optredende verzuring. Nu het water van de Rosep vanwege eutrofiëring minder geschikt lijkt, wordt het Groot Kolkven (met vermeende kwel) als potentiële bron gezien. In dit licht is een mogelijke potentiaalverlaging in le w.v.p. rond het Groot Kolkven als gevolg van bovenstroomse ingrepen zeer gevoelig. Naast directe kwel naar het Groot Kolkven, is deze kwel ook van grote betekenis voor de vegetatie in de natte c.q. vochtige gebieden in de omgeving van deze laaggelegen vennen. De ontwateringswerken in het landbouwgebied leiden tot een verlaging van de ontwateringsbasis en grondwaterstanden, waardoor indirect ook het le w.v.p. wordt gedraineerd, hetgeen een ruimtelijke uitstraling heeft.
Op bijlage 1 is een overzichtskaart van het onderzoeksgebied weergegeven.

Doel

De verbeteringen van de peilbeheersing en ontwatering kunnen gevolgen hebben op natuurwetenschappelijke waarden en potenties buiten het blok. Derhalve moeten de voorgenomen ingrepen worden beoordeeld op hun gevolgen voor de aanwezige natuurwetenschappelijke waarden (SBB, 1984 en LD, 1987). Voor verschillende deelgebieden binnen het ruilverkavelingsblok, zoals Gement en Helsbroek is eerder al hydrologisch onderzoek uitgevoerd en vertaald in de planvorming.
De mogelijke gevolgen van ingrepen voor het gememoreerde vennengebied zijn in eerste instantie niet onderzocht vanwege de marginaal ingeschatte omvang hiervan (op basis NWC-advies en notitie in ambtelijk teamoverleg). Nadat "Natuurmonumenten" met critische vragen kwam is besloten tot onderzoek naar de hydrologische effecten. Het voorliggende onderzoek beoogt antwoord te geven op de vermeende kwelsituatie in en rond het Groot Kolkven en de kwantitatieve gevolgen van ontwateringswerken voor de stijghoogte in het le w.v.p.

3. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Het uitgevoerde hydrologisch onderzoek omvat twee onafhankelijke delen, te weten:

A. Een lokatie gericht onderzoek rond het Groot Kolkven.

B. Een hydroloigisch modelsimulatie in het stroomgebied van de Reusel en de Rosep.

Ad. A. Dit onderzoek heeft tot doel inzicht te verkrijgen in de hydrologie van het Groot Kolkven e.o. (kwantitatief en kwalitatief), met name gericht op het verifiëren van de vermeende kwelsituatie.

Met behulp van bestaande gegevens, te weten: periodieke waarnemingen van freatische grondwaterstanden en venpeilen, neerslag en verdamping is een vergelijking gemaakt tussen een m.b.v. de waterbalans gegenereerd venpeil en het geregistreerde verloop van het venpeil. Hieruit is een indicatie verkregen inzake kwel en wegzijging.

Vervolgens zijn op een 4-tal locaties peilbuizen geplaatst met verschillende filterdieptes (waaronder 2 in het le w.v.-pakket). Tezamen met het venpeil zijn de stijghoogtes in de verschillende filters periodiek opgenomen en verwerkt. Ter ondersteuning hiervan zijn op een 2-tal data (dec. '87 en juni '88) bemonsteringen uitgevoerd in verschillende filters + ven en is de waterkwaliteit geanalyseerd.

Ad B. Met het nummeriek model FEMSAT is getracht inzicht te verkrijgen in de effecten van waterhuishoudkundige ingrepen in het stroomgebied van de Reusel en de Rosep op de grondwaterpotentialen in het benedenstrooms gelegen vennengebied (Kolkven en omgeving).

Hiertoe is een ca. 5 km brede zuid-noord lopende strook door de gehele ruilverkaveling en het ten noorden hiervan gelegen gebied van de Oisterwijkse bossen en vennen in model gezet. Het knooppuntennet (modelnetwerk) bestaat uit rechthoeken van 500 bij 500 meter.
De geohydrologische opbouw is geschematiseerd door interpretatie van recente onderzoeksgegevens (RIVM, TNO-DGV, RGD).
Voor de afvoer van neerslagoverschot zijn 4 ordes drainagesystemen onderscheiden, te weten:
- eerste orde: kwel of wegzijging uit of naar le w.v.p.;
- tweede orde: secundair systeem, de hoofdbeken Reusel en Rosep;
- derde orde: tertiair systeem, de kleinere waterlopen en sloten;
- vierde orde: quartair systeem, de drainage en greppels.

Gegevens voor de tweede orde systemen zijn ontleend aan recente opnamegegevens en aan de met DIWA berekende peilen. Dit geldt eveneens voor het tertiair systeem voor wat betreft de waterlopen; gegevens over sloten zijn ontleend aan terreinkaarten en veldkennis. Het quartaire systeem is buiten beschouwing gelaten omdat de oppervlakte met drainage gering is en niet gelokaliseerd kan worden. De aanwezigheid van greppels is niet relevant omdat de berekeningen zijn uitgevoerd voor een gemiddelde voorjaarssituatie.

Essentieel in de modelberekeningen is de vergelijking van stijghoogtes voor en na ingrepen, geldend voor een langjarig gemiddelde voorjaarssituatie (stationaire toestand, waarin evenwicht bestaat tussen neerslagoverschot en afvoer naar verschillende ordes drainage-systemen). Deze periode is gekozen vanwege de relevantie voor ecologische waarden, alsook vanwege het op veldcapaciteit zijn van de gronden en het afwezig zijn van complicerende invloeden als verdamping en grondwateronttrekkingen. Gelet op de beoogde GHG-verlaging in "natte" landbouwgebieden, zal de daling van de GVG groter zijn dan de GLG-verlaging aan het einde van het groeiseizoen.

Als invoergegeven voor de huidige situatie zijn o.a. gebruikt het neerslagoverschot, de GVG's afgeleid uit de Gt-kartering van het ruilverkavelingsblok + uit de 50.000 kartering Stiboka, de voorjaarsisohypsen van '79 voor het 1e w.v.p., de maaiveldhoogtes, peilen en afmetingen van het secundair-systeem. De afvoer naar het tertiair systeem is gebaseerd op daartoe afgeleide q-h relaties (grondwaterafstandsafvoer relaties) per onderscheiden Gt-klasse. Tevens zijn per knooppunt gegevens ingevoerd m.b.t. Kd en c-waarden. Bij de modelcalibratie van de bestaande toestand werd het gebrek aan concrete stijghoogtes + afvoergegevens gemist. Dit heeft uiteindelijk geleid tot een superpositie-berekening met hetzelfde model.

4. GEBIEDS BESCHRIJVING

4.1. TOPOGRAFIE EN BODEM

Het onderzoeksgebied ligt ten (zuid-)oosten van Tilburg (bijlage 1) en omvat het merendeel van de ruilverkaveling De Hilver en het ten noorden daarvan gelegen gebied van de Oisterwijkse bossen en vennen.
Het gebied is overwegend open en tamelijk vlak. Globaal gezien is het gebied een vanuit het zuiden naar het noorden hellend dekzandgebied met een hoogteverschil tussen noord- en zuidgrens van ongeveer twaalf meter over een afstand van ca. 15 km. Het gebied wordt door een aantal relatief vlakke beekdalen doorgesneden. Van de hoofdwaterlopen de Reusel, de Rosep en het Spruitenstroompje is de Reusel genormaliseerd, gestuwd en deels in kaden gelegen, terwijl de Rosep in het verleden ten dele is verbeterd.
Het gebied wordt in oost-west-richting doorsneden door het Wilhelminakanaal en de snelweg Breda-Eindhoven (A58) en in noord-zuid-richting door de snelweg Tilburg-Reusel).

Bodemkundig zijn in grote lijnen de volgende eenheden te onderscheiden, bepaald door ontstaansgeschiedenis, topografie en anthropogene invloeden.
In de beekdalen komen vooral gooreerd- en beekeerdgronden voor, in de broeken en de benedenloop van het Reuseldal afgewisseld met moerige eerdgronden. Op veel plaatsen komen binnen 1.20 m -m.v. leemlagen voor en of veen. Langs het Wilhelminakanaal komen in de kruisende beekdalen en lage gebieden eerdveengronden en moerige podzolgronden voor.
In de jonge heideontginningen hoofdzakelijk veldpodzolgronden. Hoge enkeendgronden en laarpodzolgronden worden aangetroffen in de open akkercomplexen, de oude heideontginningen bestaan overwegend uit enkeerdgronden.

4.2. GEOLOGIE

De tertiaire en kwartaire geschiedenis van midden en oost Noord-Brabant kenmerkt zich door een kantelende beweging, als gevolg waarvan een stelsel van zuidoost-noordwest gerichte breuken ontstond waarlangs delen van de aardkorst afschoven, respectievelijk werden opgeheven. Op deze wijze ontstonden er horsten en slenken.
Zo ontstond in het Brabants Massief de Centrale Slenk en de Peelhorst.
Hierdoor kan men midden en oostelijk Noord-Brabant geologisch in drieën delen.
De volgende 3 gebieden kunnen worden onderscheiden:

- De Centrale Slenk, ten westen van de Peelrandbreuk tot aan de Feldbiss-storing (Zie fig. 1);
- De Peelhorst, ten oosten van de Peelrandbreuk;
- Het gebied ten (zuid)westen van de Feldbiss-breuk.

Het onderzoeksgebied is grotendeels gelegen in de Centrale Slenk.

De overwegend dalende tendens van het Slenkgebied had tot gevolg dat vanaf begin Tertiair een vrijwel continu verlopende serie van relatief dikke sedimentpakketten ontstond, terwijl op de tektonisch hoger gelegen delen, zoals de Peelhorst, de afzettingen uit overeenkomstige tijdvakken aanzienlijk dunner of zelfs geheel afwezig zijn (Lekahena 1983).

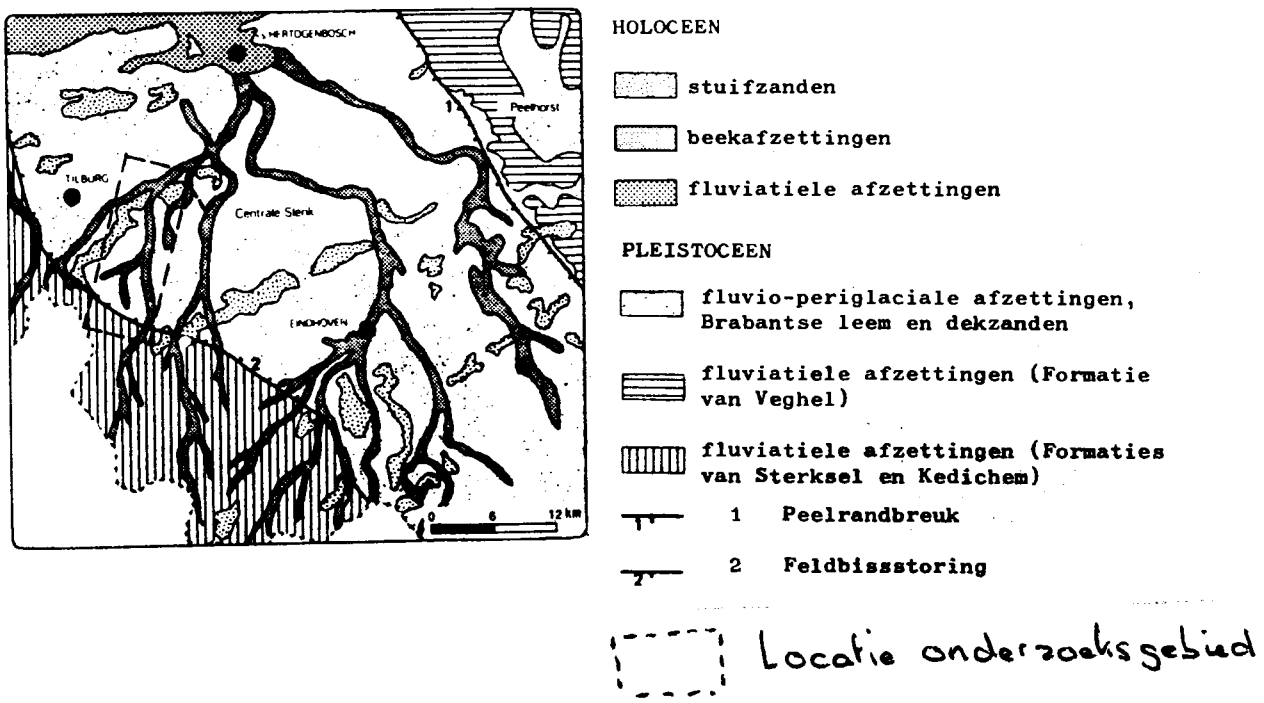
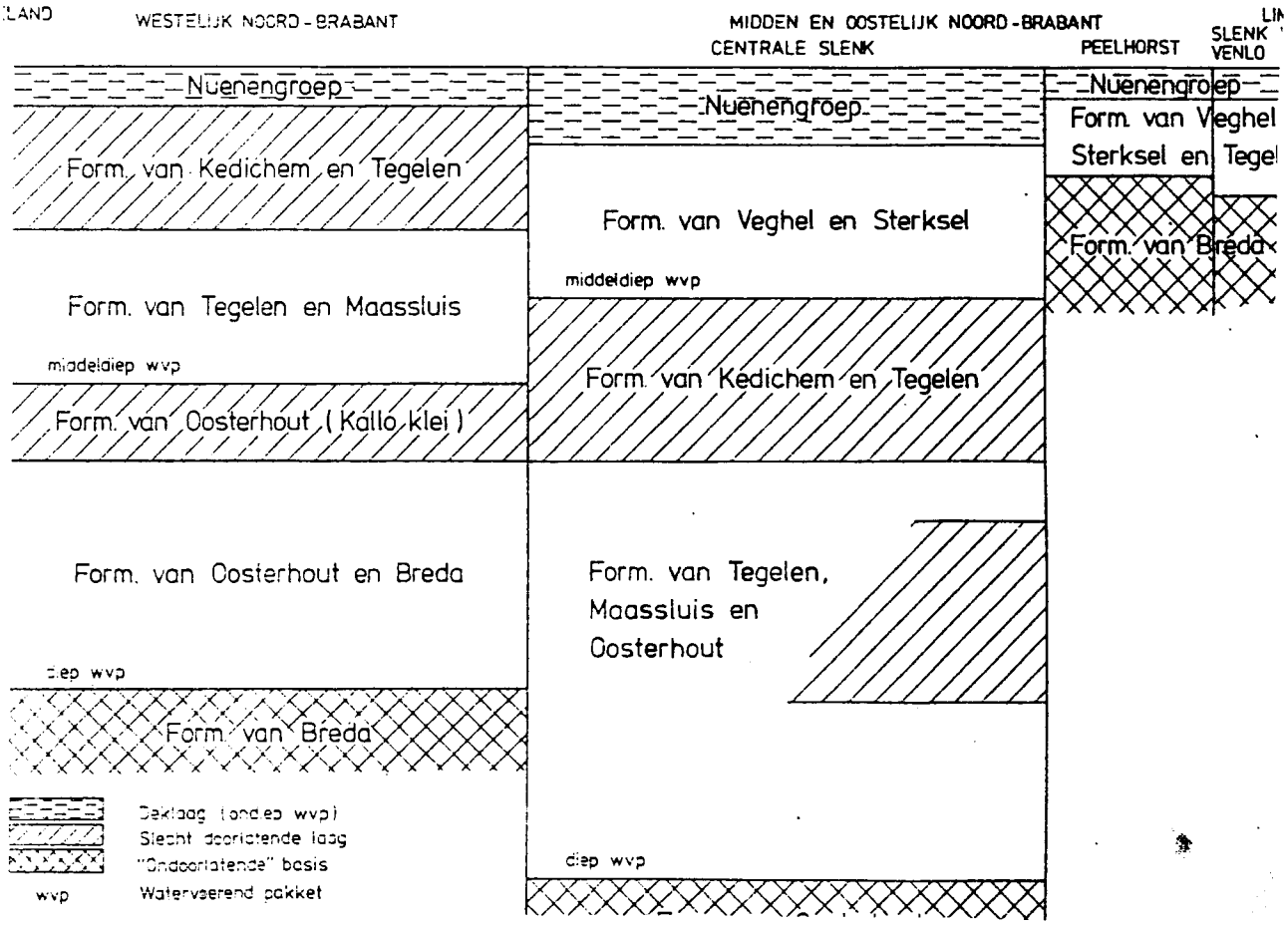


Fig 1. Geologische overzichtskaart van Midden-Brabant (uit Roelofs en Vos, 1979) met ligging van het onderzoeksgebied.

In figuur 2 is een schematische indeling van de ondergrond van Noord-Brabant weergegeven.



Gedurende het tertiair behoorde het gebied tot de Noordzee.
Afzettingen uit het Mioceen (Formatie van Breda) vertonen daardoor een marien karakter. Een geleidelijke opheffing van het achterland had tot gevolg dat de zee zich in het Boven-Mioceen naar het noordwesten terug begon te trekken, waardoor fluviatiele sedimentatie de overhand kreeg. In de Pliocene afzettingen worden dan ook zowel mariene (formatie van Oosterhout) als fluviatiele afzettingen aangetroffen.

Tijdens het kwartair in het Onder-Pleistoceen zet de regressie van de zee zich voort, zodat in het Tiglien fluviatiele afzettingen (formatie van Tegelen) zijn afgezet maar ook nog mariene afzettingen (formatie van Maassluis) voor dat de zee zich definitief terug trok.
De fluviatiele sedimentatie gaat door tot het eind van het Pleistoceen (Formaties van Kedichem, Sterksel, Veghel en Kreftenheye). Daarnaast werden in het Boven-Pleistoceen, onder periglaciale omstandigheden wind- en smeltwater afzettingen gevormd (Formaties van Twente en Eindhoven). In een wat warmere periode trad locaal veenvorming op (Formatie van Asten).

Tenslotte vond in het Holoceen sedimentatie plaats vanuit de Beerze, de Reusel en de Rosep en ontstonden er lokaal organogene, alsmede wind- en beekafzettingen. De aanvakelijke hoogteverschillen werden kleiner als gevolg van erosie op de horsten en sedimentatie in de slenk.

4.3. GEOHYDROLOGIE

Met behulp van TNO (DGV)-gegevens van kaartblad 51 West, het Centrale Slenk onderzoek (DGV), de Geologische kaart van blad 51 West (RGD) en gegevens van lokaal onderzoek kan door interpretatie de geohydrologische opbouw van het gebied worden beschreven en geschematiseerd.
In figuur 2 is dit in schema gezet.
Op basis van waterdoorlatendheid kunnen de diverse bodemlagen hydrologisch worden geschematiseerd tot: slecht en matig doorlatende pakketten en watervoerende pakketten.

Vanaf maaiveld zijn de volgende pakketten te onderscheiden:

- De afdekkende toplaag, vanwege de variatie en inhomogeniteit aangeduid als de Nuenenlaag. Deze laag kent, ruimtelijk gezien, een zeer sterk wisselende opbouw van redelijk doorlatend dekzand afgewisseld met leemlagen (Brabants leem), veen en fijnzandige lagen. De variatie in doorlatendheid is zowel horizontaal als verticaal sterk wisselend (inhomogeen anisotroop). In dikte varieert de Nuenen-laag van 20 meter in het noorden tot enkele meters in het zuiden van het onderzoeksgebied;

- de formaties van Sterksel en Veghel bestaan uit grofzandige goed doorlatende afzettingen en worden het eerste watervoerende of het middeldiep watervoerend pakket genoemd. De dikte van dit pakket varieert van 60 meter ter hoogte van de Kampina tot 20 meter ter hoogte van de Feldbiss-breuk in het zuiden;

- de eerste scheidende laag bestaat uit kleien van de formaties van Kedichem en Tegelen.
  De vericale waterbeweging ondervindt grote weerstand door de grote dikte (ongeveer 50 m) en de geringe doorlatendheid van deze afzettingen;

- de formaties van Tegelen en Maassluis zijn grofzandig en schelphoudend en daardoor watervoerend. Deze formaties worden gerekend tot het tweede water-

voerende of het diepe watervoerende pakket.
Vanwege het feit dat in dit pakket op diverse plekken klei-schollen voorkomen wordt dit watervoerende pakket ook wel opgedeeld in twee subpakketten;

- de tweede scheidende laag bestaat uit de kleien van de formatie van Oosterhout.

In de modelberekening is uitgegaan van twee pakketten, t.w.: het afdekkende pakket (Nuenenlaag) en le watervoerende pakket (formatie van Sterksel en Veghel), de eerste scheidende laag (formatie van Kedichem en Tegelen) is daarbij aangemerkt als hydrologische basis.

4.4. GEOMORFOLOGIE

Geomorfologisch is het gebied tussen de beken de Reusel en de Beerze te karakteriseren als een overstromingsvlakte (fig. 3.)

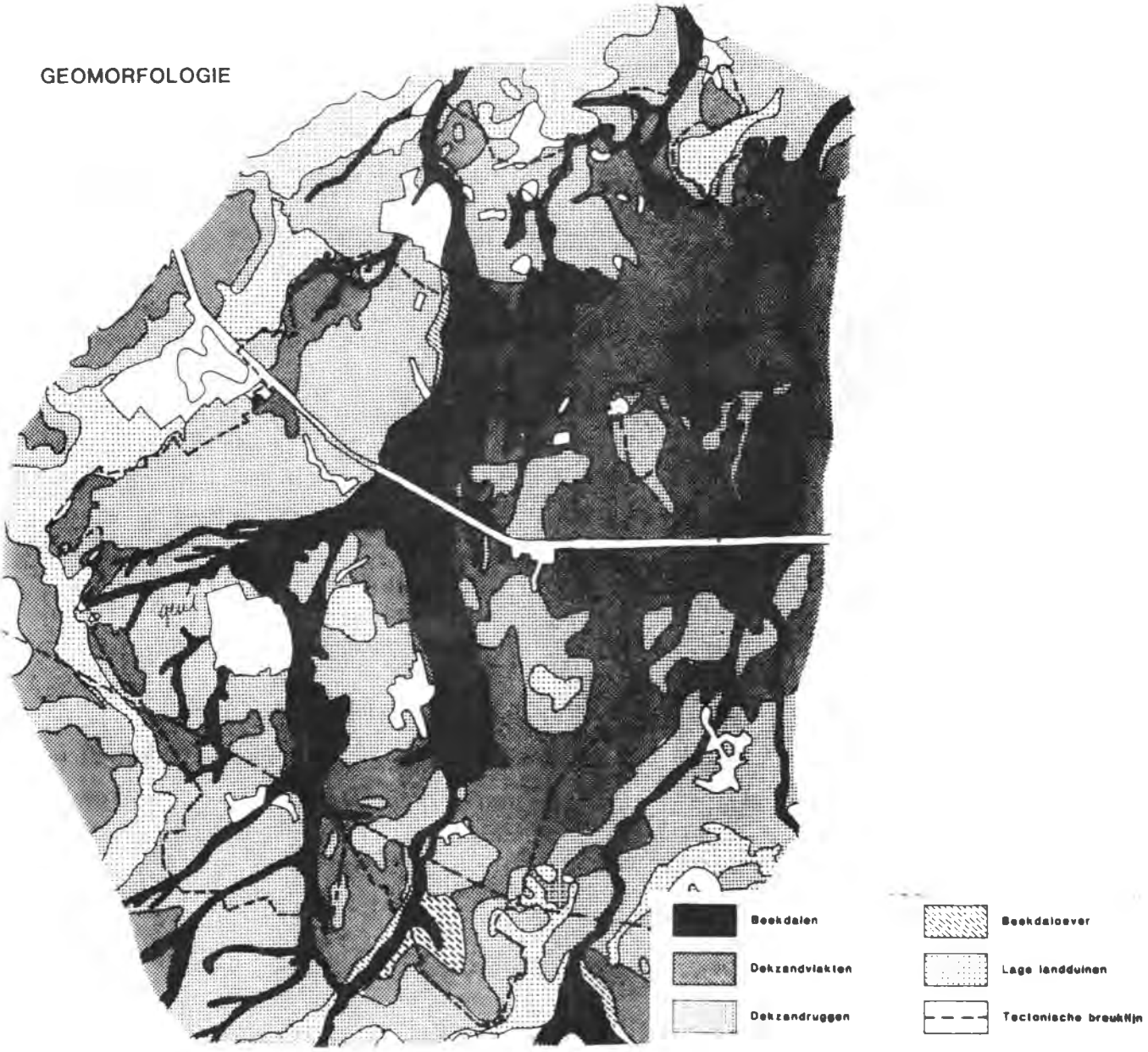


Fig. 3. geomorfologische overzichtskaart (SBB, 1984).

De vorming van dit landschap vond plaats onder periglaciale omstandigheden gedurende het Pleistoceen. De Reusel en de Beerze zullen onder de toen heersende klimatologische condities, resulterend in sterk wisselende neerslag- en afvoerhoeveelheden, een vlechtend karakter hebben gehad. Als gevolg van de schaarse vegetatie had de wind vrij spel en werden grote hoeveelheden materiaal (zand) verplaatst. Hierdoor konden beekdalen gemakkelijk dichtstuiven, waarna de erosie kracht van de beken niet altijd voldoende was om deze (zand-)barrières op te ruimen. Het ontstaan van vennen uit afgesnoerde beektrajecten kan, als één van de vele oorzaken, hierdoor worden verklaard.

Als gevolg van de overwegend westelijke windrichting werden de in noordwaartse richting afstromende Reusel en Beerze sterk belemmerd door de zo gevormde dekzandruggen. Ten zuiden van de dekzandrug bij Oisterwijk ontstonden hierdoor overstromingen waarbij dekzanden werden geërodeerd, terwijl de beken meegevoerd materiaal (vooral de fijnere fractie) ter plaatse afzetten.

Door de relatief slechte afwateringsmogelijkheden van het gebied en de slecht tot matig doorlatende ondergrond (fijne dekzanden en leemlagen, de "Brabantse leem") met plaatselijk beekklei-afzettingen waren de omstandigheden gunstig voor de ontwikkeling van veen na de klimaatverbetering in het Holoceen. Hierdoor ontstonden min of meer ontoegankelijke broekgebieden zoals "Het Broek" en "De Gooren". Door de gewijzigde afvoersituatie kregen de Beerze en de Reusel een meanderend verloop.

4.5. HYDROLOGIE

In het ruilverkavelingsgebied vindt de afwatering hoofdzakelijk langs natuurlijke afstroming plaats via een stelsel van beken en sloten. De beken stromen in noordelijke richting en monden, buiten het gebied, uiteindelijk alle via de Essche Stroom uit in de Dommel. De stroming van het ondiepe grondwater is overwegend naar het noordoosten en noorden gericht. Uit het isohypsenpatroon van het freatisch niveau (TNO-DGV 1975) valt af te leiden dat de beken een drainerende invloed uitoefenen op het ondiepe grondwater.De invloed van het Wilhelminakanaal op de freatische grondwaterstand is beperkt tot een smalle strook aan weerszijden waar, afhankelijk van het peilverschil, wisselend kwel en wegzijging optreedt. Van grotere betekenis voor de ontwateringstoestand van het gebied is het reliëf en de aanwezigheid van minder doorlatende leemlagen in de ondergrond. Verspreid over het gehele gebied komt in de beekdalen en in de vlakke lage gebieden binnen het stroomgebied van de Rosep (potentiële) kwel uit het le w.v.p. voor.

4.6. WATERBEHEERSING

Waterstaatkundig behoort het ruilverkavelingsgebied tot het waterschap De Dommel. De afwatering van het gebied vindt plaats via de beken Heiloop, Rosep, Reusel, Hazenloop, Roodloop, Hilver, Spruitenstroompje en Aalst, alsmede ten dele door het Wilhelminakanaal. In het ruilverkavelingsgebied "De Hilver" ligt ca. 185 km aan openbare waterlopen, merendeels in beheer en onderhoud bij het waterschap De Dommel en deels bij gemeenten.
De belangrijkste beek is de Reusel die binnen het ruilverkavelingsgebied als geheel is genormaliseerd. Ook het Spruitenstroompje, een zijtak hiervan, is grotendeels verbeterd. Het noordoostelijke deel van het gebied watert via de Rosep buiten de blokgrens af op de Essche Stroom. Enkele kleine delen van het gebied wateren af naar de Beerze. Ten behoeve van de waterconservering zijn in de verbeterde delen van de Reusel en het Spruitenstroompje stuwen geplaatst. Er zijn geen waterinlaatvoorzieningen.

5. HYDROLOGIE VAN HET GROOT KOLKVEN

5.1. ALGEMEEN

Het (Groot) Kolkven speelt een cruciale rol in het hydrologisch onderzoek. In dit laaggelegen ven wordt voeding met dieper grondwater verondersteld. Overwogen wordt dit rijkere water vanuit het Kolkven naar andere, door verzuring bedreigde, vennen te transporteren (onder vrij verval). Een dergelijke distributie heeft in het verleden ook plaatsgehad, getuige de nog aanwezige, doch afgesloten en deels verlande, verbindingsgreppels. Destijds fungeerde o.a. de Rosep, die in open verbinding stond met het Kolkven, als belangrijke aanvoerbron.

In de huidige situatie is het Kolkven een afgesloten ven met een waterdiepte van maximaal 2,5 m. Het peil staat onder invloed van neerslag, verdamping en eventueel kwel en wegzijging. Ook is grondwatervoeding uit de directe, hoger gelegen, omgeving mogelijk. Instroming vanuit de Rosep en/of andere vennen is de laatste jaren i.v.m. de waterkwaliteit geblokkeerd, uitstroming naar andere vennen is evenmin mogelijk. Een vaste overlaat limiteert het venpeil, het overtollige water wordt via een slootje naar de Rosep gevoerd.

Het hydrologisch onderzoek rond het Kolkven omvat de navolgende onderdelen:

a. Waterbalans in relatie met venpeilverloop.
b. Tijdreeksen van grondwaterpotentialen en venpeil.
c. Waterkwaliteitsanalyses.

Ad a: Voorafgaand aan het plaatsen van meetopstellingen (ad b en c) is getracht de vermeende kwel/wegzijging te verifiëren m.b.v. peilgeneratie uit het verdampingsoverschot in 1986. Dit is nader uitgewerkt in paragraaf 5.2.

Ad b: Eind november 1987 zijn rond het Kolkven op een 4-tal locaties peilbuizen geplaatst met filters in het freatisch pakket (resp. 1.5 en ca. 5.0 m -m.v.) en in het 1e wvp (15 m -m.v.). Te zamen met het venpeil zijn de stijghoogtes twee keer per maand geregistreerd. Uitwerking en presentatie in paragraaf 5.3.

Ad c: Op een 2-tal momenten, t.w. december 1987 en juni 1988 zijn watermonsters verzameld uit diverse peilbuizen en uit het Kolkven. De waterkwaliteit is gepresenteerd in de vorm van Stifdiagrammen en volgens de methode Stuyfzand (paragraaf 5.4).

In paragraaf 5.5. wordt dit hoofdstuk afgesloten met een nabeschouwing.

5.2. Waterbalans in relatie met venpeilverloop

Bij de aanzet van de studie (medio '87) zijn eerst de beschikbare gegevens m.b.t. profielopbouw, grondwaterpotentialen en venpeilen binnen het vennengebied verzameld en bewerkt. Dit betrof:

- het meetnet van Natuurmonumenten met periodieke opnamegegevens van freatische grondwaterstanden en venpeilen;
- TNO-DGV peilbuizen in de directe omgeving en gegevens uit het Centrale Slenk onderzoek.

Voor het Kolkven e.o. is getracht tijdreeksen van venpeil en potentiaal 1e w.v.p. te construeren i.v.m. bevestiging van potentiële kwel/wegzijging. Uit de directe omgeving was echter geen concrete informatie beschikbaar over de opbouw van de gehele Nuenenlaag of over de stijghoogte in 1e w.v.p..

Teneinde een indicatie te verkrijgen over kwel en/of wegzijging in het "afgesloten" Kolkven is besloten tot een waterbalansstudie, waarbij het gemeten peilverloop wordt vergeleken met een op basis van verdampingsoverschot gegenereerd peilverloop. Hierbij is een periode gekozen waarin het venpeil beneden de hoogte van de overlaat bleef, i.v.m. de moeilijk te kwantificeren afvoer naar de Rosep. Dit impliceert tevens dat de te beschouwen periode slechts een deel van het jaar (verdampingsoverschot) kan omvatten. In bijlage 5.2.a. zijn peilverlopen weergegeven van resp. het Kolkven en freatische grondwaterstand in 2 ondiepe filters van nabijgelegen TNO-buizen over de periode juni '85 t/m maart '87. De tijdreeksen van freatische grondwaterstanden in de TNO-buizen zijn geëxtrapoleerd naar het Kolkven en geven derhalve een benadering van de werkelijkheid. Omtrent de relatie tussen het venpeil en de freatische grondwaterstand in de directe omgeving is nog weinig bekend. De latere pulsboringen tot 5 m rond het Kolkven wijzen uit dat tot deze diepte veel veen- en leemlagen voorkomen. In bijlage 5.2.a. is ook de gekozen periode voor de waterbalansbenadering aangegeven, t.w.: 30 juni t/m 30 november '86. Het peilverloop is vervolgens gegenereerd uit het verdampingsoverschot per decade volgens Eo-N, waarin de parameters zijn ontleend aan KNMI-gegevens (Eo van Gilze-Rijen en N van Boxtel).
De berekening van het verdampingsoverschot en de daarmee samenhangende peilveranderingen in vergelijking met de geregistreerde peilveranderingen zijn navolgend weergegeven.

mnd	dec	N	A	A cum.	B	B cum.	C	D	E	F	G	H
												8.54
juli	1	15.3	26.7	26.7	46	46				19	19	8.49
	2	0.1	36.9	63.6	44	90				26	7	8.43
	3	15.1	21.9	85.5	40	130	130	86	44	44	18	8.41
aug	1	9.8	29.2	114.7	41	171				56	12	8.37
	2	7.6	19.4	134.1	26	197				63	7	8.34
	3	70.6	-45.6	88.5	13	210	80	3	77	121	58	8.33
sept	1	12.1	8.9	97.4	-27	183				86	-35	8.36
	2	33.9	-17.9	79.5	-13	170				90	4	8.37
	3	0	15.0	94.5	0	170	-40	6	-46	75	-15	8.37
oct	1	0.2	11.8	106.3	13	183				77	2	8.36
	2	9.0	2.0	108.3	-26	157				49	-28	8.38
	3	86.7	-77.7	30.6	-57	100	-70	-64	-6	69	20	8.44
nov	1	7.8	-2.8	27.8	-20	80				52	-17	8.46
	2	30.6	-26.6	1.2	-34	46				45	-7	8.49
	3	15.7	-14.7	-13.5	-46	0	-100	-44	-56	14	-31	8.54
				14			0		13		14	

A : Verdampingsoverschot (Eo-N) [mm]
B : Peildaling Groot-Kolkven geinterpreteerd uit grafiek [mm]
C : ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, per maand [mm]
D : Eo-N (A cum.) [mm/mnd]
E : Peildaling - verdampings overschot per maand (C-D) [mm/mnd]
F : ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, cumulatief [mm]
G : Peilveschil per decade [mm]
H : Venwater-peil [m tov.NAP]
N : Neerslag [mm]

Bij E, F en G is : - = kwel
+ = wegzijging

De reken- c.q. meetfout is 14 mm/153 dagen = 0.09 mm.d.$^{-1}$.

Het verschil in werkelijk en gegenereerd peilverloop is grafisch weergegeven op bijlage 5.2.b. Uit dit peilverloop kan geconclueerd worden dat het Kolkven in de onderhavige periode te maken heeft met wegzijging. Vermoedelijk is er sprake van seizoensmatige wegzijging en kwel in het winterhalfjaar.

5.3. GRONDWATERPOTENTIALEN EN VENPEIL

Eind november 1987 zijn rond het Kolkven op een 4-tal locaties peilbuizen geplaatst met filters in het freatisch pakket (resp. 1.5 en ca. 5.0 m -m.v.). Op locatie 1 (zie kaartbijlage 5.3.a.) zijn middels een spuitboring twee filters geplaatst op resp. 15 m -m.v. (le w.v.p.) en 5 m - m.v.

Uit de pulsboringen tot 5 -m.v. blijkt dat zeer slecht doorlatende leemlagen (en veen) voorkomen, zij het dat dikte en/of begindiepte hiervan per locatie varieert. Uit de 15 m diepe spuitboring kon globaal worden afgeleid dat in de eerste 5 m duidelijke leemlagen voorkomen, terwijl deze op grotere diepte minder voorkomen en minder compact zijn. Ook is veen aangetroffen. De zeer grote wateropbrengst bij het schoonpompen van het diepe filter gaf zekerheid dat deze in het le w.v.p. stond.

Uit het verloop van de periodieke opnamen (2x per maand) ontstond na enkele maanden het vermoeden dat er sprake was van lekkage tussen middeldiep en diep filter in het gespoten boorgat. Dit werd bevestigd door een pompproef, waarbij het geleidingsvermogen in beide buizen werd gevolgd nadat keukenzout in het middeldiepe filter was gestrooid. In eerste instantie is ter plaatse middels een pulsboring een nieuwe middeldiep filter geplaatst (tot 5 m -m.v.), later gevolgd door een nieuwe spuitboring met één filter op ca. 15 m -m.v. (locatie 2). Hierbij is het boorgat boven het filter geheel opgevuld met gedroogde kleikorrels.

In alle peilbuizen zijn vanaf 1 december 1987 twee keer per maand de stijghoogtes gemeten, evenals die van het Kolkven zelf. Tijdens de meetperiode zijn enkele peilbuizen herplaatst als gevolg van een te actieve belangstelling van recreanten.

De tijdreeksen van de verschillende potentialen t.o.v. het venpeil zijn per locatie grafisch weergegeven op de bijlagen 5.3.b. en c. Ter toelichting het volgende:

Locatie 1
Het synchrone verloop van de potentiaal in de filters D1 en MD1 is het gevolg van lekkage. Uit de vergelijking met het potentiaalverloop van het later geplaatste MD2-filter kan worden afgeleid dat de potentiaal in het MD1-filter in natte perioden is "opgedrukt" door de hogere potentiaal in het D1-filter (le w.v.p.), terwijl in drogere perioden het omgekeerde zich heeft voorgedaan.

De potentiaal van het le w.v.p. op locatie 2 is vanaf plaatsingsdatum (juni '88) wat hoger dan die op locatie 1 in dezelfde periode. Afgezien van het lekkage-effect op locatie 1 is dit mede een gevolg van het feit dat de stromingsrichting in le w.v.p. noordwaarts is gericht met een gradiënt van gemiddeld 0.50 m per km.

Tot medio juni '88 is de potentiaal le w.v.p. hoger dan het venpeil (max. 0.65 m in een zeer natte periode), tot eind september is er spake van potentiële wegzijging (max. potentiaalverschil 0.11 m). Rekening dient te worden gehouden met reductie van het potentiaalverschil a.g.v. lekkage. Wat hierbij opvalt is dat de potentiaal in het freatisch grondwater (Lb en MD2) voortdurend hoger is dan het venpeil. Dit wordt wellicht veroorzaakt door toestroming (radiaal + lateraal) van grondwater uit de hoger gelegen stuifzandduinen in de directe omgeving van het Kolkven.

Opvallend is voorts de duidelijk negatieve gradiënt in het freatisch grondwater, de potentiaal in Lb in steeds hoger dan die in het filter op 5 m -m.v. Dit duidt op grondwaterstroming (wegzijging) naar het ven en/of naar het le w.v.p.. Wegzijging naar le w.v.p. is in de natte periode onwaarschijnlijk gezien de zeer hoge potentiaal in deze aquifer. Nu deze overdruk zich niet manifesteert in het MD2-filter (5 m -m.v.), ontstaat twijfel over een eventuele flux (+ of -) tussen le w.v.p. en omgeving Kolkven. De indruk ontstaat dat de weerstand tegen verticale stroming zeer hoog moet zijn.

De fluctuatie in het venpeil bedroeg in de meetperiode 0.20 m (8.68-8.48), hetgeen minder is dan de 0.30 m die uit de waarnemingen van Natuurmonumenten in de voorafgaande periode kon worden afgeleid. De fluctuatie in le w.v.p. bedroeg 0.90 m (9.30-8.39), mogelijk gereduceerd door de genoemde lekkage met het MD1-filter. Wellicht dat de relatief natte zomer oorzaak is van de beperkte fluctuatie in het Kolkven en le w.v.p., want uit langjarige waarnemingen in enkele TNO-buizen blijkt een gemiddelde fluctuatie van 1.00 m (0.75-1.25 m).

Locatie 2

Eind juni 1988 is een (nieuw) diep filter geplaatst. De potentiaal hiervan was tot medio september ongeveer gelijk aan het venpeil en is daarna sterk gestegen (veel neerslag eind september). De potentiaal van le w.v.p. is hier hoger dan bij locatie 1 a.g.v. de potentiaalgradiënt in de lengterichting van het Kolkven.

Evenals bij locatie 1, blijven de potentialen van Lb en MD1 hoger dan het venpeil. Van MD1 ontbreken waarnemingen in de periode eind mei t/m begin september (peilbuis zoek, reden tot plaatsing van MD2). Ook bij locatie 2 wordt een negatieve gradiënt in het freatisch pakket gesignaleerd (Lb steeds hoger dan MD1). Indien dit beeld juist zou zijn, is kwel uit of wegzijging naar het le w.v.p. minder waarschijnlijk ondanks het grote potentiaalverschil in natte perioden.
Een mogelijke verklaring voor dit terugkerende beeld (bij alle locaties) is het voorkomen van schijngrondwaterstanden boven de leem- en veenlagen die zijn aangetroffen tussen de filterdieptes van Lb en MD1 en daaronder.
In droge perioden dalen de grondwaterpotentialen niet of nauwelijks tot beneden het venpeil.

Locatie 3

Het potentiaal verloop in de filters Lb en MD, daalt vanaf (eind) mei 1988 beneden het venpeil, hetgeen afwijkt van het beeld bij de locaties 1 en 2. Bovendien zijn in natte perioden beide potentiëlen nagenoeg gelijk en slechts weinig hoger dan het venpeil. Dit is mogelijk te verklaren door het "vlakke" achterland.
Ervan uitgaande dat de potentiaal van het le w.v.p. ongeveer gelijk moet zijn aan de metingen op locatie 2, versterkt het vermoeden dat de relatie tussen le w.v.p. en ondiep grondwater van beperkte betekenis is. Zowel in locatie 3 als 4 dalen vanaf juni de potentialen van Lb en MD1 beneden het venpeil (pot. wegzijging).

Locatie 4

Het potentiaal verloop van Lb en MD komt sterk overeen met die van locatie 2, zij het dat MD1 in droger perioden nu duidelijk beneden het venpeil zakt.
Ook hier weer de negatieve gradiënt in de verticale grondwaterpotentiaal van het freatische pakket (Lb hoger dan MD1).

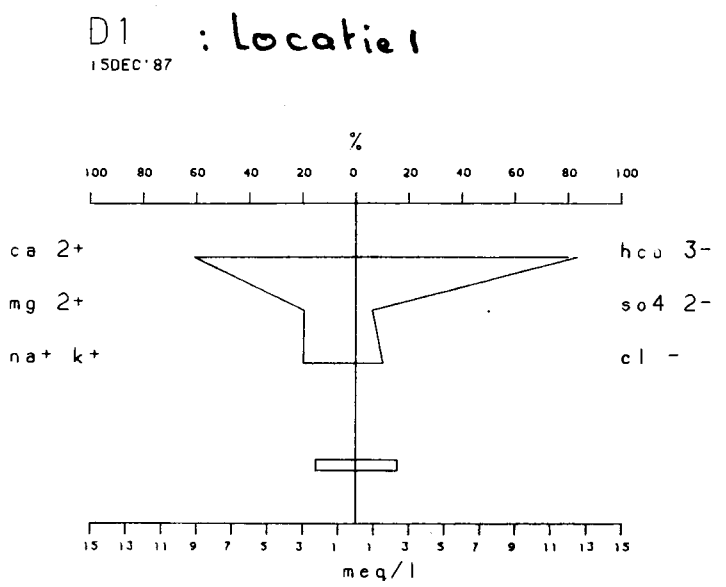
5.4. WATERKWALITEITANALYSES

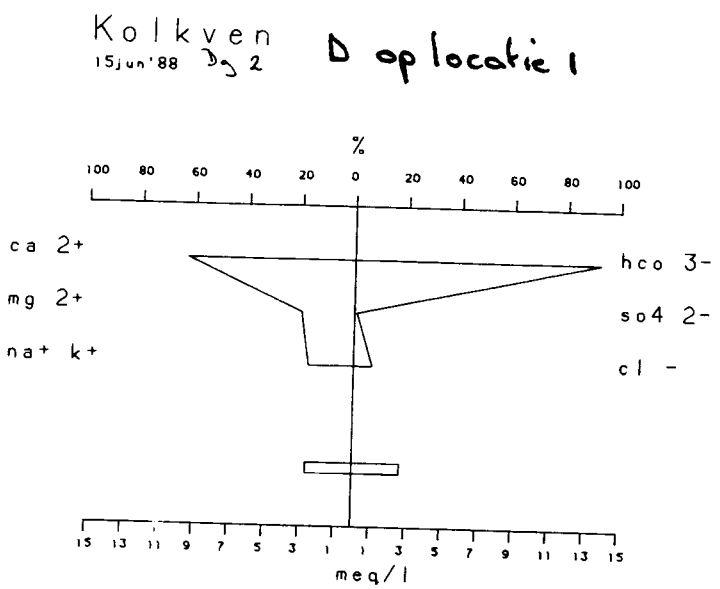
Op een 2-tal momenten, t.w.: 16 december 1987 en 15 juni 1988 zijn, na schoonpompen van de filters, watermonsters verzameld uit diverse peilbuizen en uit het Kolkven. Deze monsters zijn uitgebreid geanalyseerd op het laboratorium van de Waterleidingmij Midden-Nederland (WMN) te Utrecht. De volledige analyseresultaten zijn gepresenteerd op de bijlagen 5.4.a en b.
Navolgend is een overzicht gegeven van de bemonsteringslocaties op beide tijdstippen.

	16 dec. 1987	15 juni 1988
Locatie 1:	Lb, MD1	Locatie 1: Lb, MD2
	D1 + ven	D1 + ven
Locatie 3:	Lb, MD1	Locatie 2: ven
		Locatie 4: Lb

De karakterisering van de analyseresultaten is op twee manieren uitgevoerd, n.l. in de vorm van Stifdiagrammen en volgens de classificatie van stuyfzand. In de Stifdiagrammen wordt de verhouding van de macroionen gevisualiseerd met aan de linkerkant de kationen (Ca^{2+}, Mg^{2+}, en $Na^{+} + K^{+}$) en aan de rechterkant de anionen (HCO^{3-}, SO_4^{2-} en CL^{-}), alle uitgedrukt in meq./liter. Tevens is voor deze macroionen de totale som van de meq./l weergegeven, deze moet binnen een zekere tolerantie (15%) aan beide zijden gelijk zijn.
De Stifdiagrammen worden in navolgende figuren gepresenteerd, waarbij zoveel mogelijk per filterdiepte een vergelijking is gemaakt tussen de resultaten van dec. 1987 en die van juni 1988.
De volledige analyses zijn weergegeven in de bijlagen 5.4.a en 5.4.b. De berekeningen van de som van kationen en anionen (o.a. t.b.v. de Stifdiagrammen), geleidingsvermogen en hardheid zijn weergegeven in de bijlagen 5.4.c t/m 5.4.g. Voor toelichting op de classificatie volgens de methode Stuyfzand wordt verwezen naar de desbetreffende literatuur. Zowel in de Stifdiagramnmen als in de bijlagen zijn de resultaten van deze vorm van watertypering per monster vermeld.

Stifdiagrammen van 1e w.v.p. (dec. 1987 en juni 1988)



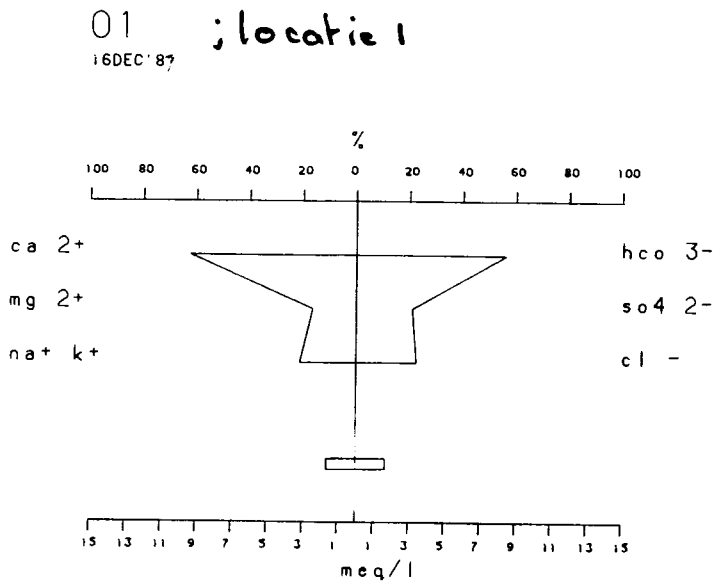


Stuyfzand typering: Fo-Ca $HCO_3$0

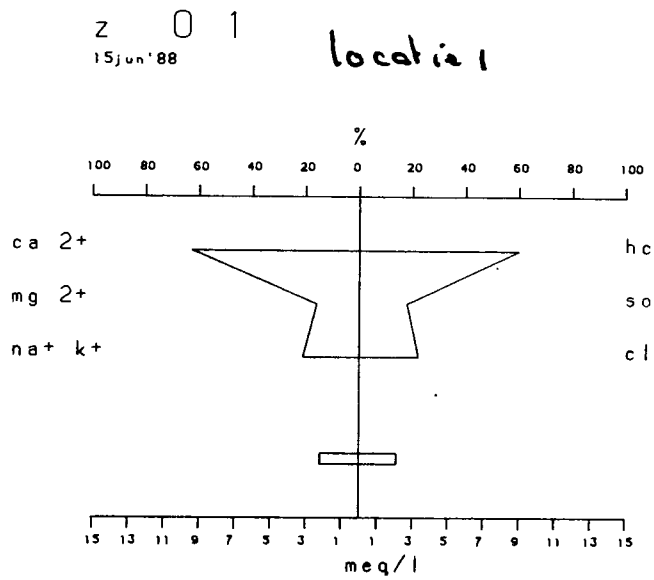
Stuyfzand typering: F_1-Ca $HCO_3$0

De watertypering in filter D1 is in winter en zomer nagenoeg identiek, in de zomer is het gehalte aan Ca^{2+} en $HCO3^-$ wat hoger, hetgeen in de Stuyfzandclassificatie tot uitdrukking komt in F1 t.o.v. F0. De pH bedroeg op beide tijdstippen 6,6.

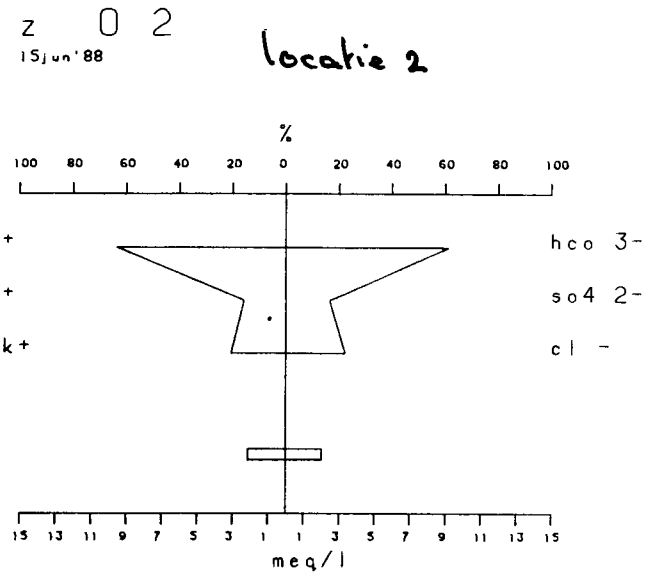
Oppervlaktewater van het Kolkven



Stuyfzand: Fo-Ca $HCO_3$0



Stuyfzand: Fo-CaHCO3o

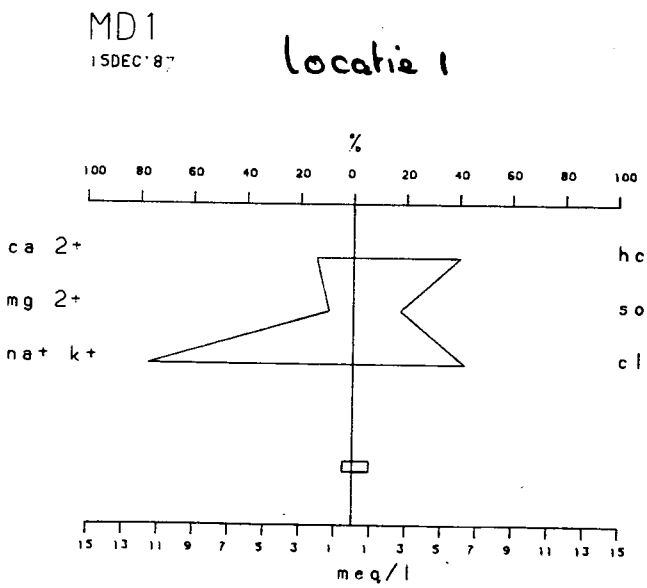


Stuyfzand: Fo-CaHCO3o

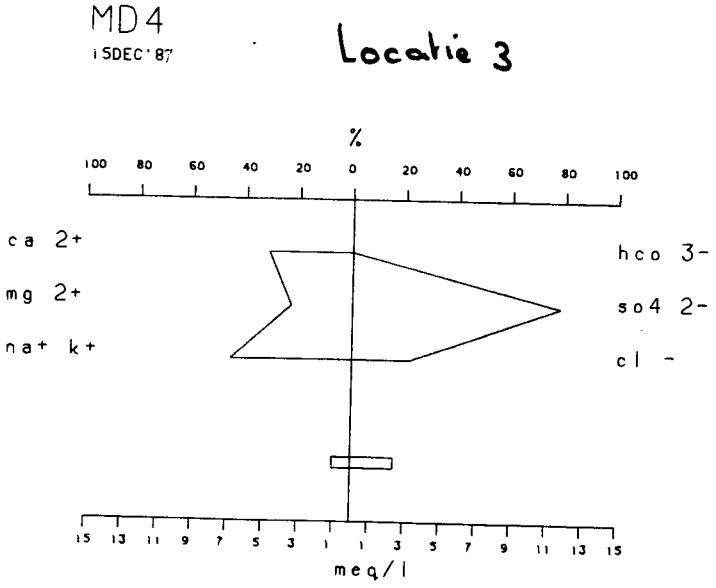
De watertypering van het Kolkven is op beide tijdstippen identiek. Uit de volledige analyse blijkt dat in de zomer de gehaltes aan Ca^{2+} en $HCO3^-$ hoger zijn dan in de winter. Tevens blijkt een sterke overeenkomst in watertypering met het diepe grondwater, zij het dat de gehaltes aan Ca^{2+} en $HCO3^-$ in het Kolkven (veel) lager zijn en die van de andere macroionen daarentegen hoger.

Ondanks het neerslagoverschot in de winterperiode en mogelijk zijwaartse toestroming van freatisch water blijft het oppervlaktewater lithoclien van karakter. Het nog iets rijkere water in de zomer is het gevolg van de indamping, kwel uit le w.v.p. is, gegeven het potentiaalverschil, niet aanwezig (potentiële wegzijging). De pH van het venwater, resp. 7,3, (dec.'87) en 2 x 7,5 (juni '88) is hoger dan die van het le w.v.p.

Middeldiep grondwater (5.0 m - m.v.)

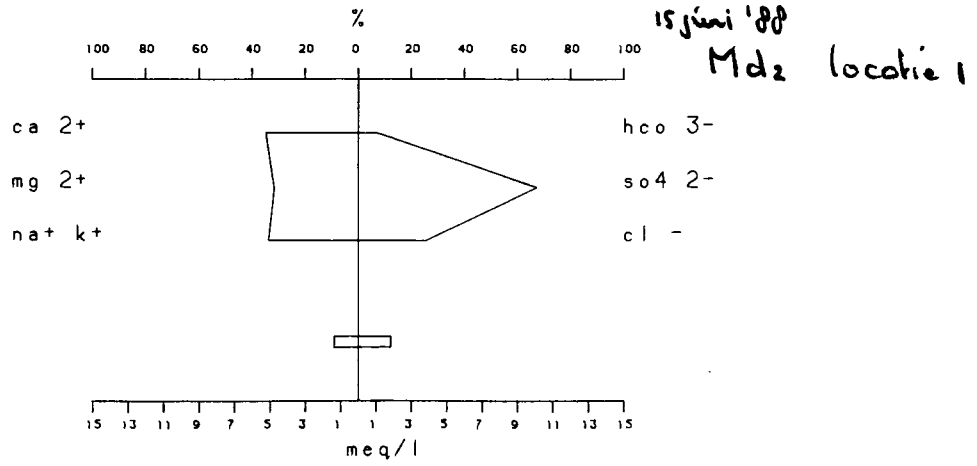


Stuyfzand: F*-NaMIXo



Stuyfzand: F*-CaSO4o

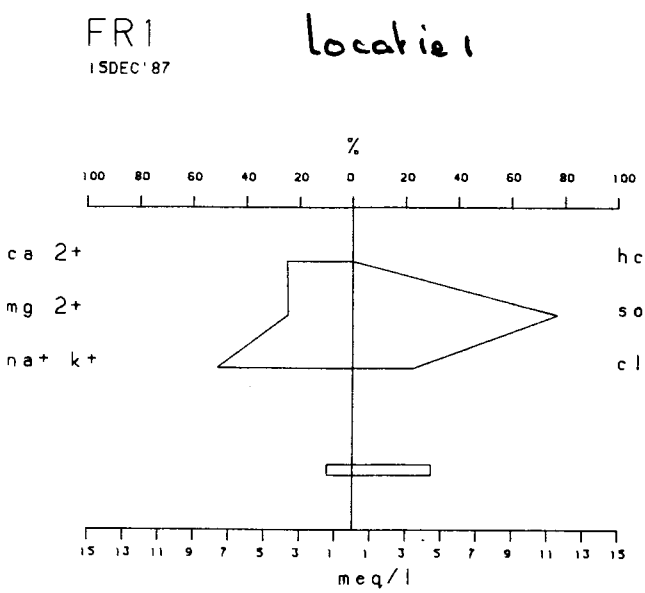
De typeringen van beide monsters op twee verschillende locaties in dec. '87 zijn totaal verschillend. Het sulfaat-gehalte op locatie 3 is extreem hoog, wellicht a.g.v. het hier aanwezige veen. Het natrium-gehalte bij locatie 1 lijkt hoog, maar is relatief laag. Omdat andere macroionen zo gering aanwezig zijn is het aandeel van natrium op de totale som van 100% hoog. Tengevolge van de lage pH op locatie 3 (4,1) is veel AL in oplossing (19 mg/l), hetgeen niet voorkomt op locatie 1 met een pH van 5,8.
Opvallend is verder het ontbreken van $HCO3^-$ op locatie 3, waar aan de kationen-kant de gehaltes aan Ca^{2+}, Mg^{2+} hoger zijn dan die bij locatie 1, terwijl de gehaltes van $N^+ + K^+$ even hoog zijn als bij locatie 1. De mogelijke invloed van kwel uit le w.v.p. blijkt niet of nauwelijks uit de analyses.
Navolgend is de typering van het water in het MD2 filter op locatie 1 in de zomer van 1988 weergegeven.



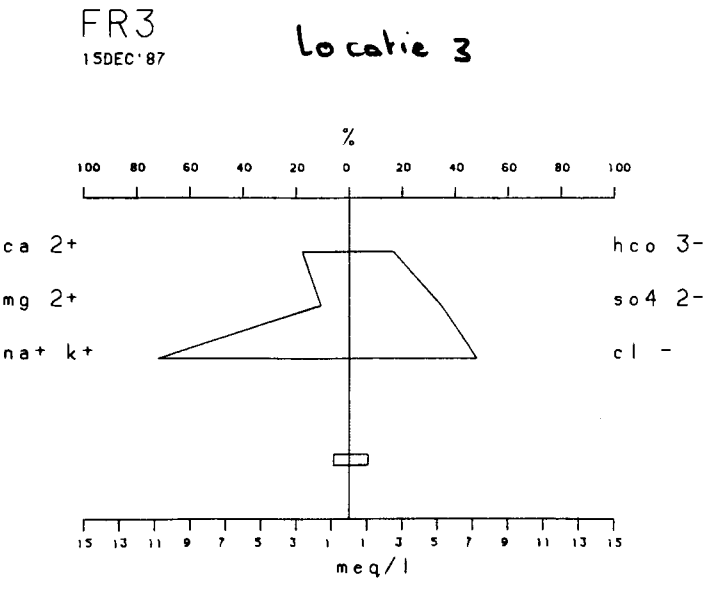
Stuyfzand F*-CaSO4o

De watertypering op locatie 1 lijkt, blijkens het Stifdiagram, sterk te zijn veranderd in juni 1988. Opgemerkt wordt dat dit monster is genomen uit de nieuw geplaatste MD2 peilbuis, in dec. 1987 betrof dit MD1 (had lekkage met het D1 filter).

Freatisch grondwater (filter 1,5 m-m.v.)



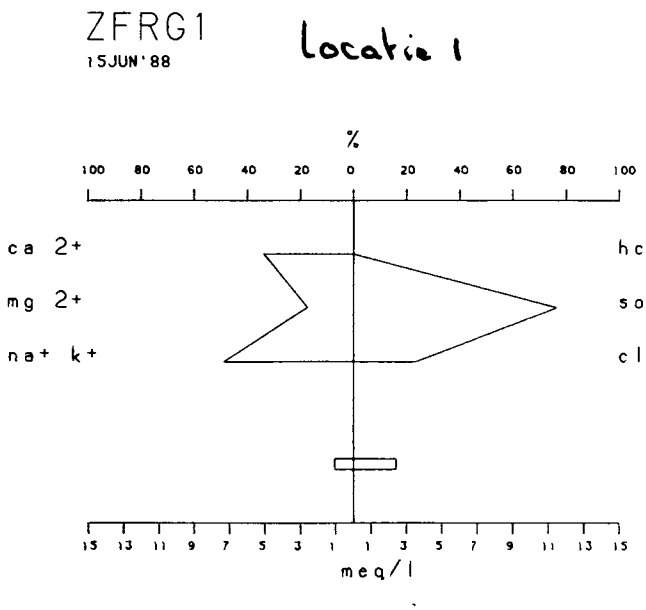
Stuyfzand:F*-NaSO4o



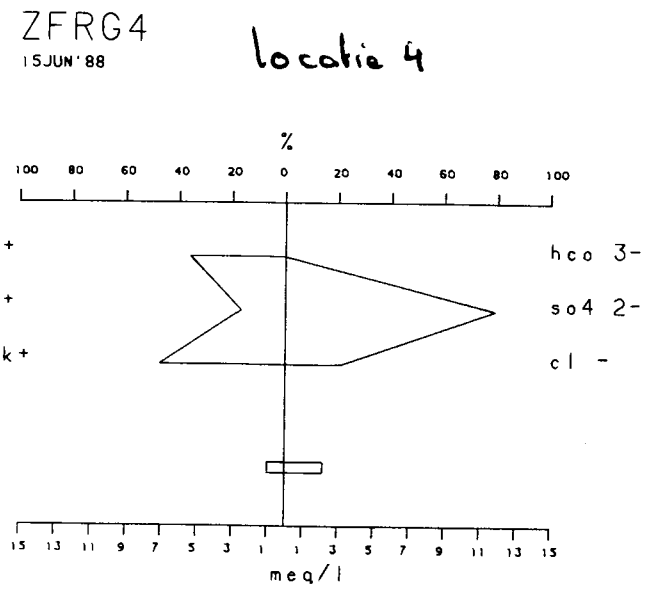
Stuyfzand: F*-NaMlXo

De typering op locatie 1, met een zeer hoog gehalte aan SO_4^{2-}, een Ph van 4,0 en veel alluminium in oplossing wijkt sterk af van die in het MD1 filter op dezelfde locatie en tijdstip. Hetzelfde doet zich voor bij locatie 3.
De aanwezigheid van veen speelt hierbij een grote rol, doch verwisseling van monsters lijkt ook mogelijk. Indien dit laatste niet het geval is, is deze analyse wellicht typerend voor de heterogeniteit van de bovenste lagen van het afdekkend pakket. De eventuele invloed van kwel uit le w.v.p. is op locatie 1 in de winterperiode op beide filterdieptes niet terug te vinden in de analyse en watertypering. Bij locatie 3 is dit nog enigszins mogelijk in het filter op 5 m - m.v.

Navolgend de resultaten van de juni-bemonstering van ondiep grondwater op resp. locatie 1 en 4.



Stuyfzand: F*-NaSO4



Stuyfzand:F*-CaSO4

De waterkwaliteit op locatie 1 is t.o.v. dec. '87 weinig veranderd, alleen het gehalte aan SO_4^{2-} is gehalveerd. Voor locatie 4 is geen vergelijking mogelijk met eerdere bemonsteringen in dit filter, de analyse is nagenoeg gelijk aan die van locatie 1. Alleen t.g.v. een kleine verschuiving in Ca^{2+} en Na^{+} is oorzaak van een verschillende Stuyfzand-typering. In beide monsters komt t.g.v. de lage pH (4,0/4,1) vrij veel alluminium voor.

5.5. NABESCHOUWING

De gehele waterkwaliteitsanalyse en -typering overziend, kan worden vastgesteld dat er een sterke overeenkomst is tussen diep grondwater (le w.v.p.) en het venwater, zowel in de winter als in de zomer. In beide gevallen komt matig lithoclien water voor. De waterkwaliteit in het freatisch pakket (Lb en MD) wordt gekenmerkt als atmotroof grondwater (geïnfiltreerde neerslag) met storingsinvloeden t.g.v. de aanwezigheid van veen ($SO4^{2-}$ en lage pH) en alluminium. Er is weinig lijn te ontdekken, zowel in de monsters op verschillende locaties als in verticale zin (Lb t.o.v. MD). Naast een mogelijke verwisseling van enkele monsters, moet de oorzaak vooral gezocht worden in de sterk gevarieerde profielopbouw m.b.t. veen- en leemlagen.
Opvallend is voorts dat in bijna alle monsters van het freatisch pakket geen enkele invloed van het lithocliene diepe grondwater te analyseren is.

Met betrekking tot het Kolkven kan opgemerkt worden dat de zijwaartse instroming van freatisch grondwater van geringe omvang moet zijn t.o.v. het diepe grondwater. Het in paragraaf 5.3. geuitte vermoeden dat de negatieve grondwaterpotentiaal in het freatisch pakket mogelijk een gevolg is van schijnspiegels (een compacte leemlaag tussen Lb en MD filters) wordt door de kwaliteits-analyses bevestigd.

Dat de waterkwaliteit in de MD filters weinig gelijkenis vertoont met die van het le w.v.p. zou kunnen betekenen dat beneden het MD-filter nog weerstandsbiedende lagen voorkomen. Beneden het Kolkven moeten deze lagen dan dunner zijn of bij de ontstaangeschiedenis van dit ven sterk zijn geërodeerd. Verifiëring van deze veronderstelling door het uitvoeren van enkele onderwaterboringen kon nog niet worden uitgevoerd.

De veronderstelling van het nagenoeg afwezig zijn van storende lagen onder het Kolkven lost veel vragen op m.b.t. potentiaalverlopen en waterkwaliteit. Voor deze hypothese zijn ook duidelijke aanwijzingen (relatie waterkwaliteit Kolkven en le w.v.p.). De flux uit en naar het le w.v.p. beperkt zich tot het Kolkven a.g.v. de minste weerstand. De zijwaartse instroming van freatisch grondwater uit de hoger gelegen stuifduinen wordt sterk belemmerd door hoge stromingsweerstanden (leemlagen). Deze weerstandsbiedende lagen buiten het Kolkven verklaren ook de geringe flux uit het le w.v.p. naar het bovenste deel van het freatisch pakket.

Concluderend zou men kunnen stellen dat ter plaatse van het Kolkven sprake is van een kwelvenster. Door het potentiaalverval in het le w.v.p. in lengterichting van het Kolkven, ontstaat in de noordelijke helft van dit ven een wegzijgingssitiuatie in perioden met verdampingsoverschot. Deze verklaring is zeer plausibel in verband met de gesignaleerde wegzijging.

6. INGREEP-EFFECT VOORSPELLEND ONDERZOEK M.B.V. HET MODEL FEMSATS

6.1. MODELKEUZE

Het hydrologisch systeem is met name in hellende gebieden vaak zeer gecompliceerd vanwege een grote verscheidenheid in topografie, bodem, grondgebruik, geologische opbouw, ontwatering en afwatering, wateronttrekkingen, neerslag en verdamping. In zo'n systeem is niettemin sprake van een zeker evenwicht tussen voeding (neerslag en - grond - wateraanvoer over de gebiedsgrens) en afvoer (via grond- en oppervlakte water, verdamping). Verstoring van een bestaande "evenwichts"situatie door ingrepen zal dan ook altijd een ruimtelijk effect hebben. Dit betekent dat in geval van ruimtelijk gespreide ingrepen, de effect-voorspelling in een breder ruimtelijk gebied dient te geschieden. Met behulp van geautomatiseerde rekentechnieken is het mogelijk om in grote lijnen zo'n complex hydrologisch systeem na te bootsen in een model, waarin de werkelijkheid geschematiseerd (i.c. vereenvoudigd) wordt weergegeven. In een dergelijk nummeriek model kunnen invoergegevens in zodanige mate worden aangepast dat de berekende stijghoogtes op bevredigende wijze overeenstemmen met gemeten waarden. Na zo'n modelcalibratie kunnen vervolgens de effecten van gedefinieerde ingrepen worden voorspeld.

In "De Hilver" richt de vraagstelling zich op de relatie tussen ontwateringswerken en stijghoogte-veranderingen in het le watervoerende pakket op afstand. Van belang is dan een model te kiezen dat met meerdere lagen werkt en dat voorts de relatie tussen grondwater en oppervlaktewater goed weergeeft.
Een volgende keus dient gemaakt te worden tussen stationair en niet stationair rekenen. Dit laatste is zeer gecompliceerd en vereist veel meer meetgegevens in de tijd t.b.v. de model-ijking. Gekozen is voor een stationaire versie omdat de voorjaarsperiode in de overhavige vraagstelling het meest relevant is. In deze periode is sprake van evenwicht in voeding (neerslag overschot), grondwaterstanden en afvoer (via grond- en oppervlaktewater).

Binnen de Landinrichtingsdienst zijn diverse modellen beschikbaar. Een vrij nieuw model is het model FEMSAT (v. Bakel 1978, Querner, 1984) dat op het ICW is ontwikkeld. Met dit model is de grondwaterstand te koppelen aan het gevoerde peilbeheer, doordat het oppervlaktewatersysteem aan het maaiveld hangt. Omdat de voorgenomen waterhuishoudkundige ingrepen veranderingen in de peilen en in de grondwaterstands-afvoerrelatie teweeg brengen, is het model FEMSAT (in de verzadigde versie) het meest geschikt.
Verdere voordelen van dit model zijn:

- bestaande gegevens zonder veel problemen en veel nader onderzoek in het model kunnen worden ingevoerd;
- het model met meerdere lagen kan rekenen;
- het model relatief gebruikers-vriendelijk is;
- het model aan het gebied kan worden aangepast.

Het model FEMSATS werkt met een netwerk van elementen met knooppunten. Dit elementennetwerk wordt over het gebied gelegd en geohydrologische parameters en andere gegevens worden per knooppunt of per element ingevoerd. Bij het rekenen wordt per element een waterbalans opgesteld, waarbij de stroming tussen de elementen wordt berekend met de wet van Darcy. Het model rekent (itereert) net zolang tot al die waterbalansen kloppend zijn.

6.2. MODELOPBOUW

6.2.1. Benaderingen en uitgangspunten

Uitgegaan is van een (langjarig) gemiddelde voorjaarssituatie waarin een evenwichtssituatie wordt verondersteld tussen grondwatervoeding (neerslag overschot + evt. kwel uit het le w.v.p.) en afvoer (naar ontwaterings-middelen + evt. wegzijging naar le w.v.p.). De onverzadigde zone wordt geacht op veldcapaciteit te zijn (geen bergings verandering).
Dit evenwicht in de voorjaarssituatie komt tot uitdrukking in de GVG's *) en de daarbij behorende open waterpeilen en intensiteit van de ontwateringsmiddelen (beken, waterlopen en sloten).

Uit de empirisch bepaalde afvoernormen, die ten grondslag liggen aan een waterbeheersingsplan, kan indicatief de grootte van de momentane afvoer naar de ontwateringssystemen worden afgeleid voor zo'n gemiddelde GVG situatie. De frequentie hiervan t.o.v. de maatgevende afvoer (1 dag/jaar) is grafisch afgeleid. Het resultaat hiervan is navolgend weergegeven.

Gt's	Maatgevende afvoer (1x/jr)	GHG (0.22 M.A.)	GVG (0.10 M.A.)	
II/III	11.5	2.5	1.15	mm/etm.
III*,V,V*	8.7	1.9	0.9	mm/et.
VI	5.8	1.3	0.60	mm/etm.
VII	2.9	0.65	0.30	mm/etm.

Deze tabel is gepresenteerd ter illustratie van de neerslag-afvoerrelatie welke op een gekozen moment het afvoersysteem belast. In vergelijking met een gemiddeld neerslag-overschot van 1 mm.d^{-1} rond 1 april kan worden afgeleid dat bij Gt II en III sprake is van extra afvoer a.g.v. kwel en dat bij Gt VI en VII het neerslag-overschot gereduceerd tot afstroming komt (diepe afstroming c.q. wegzijging).
Dit correspondeert met algemene opvattingen terzake.

Deze indicatieve waarden bieden een toetsings-mogelijkheid voor de in par. 6.3.2. berekende en ingevoerde grondwaterstandsafvoer-relaties (q-h relatie) per Gt-klasse in resp. GHG en GVG situatie, zowel voor als na ingreep.
De beoogde vermindering van wateroverlast (gericht op GHG) in te verbeteren landbouwgebieden vereist een goede peilbeheersing in het afvoersysteem. Dit betekent veelal dat de dimensionering van waterlopen en sloten moet worden aangepast teneinde in natte perioden over voldoende drooglegging te beschikken.
Naast deze peilverlaging in natte perioden zal ook perceelsvergroting plaatsvinden, hetgeen m.n. in natte gebieden tot grotere slootafstanden leidt, al dan niet met drainage. De in de evaluatie ingeschatte grondwaterstandsdalingen (GHG en GLG) zijn in dit onderzoek overgenomen en vertaald in GVG-verlagingen.

*)De GVG's zijn bepaald door gebruik te maken van de formule (Bouwma, Stiboka):
GVG= 5.4+0.83GHG+0.18GLG.

6.2.2. Begrenzing van het modelgebied

Bij de begrenzing van het modelgebied is rekening gehouden met:

1. stromingsrichting in het eerste watervoerend pakket;
2. grens van het ruilverkavelingsblok;
3. ligging van het vennengebied;
4. grondwatertrap.

Deze zullen hieronder kort besproken worden.
Op bijlage 1 is het modelgebied geprojecteerd op de topografische ondergrond.

1. Grondwaterstroming van het eerste watervoerend pakket.

   Volgens isohypsenkaarten van het eerste watervoerend pakket (Sterkselformatie) is de grondwaterstroming globaal ZZW-NNO gericht (zie bijlage 6.2.1). Hierop is ook te zien dat het stromingsbeeld trechtervormig is. Hierdoor staat het vennengebied via het eerste watervoerend pakket in verbinding met een vrij breed stroomgebied bovenstrooms. In het isohypsenpatroon is de ligging van het dal van de Reusel vrij goed terug te vinden. De westelijke rand van dit dal is als modelgrens aangehouden, terwijl de oostelijke modelgrens ongeveer op de waterscheiding ligt van de Beerze enerzijds en Reusel + Rosep anderzijds.

2. Grens van het ruilverkavelingsblok.

   Aangezien waterhuishoudkundige ingrepen alleen binnen het landinrichtingsproject zullen worden uitgevoerd, is deze grens mede bepalend voor het onderzoeksgebied. De zuid- en zuidoostelijke blokgrens vormt bij benadering tevens de grens van het modelgebied.

3. Ligging vennengebied

   Het vennengebied benedenstrooms van het landinrichtingsgebied vormt globaal het noordelijke deel van het modelgebied. De Reusel of Achterste Stroom, die qua stromingsrichting met het eerste w.v.p. meeloopt, wordt hierbij als noordwestelijke grens aangemerkt.

4. Grondwatertrap

   Op bijlage 1 zijn de gebieden aangegeven waarin een verandering in de GVG als gevolg van landinrichting zal plaatsvinden c.q. wenselijk is uit landbouwkundig oogpunt. Het betreft landbouwgebieden met grondwatertrap II, III,III* en V. In gebieden met een Gt V* en hoger worden in het kader van landinrichting geen veranderingen in de waterhuishoudkundige situatie nodig geacht. De stroomlijn even ten westen van de voor verbetering in aanmerking komende gebieden wordt dan ook als westelijke modelgrens gekozen.

6.2.3. Modelnetwerk

In eerste instantie is gestart met een regelmatig ruitennet teneinde de gevoeligheid van het geo-hydrologisch systeem voor ingrepen in de waterhuishouding te toetsen. Zo'n ruitennet is een snellere methode omdat gebruik gemaakt kon worden van een netwerkgenerator. Het gegenereerde ruitennet is een rechthoek, onderverdeeld in vierkante elementen. Omdat de noordwestelijke en de zuidoostelijke hoek buiten het onderzoeksgebied vielen, zijn deze elementen weer verwijderd. Het netwerk, zoals uiteindelijk over het onderzoeksgebied gelegd, bevat 336 knooppunten. De onderlinge afstand hiertussen is 500 meter. Van elk knooppunt moeten de X- en Y-coördinaten worden opgegeven, wat bij gebruik van de netwerkgenerator automatisch wordt gedaan.

Met het hulpprogramma FEMSIN wordt een file aangemaakt waarin per knooppunt een soort boekhouding is vermeld van de aangrenzende knooppunten die directe verbindingen hebben. De netwerkgenerator waarmee het modelnetwerk is gemaakt deelt de vierkante elementen op in twee driehoeken (zie fig. 6.2.3.A). Vanuit elk intern knooppunt lopen dan verbindingslijnen naar de omliggende knooppunten, nu dus kontaktpunten. In fig. 6.2.3.B is tevens het invloedsgebied van elk knooppunt aangegeven.

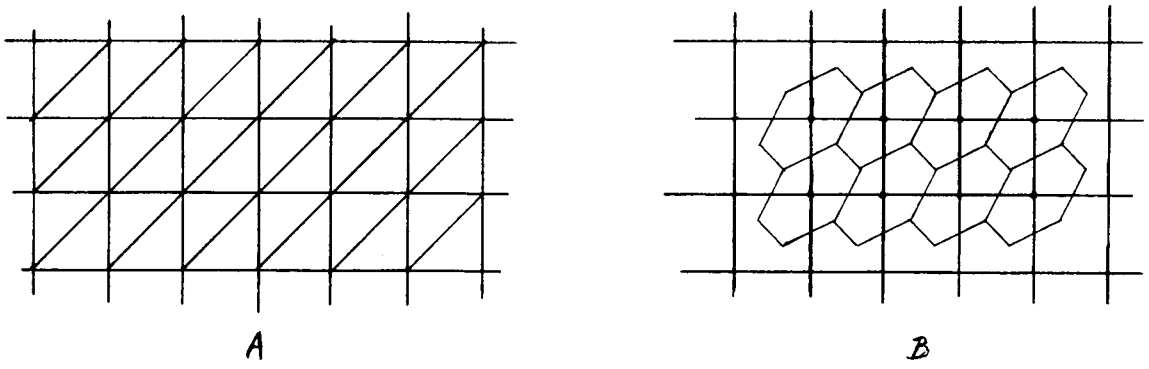


Fig. 6.2.3.
A. elementennetwerk zoals gemaakt met behulp van de netwerk-generator.
B. invloedsoppervlak van een knooppunt.

6.2.4. Geo-hydrologische schematisatie

Gezien de dikte en de grote weerstand van de eerste scheidende laag, de Formaties van Kedichem en Tegelen, (zie ook par. 4.3) kan deze laag als hydrologische basis voor het model dienen. De ondergrond van het modelgebied kan nu in 2 lagen worden onderscheiden, te weten:

1. De toplaag of afdekkend pakket.
   Deze wordt gevormd door de Nuenenlaag en bestaat overwegend uit fijnzandige afzettingen met plaatselijk klei-, leem- en veenschakeringen. De dikte varieert van vrijwel 0 meter in het uiterste zuiden van het modelgebied (ten zuiden van de Feldbiss-breuk) tot meer dan 20 meter dikte in het noordoosten. De onderzijde van deze laag helt, sterker dan die van het maaiveld, van zuid naar noord.
   Daar de toplaag een gering doorlaatvermogen heeft door de aanwezige veen- en leemlagen, met name in verticale richting, wordt de toplaag als een weerstandsbiedende laag aangemerkt.

2. Het eerste watervoerende pakket.
   Deze laag bestaat overwegend uit grofzandige afzettingen van de Formatie van Sterksel en de Formatie van Veghel. De dikte hiervan bedraagt ten zuiden van de Feldbiss-breuk ongeveer 10 meter. Ten noorden hiervan neemt de dikte toe van ongeveer 20 m tot 60 m ter hoogte van de Kampina.

De hydrologische basis bevindt zich in het zuiden van het modelgebied op ongeveer 10 meter onder maaiveld. Ten noorden van de Feldbiss-breuk verspringt deze naar ongeveer 30 meter onder maaiveld en daalt vervolgens tot een diepte van 60 tot 80 meter onder maaiveld ter hoogte van het vennengebied (zie fig. 6.2.4.).

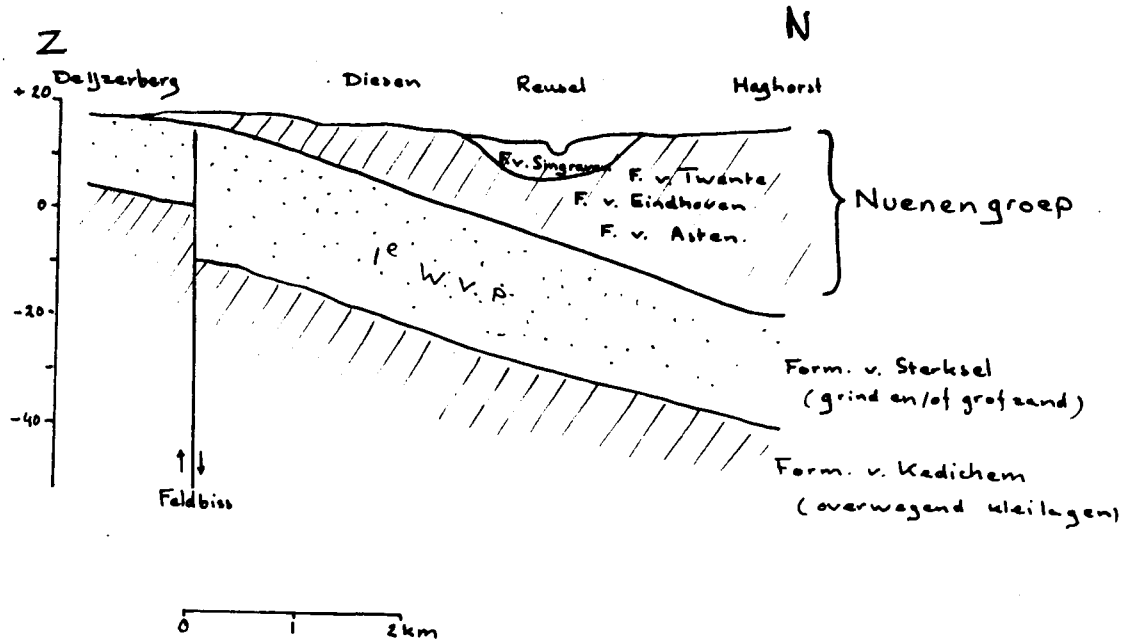


fig. 6.2.4. Z-N-doorsnede van het modelgebied (gegevens van RGD en DGV, TNO)

6.2.5. Indeling in subgebieden

Het modelgebied is uiteindelijk onderverdeeld in 41 subgebieden (bijlage 6.2.2.).

Op grond van verschillen in doorlaatvermogen (KD) van het le w.v.p. en dikte van de Nuenenlaag (zie par. 6.3.1.) is het modelgebied in eerste instantie opgedeeld in 11 subgebieden. Dit aantal is ontstaan uit de combinatie van de twee themakaarten van resp. KD-waarden en C-waarden.

Een andere belangrijke factor is de Gt-klasse i.v.m. de huidige ontwateringssituatie en de behoefte tot verbetering hiervan. Met behulp van de Grondwatertrappenkaart 1:10.000 (binnen het landinrichtingsgebied) en 1:50.000 van Stiboka (buiten de blokgrens) is een verdere onderverdeling van de al aanwezige subgebieden gemaakt met uitzondering van de drie meest zuidelijke subgebieden. Dit laatste vanwege de grote afstand tot het vennengebied, waardoor detaillering van de oorspronkelijke subgebieden niet relevant meer is, te meer omdat dit geen potentiële ingreep gebieden zijn.
De grondwatertrappen II/III, III*, V, V*, VI, VII zijn als homogene eenheden gebruikt voor de verdere onderverdeling van de aanvankelijke 11 subgebieden.

6.2.6. Schematisatie van het ontwateringssysteen

6.2.6.1. Algemeen

In het model wordt onderscheid gemaakt in een secundair systeem en een oppervlaktewater-systeem. Kwel en wegzijging, als verticale interactie tussen de twee onderscheiden lagen, worden hier niet afzonderlijk behandeld.

Onder het secundair systeem worden verstaan de hoofd-waterlopen zoals beken, kanalen en rivieren die altijd watervoerend zijn. Door hun grootte en topografische locatie snijden ze vaak diep in het hydrologisch systeem. In het modelgebied zijn de Reusel en de Rosep als zodanig aangemerkt. Het Wilhelminakanaal is buiten beschouwing gelaten omdat deze geen ontwateringsfunctie heeft. Als vast onderdeel van het geohydrologisch systeem wordt het secundair systeem afzonderlijk gemodelleerd (zie verder par. 6.3.3.)

Onder het oppervlaktewater-systeem wordt verstaan het systeem van overige waterlopen, sloten en greppels, die door hun intensiteit en "geringe" diepte een directe ontwaterings-functie hebben en niet altijd watervoerend zijn. De benaming oppervlaktewater-systeem houdt verband met het feit dat de diepte en invloed beperkt is tot de toplaag. De schematisatie van dit systeem in het model wordt hieronder besproken.

6.2.6.2. Schematisatie

Het oppervlaktewater-systeem in De Hilver is hoofdzakelijk opgebouwd uit perceelssloten en waterlopen, ook wel aangeduid als tertiair systeem. Greppels komen weinig voor en zijn, mede vanwege de berekening van de voorjaarssituatie buiten beschouwing gelaten. Wel zijn sommige percelen gedraineerd. De lokatie is echter niet bekend, verondersteld is derhalve dat het ontwaterings-effect hiervan tot uitdrukking is gebracht in de Gt-klasse.

Het oppervlaktewater-systeem is in model gebracht door 2 sub-systemen te onderscheiden:

1. Het stelsel van waterlopen.
   In de veldsituatie hebben ze een bodemdiepte van gemiddeld 1.00 m tot 1.40 m minus het aangrenzende maaiveld, de onderlinge afstand varieert van 400 m tot 800 m (afhankelijk van Gt).

2. Het stelsel van perceelssloten
   De diepte varieert in de veldsituatie gemiddeld van 0.70 - 1.20 m minus het aangrenzende maaiveld, de onderlinge afstand van 50 m tot 400 m (afhankelijk van Gt).

De relatie tussen de stijghoogte van het freatisch grondwater en de afvoer naar het tertiair systeem (waterlopen en sloten), de zogenaamde q/h relatie, kan grafisch weergegeven worden. In werkelijkheid is dit een kromme (fig. 6.2.6.1.A). In het model kan deze benaderd worden met een aantal ontwateringsen systemen met verschil in diepte, intensiteit en drainage weerstand (fig. 6.2.6.1.B.). De drainage-weerstanden vormen als het ware richtingscoefficiënten van de raaklijnen aan de kromme die de eigenlijke q/h-relatie vormt.

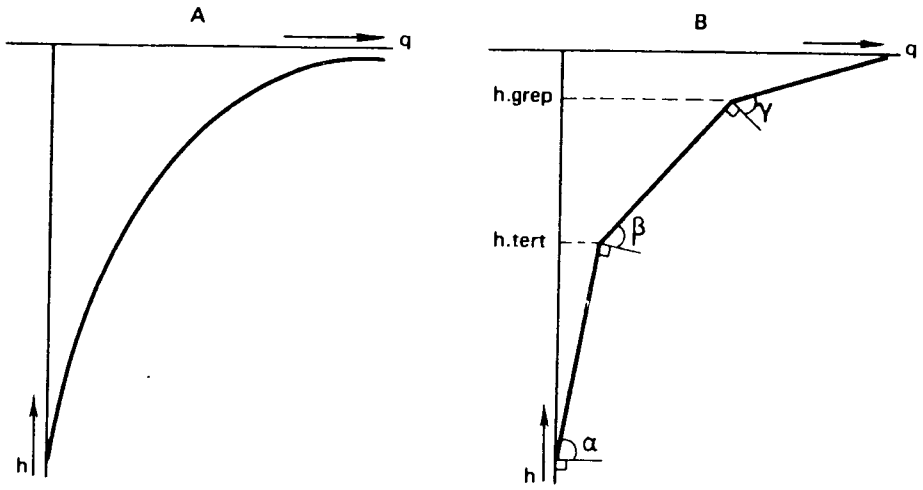


Fig. 6.2.6.1. A geeft de vorm van de q/h-relatie weer, zoals die eigenlijk voorkomt.
B geeft weer hoe drie verschillende systemen voor een gegeven subregio (éénduidige Gt-klasse) geschematiseerd kunnen worden.
A = maat voor de drainageweerstand van het waterlopenstelsel.
B = maat voor de drainageweerstand van het slotenstelsel.
J = maat voor de drainageweerstand van het greppelsysteem.

Omdat met een stationaire voorjaarssituatie gerekend wordt waarin het gehele ontwateringssysteem (m.u.v. de greppels) drainerend werkt en watervoerend is, zijn de volgende drie situaties onderscheiden (zie fig. 6.2.6.2.).

A. Ht<=Hk ^ Hf=>d: $q = \frac{(Ht-Hf)}{Yt} + \frac{(Hk-Hf)}{Yk} + \frac{(d-Hf)}{Yd}$

B. Ht<=Hk ^ Hk<=Hf<=d: $q = \frac{(Ht-Hf)}{Yt} + \frac{(Hk-Hf)}{Yk}$

C. Ht<=Hf<=Hk: $q = \frac{(Ht-Hf)}{Yt}$

waarin q = flux naar het oppervlaktewatersysteem (m/d) (=negatief voor invoer in het model)
Hf = grondwaterstand (m)
Ht = waterpeil in de waterlopen (m)
Hk = waterpeil in de sloten (m)
d = diepte v.d. greppels
Yt = drainage-weerstand van het waterlopen-systeem (d)
Yk = drainage-weerstand van het sloten-systeem (d)
Yd = drainage-weerstand van het greppel-systeem (d)

Deze situaties zijn gebruikt om de q/h-relatie te bepalen (par. 6.3.2).

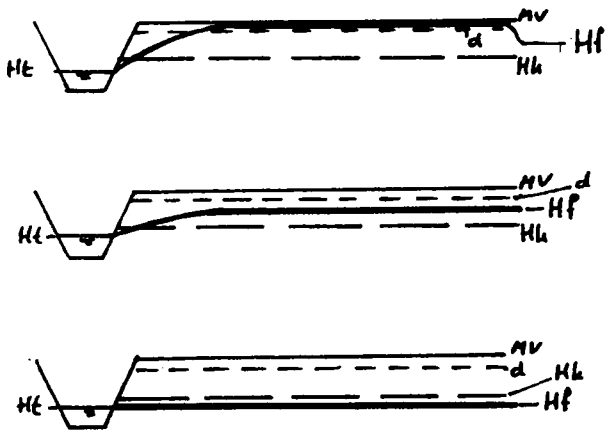


fig. 6.2.6.2. de drie verschillende interacties tussen grond- en oppervlaktewater, zoals gebruikt ter bepaling van de q/h-relatie .

6.2.6.3. Superpositie-berekening

Met het oog op de latere effectberekening van de ontwateringswerken wordt hier aandacht besteed aan het superpositie beginsel.
De ingreep in de bestaande ontwateringssituatie bestaat in feite uit 3 componenten t.w.:
- peilverlaging in waterlopen en sloten (verlaging ontwateringsbasis);
- vergroting van het natte profiel van de ontwateringsmiddelen, resulterend in een verlaging van de radiale stromingsweerstand;
- vergroting van de afstand tussen het stelsel van parallel lopende symetrische ontwateringsmiddelen (voornamelijk sloten) a.g.v. perceelsvergroting.

Het resultaat is een verandering in drainage weerstand en flux (-verdeling), waaruit de beoogde verlaging van de GHG en de daarmee samenhangende GVG wordt bereikt. De q/h-relaties in ingreep-gebieden zal dus veranderen. Een alternatief voor de verandering van q/h-relaties in ingreepgebieden is een opgelegde verlaging van de GVG, in dit geval behoeft geen nieuwe q/h-relatie te worden afgeleid.
De mate van verlaging van de GVG is afgeleid uit de economische evaluatie van de inrichtingsfactor waterbeheersing, waarin per Gt-klasse een verandering in de GHG en GLG is aangegeven. Beide vormen van ingreep-effectaanduiding kunnen in het model meegenomen worden.

Omdat de toegepaste vergelijkingen voor stroming van en naar ontwateringsmiddelen lineair zijn verondersteld, is het toegestaan te rekenen volgens het superpositie beginsel.

Het model berekent rechtstreeks de <u>veranderingen!</u> in flux en grondwaterstanden als gevolg van de verlagingen c.q. veranderingen in g/h-relatie (andere ontwateringsbasis en drainageweerstanden). De berekening is stationair en de resultaten kunnen dan ook alleen worden toegepast voor een veldsituatie waarin de bergings-veranderingen in de grond minimaal zijn.
Dit is geval in een stationaire GVG situatie. Alle fluxen (neerslagoverschot en afvoer) die bij deze grondwaterstand horen zijn eveneens op nul gesteld.

De relatie tussen het grondwater en oppervlaktewaterpeil (par. 6.2.6.2) is lineair en grafisch weergegeven in fig. 6.2.6.1.B.
In de huidige GVG situatie zijn de slootpeilen bekend en dienen de drainageweerstanden te worden vastgesteld. Bij elke grondwaterstand kan een debiet worden berekend. De tangens van de hoek wordt bepaald door de weerstand.

De transformatie van de berekende q/h-relatie voor ingreepgebieden naar een superpositie situatie kan als volgt worden voorgesteld.
Een verlaging van de ontwateringsbasis t.o.v. het referentievlak (waar het peil nul is gesteld) betekent dat nu een grotere afvoer mogelijk is. Dit extra debiet is te berekenen als:

	H	:	Afstand tot referentievlak	(m)
dHS	q	:	Afvoer	(m/d)
—— = dq	Hs	:	Slootpeil	(m)
Y	dHs	:	Peilverlaging	(m)
	dq	:	Debiet verandering	(m/d)
	Y	:	Drainage-weerstand	(d)

Als de grondwaterstand t.o.v. het referentieniveau in gelijkmate zakt als het oppervlaktewater-peil is de debietverandering (!) gelijk aan nul. Dit is grafisch voorgesteld in fig. 6.2.6.3. In dit voorbeeld wordt echter voorbijgegaan aan het feit dat ook de drainageweerstand Y zal veranderen.

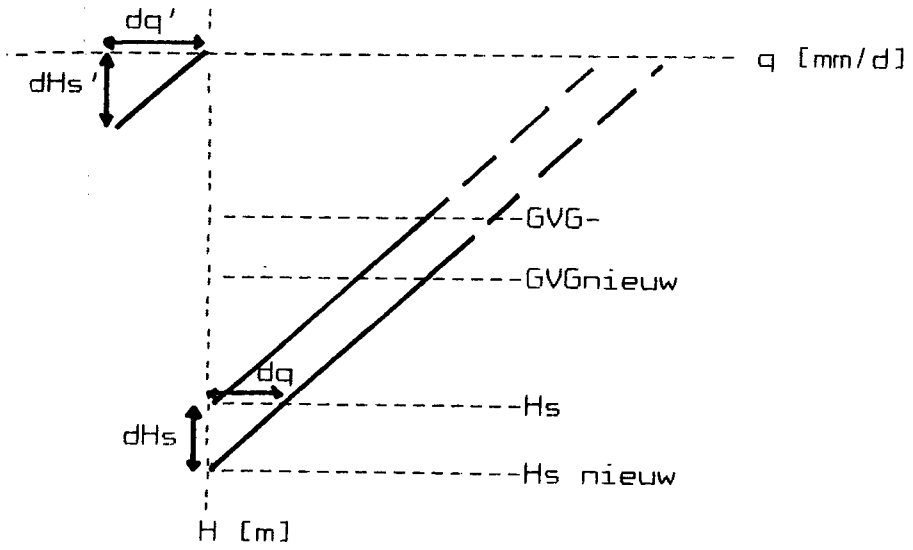


fig. 6.2.6.3. De transformatie van de q/h-relatie.

6.3. INVOER

6.3.1. Geohydrologische invoer

6.3.1.1. KD-waarde en dikte watervoerend pakket.

Uit het "Centrale Slenk Onderzoek", dat in opdracht van de provincie Noord-Brabant wordt uitgevoerd, zijn uit het TNO-DGV-rapport (1984) de Kd-waarden voor het eerste watervoerende pakket (1e w.v.p.) gebruikt.
Ten behoeve van de modelinvoer is onderscheid gemaakt in 5 waarden:

Kd-waarde	Kd-gem.	D	K-gem.
0 - 500	500 m2/d	10 m	50 m/d
500 - 1000	750 "	20 m	38 "
1000 - 1500	1250 "	30 m	42 "
1500 - 2000	1750 "	40 m	44
2000 - 2500	2250 "	50 m	45 "

In het model moet zowel de dikte (D) als het doorlaatvermogen (KD) opgegeven worden. De dikte is ontleend aan boorgegevens en lengteprofielen van RGD en DGV.
De gemiddelde k-waarde is dan 44 m/d, wat een vrij juiste schatting is voor deze grofzandige pakketten (TNO-DGV), 1984).

6.3.1.2. C-waarde en dikte afdekkend pakket

De bepaling van de c-waarde van de toplaag is lastiger aangezien de samenstelling en opbouw van deze laag van plaats tot plaats sterk kan verschillen. De RGD (geologische kaart 51 W, 1 : 50.000) geeft wel een overzicht van de gezamenlijke laagdikte van leem- en veenlagen die in de 4 m-boringen zijn aangetroffen, maar extra-polatie hiervan over de totale dikte van de toplaag is speculatief. Daarenboven bestaan geen gegevens over de c-waarden van leem- en veenlagen in de 4 m-boringen (evenmin Kd-waarden).
In eerste instantie is gekozen voor een lineaire relatie tussen de dikte van het afdekkend pakket en verticale weerstand c. Ernst geeft voor dergelijke lagen een c-waarde van 50 - 400 dagen. De dikte van de toplaag in het modelgebied varieert van 2 tot 20 meter (RGD, kaartblad 51, 1985). De gemiddelde verticale doorlatendheid is gelijk aan het quotient van de gemiddelde dikte en de gemiddelde c-waarde:
$K = D/c = 11/225 = 0.05$ m/d.
Bij de latere simulatie van de bestaande situatie zal blijken in hoeverre deze c-waarde aangepast (gecallibreerd) moet worden. In vergelijking met andere hydrologische berekeningen en modelstudies in de Centrale Slenk, lijkt de nu gekozen c-waarde voor de Nuenenlaag aan de lage kant. (TCGB : 40 d/m en ICW 80 d/m).
In eerste instantie is onderscheid gemaakt in de volgende dikte-klassen van de toplaag en c-waarden voor de modelinvoer:

D-klasse (m)	D-gem.(m)	C-gem. (d)
0 - 5	2.5	50
5 - 10	7.5	150
10 - 15	12.5	250
15 - 20	17.5	350

6.3.1.3. Bergend vermogen

Omdat geen waarden voor het bergend vermogen van de in het modelgebied aanwezige pakketten bekend zijn, zijn hiervoor waarschijnlijke waarden ingevoerd. Voor het bergend vermogen van de toplaag is de waarde 0.2 ingevoerd en voor het bergend vermogen van de tweede laag 0.001 (hunink, 1984).

6.3.2. Afleiding q/h relaties per subregio

Voor het tertiaire ontwateringssysteem zijn onderscheiden: waterlopen en sloten. Drainage is van ondergeschikt belang en het eventueel voorkomen van greppels is voor de GVG-situatie niet relevant.
Het afleiden van de q/h-relaties is gebaseerd op:

q=dh/Y, waarin

q =	afvoer	(mm/d)
Y =	drainageweerstand	(d)
dh =	potentiaalverschil tussen grondwaterstand (GHG, GVG) en ontwateringsbasis (peil in sloten en waterlopen)	(m)

De drainageweerstand is berekend met de formule van Ernst, waarbij de verticale weerstand buiten beschouwing is gelaten vanwege de marginale omvang.

Drainageweerstand = horizontale + radiale weerstand

in formule: $Y = L.(L/(8.k.D) + L.\ (1/\ .\ Kr).\ Ln\ (a.Do/U)$

hierin is:

Y (d)	=	drainageweerstand voor grondwaterstroming naar waterlopen en sloten.
KD (m2/d)	=	doorlaatvermogen van het gehele doorstroomde profiel.
Kr (m/d)	=	de doorlatendheid van het afdekkend pakket na transformatie tot een isotroop pakket.
Do (m)	=	de afstand tussen ontwateringsbasis (peilen in sloten en waterlopen) en de beter doorlatende laag in de nader geschematiseerde Nuenenlaag.
a (-)	=	geometrische vormfactor, afhankelijk van K2/K1 en D2/D1. De waarde is op 4 bepaald.
U (m)	=	de omtrek van het natte profiel van sloten en waterlopen; evenals de Kr is de U gecorrigeerd bij de transformatie van een anisotrope tot een isotrope Nuenenlaag.
L (m)	=	afstand tussen de parallel en symetrisch verondersteld sloten en waterlopen.

De horizontale weerstandscomponent in de drainageweerstand is alleen bij waterlopen van substantiële betekenis, a.g.v. de grotere afstanden. De radiale weerstand is m.n. bij sloten een overheersende factor, omdat de grondwaterstroming zich hoofdzakelijk in het afdekkend pakket afspeelt. Deze toplaag wordt gekenmerkt door een sterke anisotropie in verticale en horziontale doorlatendheid. Voor de berekening van stromingsweerstanden in zo'n pakket is het noodzakelijk dat eerst transformatie tot een homogeen isotroop pakket plaatsvindt (v.d. Molen).

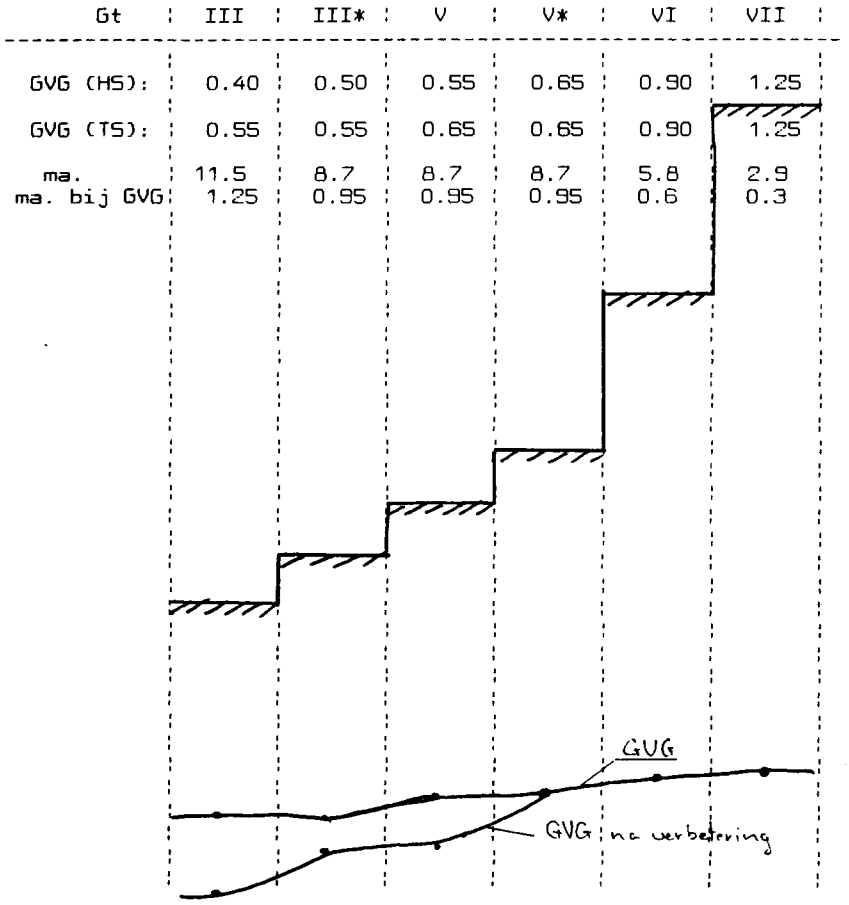
Deze transformatie heeft alleen betrekking op de radiale stromingswerstand (Wr en wel op de componenten in de x-richting.
Dit houdt in dat:

- Kr = kh.kv.
- U' = bodembreedte x $\frac{Kv}{kh}$ + 2 x waterdiepte

(de lengte van natte talud wordt gelijk aan de waterdiepte omdat de horizontale component in de berekening zeer klein wordt).

Op basis van kaartmateriaal en veldkennis zijn per Gt-klasse gemiddelde waarden afgeleid voor waterloop- en slootafstanden, bodembreedtes en waterdiepten (in GVG en GHG situatie).

Uitgaande van een homogeen geschematiseerd geohydrologisch profiel kan het verschil in (huidige) Gt's alleen verklaard worden door een verschil in topografie en intensiteit van de ontwateringsmiddelen. Aangezien reeële sloot- en waterloopafstanden zijn ingevoerd (inventarisatie) kan het verschil in Gt's alleen nog verklaard worden door de topografie, ofwel de maaiveldhoogte t.o.v. de ontwateringsbasis (zie fig. 6.3.2.). Omdat de natte linten deel uitmaken van een communicerend systeem is de hoogteligging van het maaiveld t.o.v. de ontwateringsbasis per Gt-klasse gedifferentieerd.



Gt : grondwatertrap
GVG : gemiddelde voorjaarssituatie (m.- m.v.)
(HS): huidige situatie (m - m.v.)
(TS): toekomstige situatie (m - m.v.)
ma : maatgevende afvoer ($mm - d^{-1}$)

fig. 6.3.6.4. Relatie Gt, topografie en ontwateringsbasis

De berekening van de q/h-relaties in de GVG-situatie is m.b.t. sloot/waterloop afstanden, gebaseerd op natte cq. watervoerende elementen.

Dit heeft geleid tot de in bijlage 6.2.3. afgebeelde q/h relaties. Aan de linkerkant van de Y -as in de grafieken zijn de q/h-relaties voor de superpositieberekening vanuit de GVG-situatie weergegeven. Vanuit het 0-punt is de relatie tussen extra afvoer en grondwaterstandsdaling aangegeven.

6.3.3. Randen van het modelgebied

In het programma kunnen voor zowel de randknooppunten als de interne knooppunten uit- of ingaande fluxen worden vastgelegd. Zoals in bijlage 6.2.1. is te zien, is de stromingsrichting van het watervoerend pakket globaal ZZW-NNO gericht. Aangezien de vorm van het modelgebied is afgestemd op deze stromingsrichting, lijkt het gerechtvaardigd de "zijwanden" van het modelgebied als ondoorlatend te veronderstellen. Voor alle punten op deze zijwanden is de in- en uitgaande flux op nul gesteld.

6.3.4. Secundair systeem

De in het modelgebied aanwezige hoofdbeken als Reusel en Rosep zijn weliswaar tot vaste elementen van het geohydrologisch systeem gerekend, doch vanwege hun afmetingen en peilbeheersing (Reusel) in de GVG-situatie is dit maar betrekkelijk. Door hun grotere invloed op het isohypsenpatroon van het freatisch grondwater zijn deze twee beken wel als apart secundair systeem ingevoerd, geprojecteerd op het knooppuntennet. Het gestuwde peil van de Reusel kan eigenlijk als randvoorwaarde worden beschouwd.

(Voorjaars)waterpeilen en bodemdieptes

Bij het vaststellen van de in te voeren gegevens per knooppunt is gebruik gemaakt van de DIWA-berekeningen (Dimensionering Waterlopen). Met dit rekenprogramma is per leidingvak, gegeven de recent opgenomen dwars- en lengteprofielen, kunstwerken, ontwerpafvoer, de waterstand berekend bij verschillende afvoerhoeveelheden. Deze zijn vertaald naar gemiddelde waterstanden in de GVG-situatie (ongeveer 10% van de maatgevende afvoer). Voor de Reusel is hierbij uitgegeven van de gehanteerde stuwpeilen in de verschillende vakken.

Reusel

Zoals vermeld, wordt het peil van de Reusel beheerst m.b.v. stuwen. Voor het gedeelte van de Reusel buiten het RVK-blok (Achterste Stroom), zijn peilen gehanteerd uit een gerealiseerd verbeteringsplan van 1965. Deze zijn geverifieerd met behulp van langjarige peilregistratiegegevens van het Waterschap de Dommel.

Rosep

Het peilverloop van de Rosep in een gemiddelde voorjaarsituatie is rekenkundig afgeleid uit de beschikbare DIWA-berekeningen. Hiertoe zijn vuistregels gehanteerd om de waterdiepte bij een Q van 10% van de maatgevende afvoer te berekenen. De hieruit afgeleide waterpeilen zijn tezamen met weerstandsgegevens per knooppunt ingevoerd.

6.4. RESULTATEN

6.4.1. Van simulatie naar superpositieberekening

Als een nummeriek model werkt, wil dat nog niet zeggen dat de resultaten ook juist zijn en de werkelijkheid benaderen. Het model moet dan in de meeste gevallen eerst gecalibreerd worden. Dit gebeurt door de berekende grondwaterstanden en fluxen te vergelijken met gemeten waarden of anderszins realistisch zijn.
Om de berekende waarden in overeenstemming te brengen met gemeten of reële waarden kunnen parameters worden bijgesteld waarna een nieuwe berekening gemaakt kan worden (calibratie).

Bij de modelinvoer bestond onzekerheid omtrent met name de c-waarde van de toplaag en de q/h-relatie van het oppervlaktewater-systeem, omdat beide nauw met de vrij onbekende opbouw van de toplaag samenhangen. Tevens ontbraken uiteraard afvoergegevens voor een gemiddelde voorjaarssituatie. Omdat betere gegevens over de toplaag niet direct voorhanden waren, is er in eerste instantie vanuit gegaan dat de c-waarde van de toplaag, gezien de verschillen in dikte, juist over het gebied verdeeld was. Voor de calibratie van het model is dan ook voornamelijk gewerkt met de q/h-relatie.

Nadat uit de berekeningen van de huidige situatie bleek dat de berekende stijghoogten van het freatisch grondwater te laag bleven (t.o.v. de uit Gt's afgeleide GVG's) is getracht via andere wegen, verandering van c- en kD-waarden, tot een bevredigende overeenstemming te komen. Uiteindelijk bleek de topografie, naast het gebrek aan voldoende concrete meetgegevens, het grootste struikelblok te zijn voor een juiste calibratie. Met name de grote hoogteverschillen per knooppunt veroorzaakten irrieële fluxen in het oppervlakteafvoersysteem. Dit hangt samen met de vrij grote knooppuntsafstanden (500 m) en de moeilijkheid een representatieve hoogte voor een invloedsgebied (25 ha) te bepalen (hoogtekaart met tranches van 0.25 m).
Om deze problemen te omzeilen is uiteindelijk gekozen voor een superpositieberekening met hetzelfde model. Hierin worden per subregio direct de veranderingen in stijghoogtes en fluxen berekend als gevolg van (lokale) waterhuishoudkundige ingrepen.
Een groot voordeel hiervan is dat de nieuwe situatie (met ingrepen) berekend wordt vanuit de huidige grondwaterstanden (GVG situatie) en waarin de maaiveldshoogtes niet meer van belang zijn.
Het nadeel van deze benadering is de onzekerheid inzake de juiste waarde van de ingevoerde hydrologische parameters (c-waarden en q/h-relaties van de niet-ingreepgebieden).

De eerste superpositie-berekeningen waren nog gebaseerd op een indeling in 19 subgebieden. Dit resulteerde in onwaarschijnlijk grote en omvangrijke verlagingen. Hierdoor ontstond de behoefte tot een meer gedetailleerde indeling in subregio's i.v.m. respectievelijk de relatie tussen Gt-klasse en landbouwkundige verbeteringsbehoefte, natte gebieden die niet verbeterd worden (natuurgebieden, reservaatsgebieden en weidevogelgebieden) en gebieden die geen verbetering behoeven. Een uitbreiding van het aantal subregio's tot 41 was hiervan het gevolg. Ook de meer nauwkeurige indeling naar enkelvoudige Gt-klassen heeft hierbij een rol gespeeld.

Opgemerkt wordt dat wellicht ook de grove indeling van het modelgebied in een beperkt aantal subgebieden debet is geweest aan de minder goed geslaagde calibratie.

Om de gevoeligheid van de c en q/h parameters op de berekende veranderingen in stijghoogtes (freatisch en le w.v.p.) aan te geven zijn de berekningen herhaald met gevarieerde waarden.

6.4.2. Superpositie

De 41 subgebieden zijn in 3 catgeoriën verdeeld (zie bijlage 1):

A Subgebieden met actieve ingrepen in de ontwatering. Dit betreft gebieden met Gt III, III, en III* en V.
De beoogde verlagingen van GHG's zijn, inclusief de niet bedoelde verlagingen van de GLG, vertaald in verlagingen van de GVG.
De verlagingen van de GVG's zijn voor de betreffende subgebieden opgelegd in de superpositie-berekeningen, door het vastzetten van de freatsiche niveaus op de gewenste daling van de diverse GVG's.

B Subgebieden waarvan de bestaande waterbeheersing niet verbeterd mag c.q. zal worden (ten dele wordt zelfs vernatting voorgestaan). Dit betreft relatienotagebieden, weidevogelgebieden en natuurgebieden, gekenmerkt door een relatief natte situatie (Gt).
In deze gebieden wordt het huidige freatisch niveau (de GVG) vastgezet, eventuele peilverhoging (reservaatsgebieden) is buiten beschouwing gelaten.

C Subgebieden waarvan de waterhuishoudkundige situatie geen verbetering behoeft of niet verbeterd wordt. Dit betreft niet alleen cultuurgronden met drogere Gt's, maar ook bos- en natuurgebieden.
Als gevolg van ingrepen elders (A) kunnen deze subgebieden wel beïnvloed worden (stijghoogte le w.v.p. en freatisch niveau).
De mate van beïnvloeding is daarbij o.a. afhankelijk van de eerder afgeleide q/h-relatie.

Het voordeel van deze benadering is dat het toekomstige beheer van het freatisch (grond-)water, peilverlaging en conservering, gemakkelijk kunnen worden gesimuleerd. Het model berekent vervolgens het effect op de stijghoogtes van het le watervoerende pakket en de overige freatische stijghoogtes.

De 41 subgebieden, opgebouwd uit de bovenvermelde 3 categoriën, zij genummerd weergegeven op bijlage 6.2.2. In navolgende tabel 6.4.2. zijn per subgebied de categorieaanduiding (A,B of C), de Gt en/of de mate van GVG-verlaging weergegeven.

Tabel 6.4.2.

Subgeb. nr.	Categorie	Gt of GVG-verlaging	Subgeb. nr.	Categorie	Gt of GVG-verlaging
1	C	V*	6.1	A	GVG vast op - 10 cm
2	C	V*	6.2	C	VI
3	C	V*	6.3	C	III*
4	C	VI	6.4	C	V
4.1	A	GVG vast op - 10 cm	7	C	VI
4.2	B	GVG vast op 0 cm	7.1	C	VI
4.3	B	GVG vast op 0 cm	7.2	A	GVG vast op - 10 cm
4.4	C	VI	7.3	A	GVG vast op - 15 cm
4.5	C	V*	7.4	C	V
4.6	A	GVG vast op -15 cm	7.5	C	VII
5	C	VI	7.6	C	III*
5.1	A	GVG vast op - 15 cm	7.7	C	V*
5.2	C	V*	8	C	VI
5.3	A	GVG vast op - 10 cm	8.1	C	III
5.4	B	GVG vast op 0 cm	8.2	C	V
5.5	C	V*	9	C	VI
5.6	B	GVG vast op 0 cm	9.1	B	GVG vast op 0 cm
5.7	C	V*	9.2	C	III
5.8	A	GVG vast op - 15 cm	10	C	VI
6	C	V*	10.1	C	III*
			11	C	VI

6.4.3. Gevoeligheidsanalyse

6.4.3.1. Aanpak

Om na te gaan wat de gevoeligheid van de waarde van de parameters (c-waarde en de afvoer in de q/h-relatie) op de berekende effecten is, is gekozen voor een eenvoudige aanpak.
Voor het gehele gebied worden de oorspronkelijke waarden van deze parameters vergroot c.q. verkleind (fig. 6.4.3).

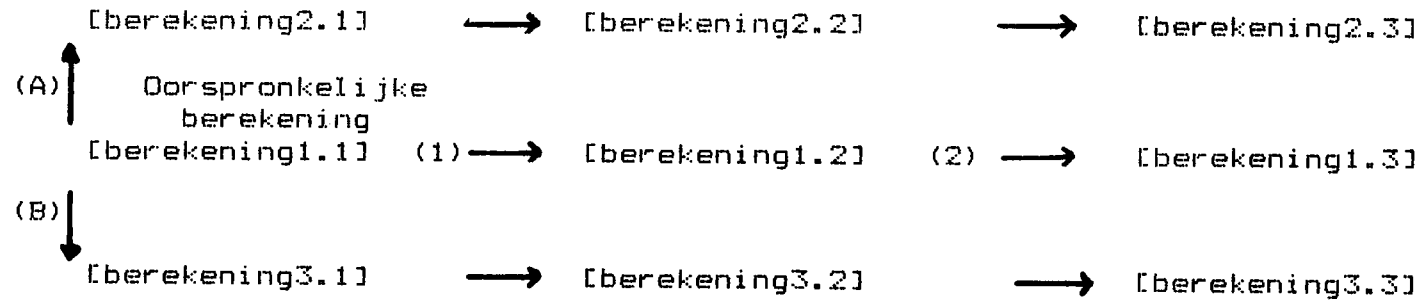


Fig. 6.4.3. Berekeningsschema van de gevoeligheidsanalyse

De vergelijking en presentatie van de verkregen berekeningsresultaten (de gevoeligheidsanalyse) is gebaseerd op de volgende methodiek. In deze methodiek worden de standaard-afwijkingen van de berekende stijghoogten in het eerste watervoerende pakket vergeleken met de oorspronkelijke berekening. Hierbij worden de stijghoogtes van alle knooppunten van het model in beschouwing genomen.
De resultaten zijn in tabelvorm weergegeven in par. 6.4.3.2., alsmede in grafische vorm in bijlage 6.2.4. Hierbij zijn eerst de horizontale en vervolgens de verticale verbanden weergegeven, overeenkomstig het berekeningsschema in fig. 6.4.3.

6.4.3.2. Resultaten

De met de gevoeligheidsanalyse berekende effecten zijn vergeleken met die van de originele berekening. De verschillen, uitgedrukt in mm's potentiaal verschil in het 1e w.v.p., zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Afwijkingen in mm's potentiaalverschil van het 1e w.v.p.
Voor toelichting zie rekenschema in fig. 6.4.3.

Horizontaal verband				Vertikaal-verband			
: 1-1	2-1	3-1		: 1-1	1-2	1-3	
1-1 : -			2-1	: 0.24			
1-2 : 0.25			1-1	: -			
1-3 : 0.48			3-1	: 0.54			
2-1 :	-		2-2	:	0.20		
2-2 :	0.12		1-2	:	-		
2-3 :	0.40		3-2	:	0.37		
3-1 :		-	2-3	:		0.16	
3-2 :		0.33	1-3	:		-	
3-3 :		0.63	3-3	:		0.36	

In bijlage 6.2.4. is deze tabel grafisch weergegeven.

Ter toelichting van de gehanteerde codes (zie ook fig. 6.4.3.) moge het volgende dienen:
- in verband met variatie in c-waarden en q/h-relaties zijn in totaal 9 modelberekeningen uitgevoerd, die in verschillende combinaties met elkaar zijn vergeleken; code 1-1 geeft de originele berekening aan;
- in horizontaal verband (linker tabel) neemt de c-waarde toe van 100% (1-1, 2-1 en 3-1) tot resp. 200% (1-2, 2-2 en 3-2) en 400% (1-3, 2-3 en 3-3). Van de series tussen haakjes geeft de eerste combinatie een q/h-relatie aan met een q van 100% (1-1, 1-2 en 1-3), de tweede code een 50% verhoging van de q (2-1,2-2 en 2-3) en de derde een 50% verlaging van de oorspronkelijke q (3-1, 3-2 en 3-3). In de linker tabel komt de gevoeligheid van de c-waarde tot uitdrukking,
- in verticaal verband (rechter tabel) komt de invloed van een andere q in de q/h-relatie tot uitdrukking.

Op grond van de uitgevoerde analyse zijn de volgende indicaties te geven met betrekking tot de gevoeligheid van de resultaten voor verschillende parameterwaarden.

Bij alle doorgerekende parameter-alternatieven blijkt de gevoeligheid niet al te groot.

Per parameter zijn de volgende indicaties te geven:

- De c-waarde
  De waarde voor deze parameter heeft nog de meeste invloed op de potentialen van het 1e w.v.p.
  Een verhoging van de c-waarde leidt tot een demping van de kwel en de inzijging. Dit geldt met name voor subregio's met peilverlaging.

- De q-waarde in de q/h-relatie
  Het model is niet erg gevoelig voor afwijkingen in het grondwater-afvoersysteem. Verlaging van de flux (afvoer q) heeft in alle gevallen een grotere invloed op de potentialen van het 1e w.v.p., dan een vergroting van de flux. De effecten van afwijkende parameterwaarden treden het sterkst op in combinatie met lage c-waarden.

6.4.4. Stijghoogteverlagingen rond het Kolkven

Het effect van de omschreven waterhuishoudkundige ingrepen op de isohypsen van het eerste watervoerende pakket zijn in bijlagen 6.2.5.a t/m d in kaart gebracht.
Op deze kaarten is de verlaging van de voorjaarsisohypsen van het 1e w.v.p. in iso-lijnen aangegeven voor het gehele modelgebied.

Behalve het "verlagingsbeeld" van de (standaard-)berekeningen 1-1, 1-2 en 1-3 is ook het verlagingsbeeld van berekening 3-3 opgenomen omdat deze berekening de grootste stijghoogte-verlaging van het 1e w.v.p. bij het Kolkven weergeeft.

Mede op grond van de gevoeligheidsanalyse voor de meest relevante parameterwaarden kan voor het Kolkven gesteld worden dat het effect van de waterhuishoudkundige ingrepen zullen resulteren in een potentiaalverlaging van het 1e w.v.p. van 1,5 à 3 cm in de GVG-situatie.
Gelet op de (zeer) geringe verlaging van de stijghoogte in het 1e w.v.p. voor de GVG-situatie rond het Kolkven wordt, gegeven de gereduceerde doorwerking hiervan op freatische grondwaterstanden, een effect-beschrijving voor de terrestische ecosystemen niet relevant geacht.

7. CONCLUSIES

A. Het locatie-gerichte hydrologisch onderzoek rond het Groot Kolkven heeft geresulteerd in de volgende bevindingen.

1. Waterbalans 1986; het op grond van verdampingsoverschot gegenereerde peilverloop van het ven blijkt in de periode 30 juni t/m 30 november hoger te zijn dan het gemeten peilverloop (max. verschil 0.10 m); dit duidt op wegzijging naar het le w.v.p.

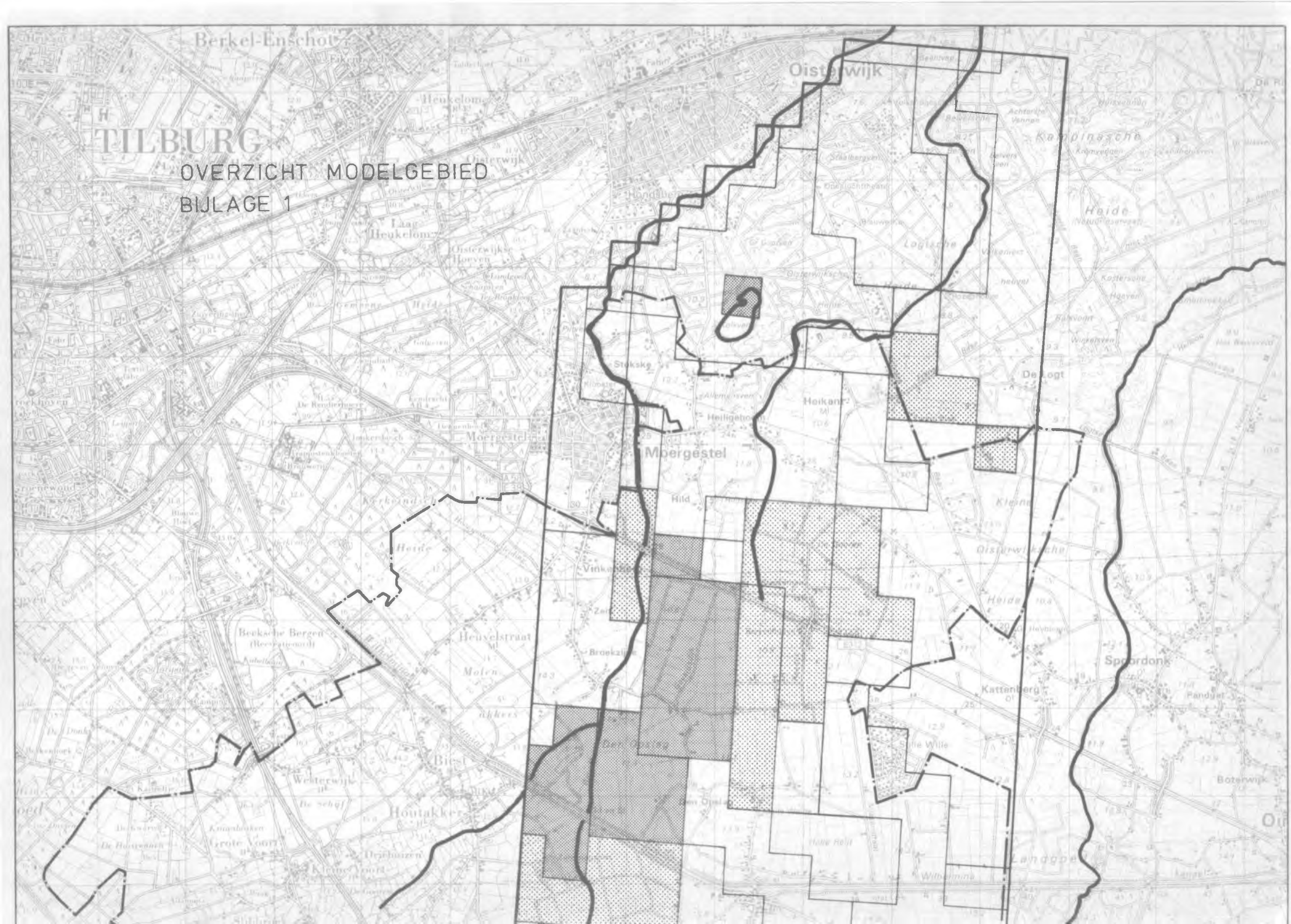
2. De metingen van grondwaterpotentialen + venpeil en de analyses + typeringen van de waterkwaliteit in en rond het Kolkkven, duiden op de aanwezigheid van een "kwelvenster" vanuit het le w.v.p. De weerstandbiedende leem- en veenlagen in de directe omgeving van het ven reduceren in sterke mate de potentiële kwel en wegzijging (le w.v.p) en eveneens de toestroming van freatisch grondwater uit de hogere omgeving naar het Kolkven.
Onder het Kolkven zijn deze weerstandsbiedende lagen minder ontwikkeld of sterk geërodeerd. Hierdoor ontstaan preferente stroombanen tussen het le w.v.p. en het Kolkven. Dit wordt bevestigd door de sterke gelijkenis in samenstelling en typering van het grondwater in het le w.v.p. en die van het Kolkven. Tot medio juni is er sprake van overdruk in het le w.v.p. (kwel), daarna treedt in de noordelijke helft van het ven wegzijging op. De stijghoogte van het venpeil wordt gelimiteerd door een overlaat naar de Rosep.

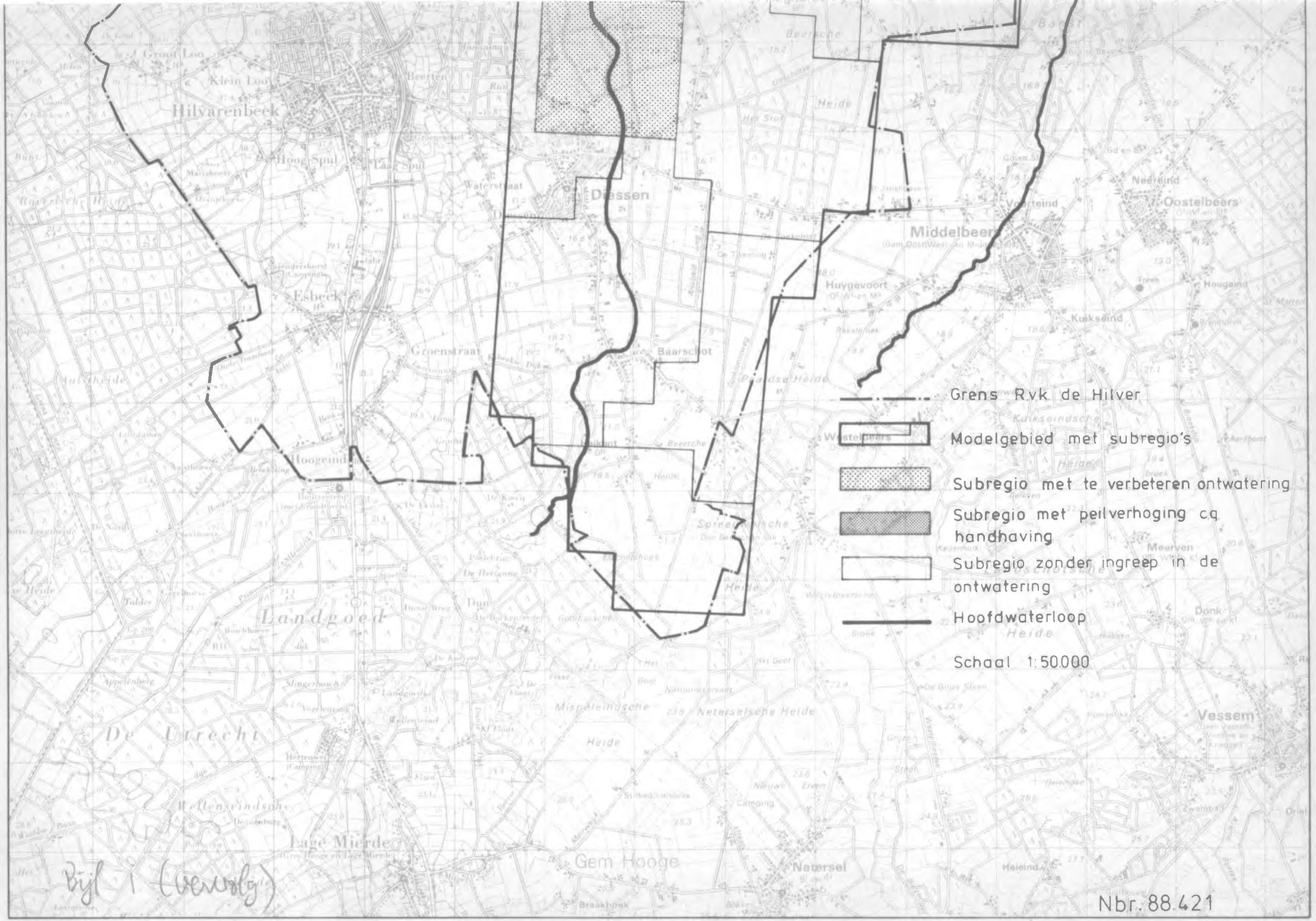
B.1. De hydrologische modelstudie naar de effecten van ontwateringswerken in delen van "De Hilver" voor de stijghoogte van het le w.v.p. onder de Oisterwijkse vennen is gericht op een langjarige gemiddelde voorjaarssituatie. Gerekend is met de staionaire versie van het nummeriek model FEMSAT.

2. De modelcalibratie om berekende waarden in overeenstemming te brengen met "bekende" stijghoogten in freatisch- en le w.v.p. pakket is niet op bevredigende wijze gelukt als gevolg van:
- aanvankelijk te grove indeling in subgebieden;
- geen langjarig gemiddelde voorjaars isohypsen le w.v.p. (gebruikt zijn TNO-DGV-gegevens van '79);
- freatische grondwaterstanden op schematische wijze afgeleid uit Gt-gegevens;
- geen afvoergegevens;
- een relatief grote knooppuntsafstand (500 m), waardoor het invoeren van een representatieve maaiveldhoogte in het reliëfrijk gebied moeilijk is.

3. Vervolgens is gekozen voor een superpositie-berekening met hetzelfde model, waarin de 41 homogene subgebieden zijn verdeeld in de categoriën wel/niet actieve ingreep in de ontwateringssituatie. De ontwateringsingreep is vertaald in gedifferentieerde verlagingen van de GVG, afgeleid uit de economische evaluatie van het concept-voorontwerp. Hierin zijn verlagingen van de GHG en GLG weergegeven.

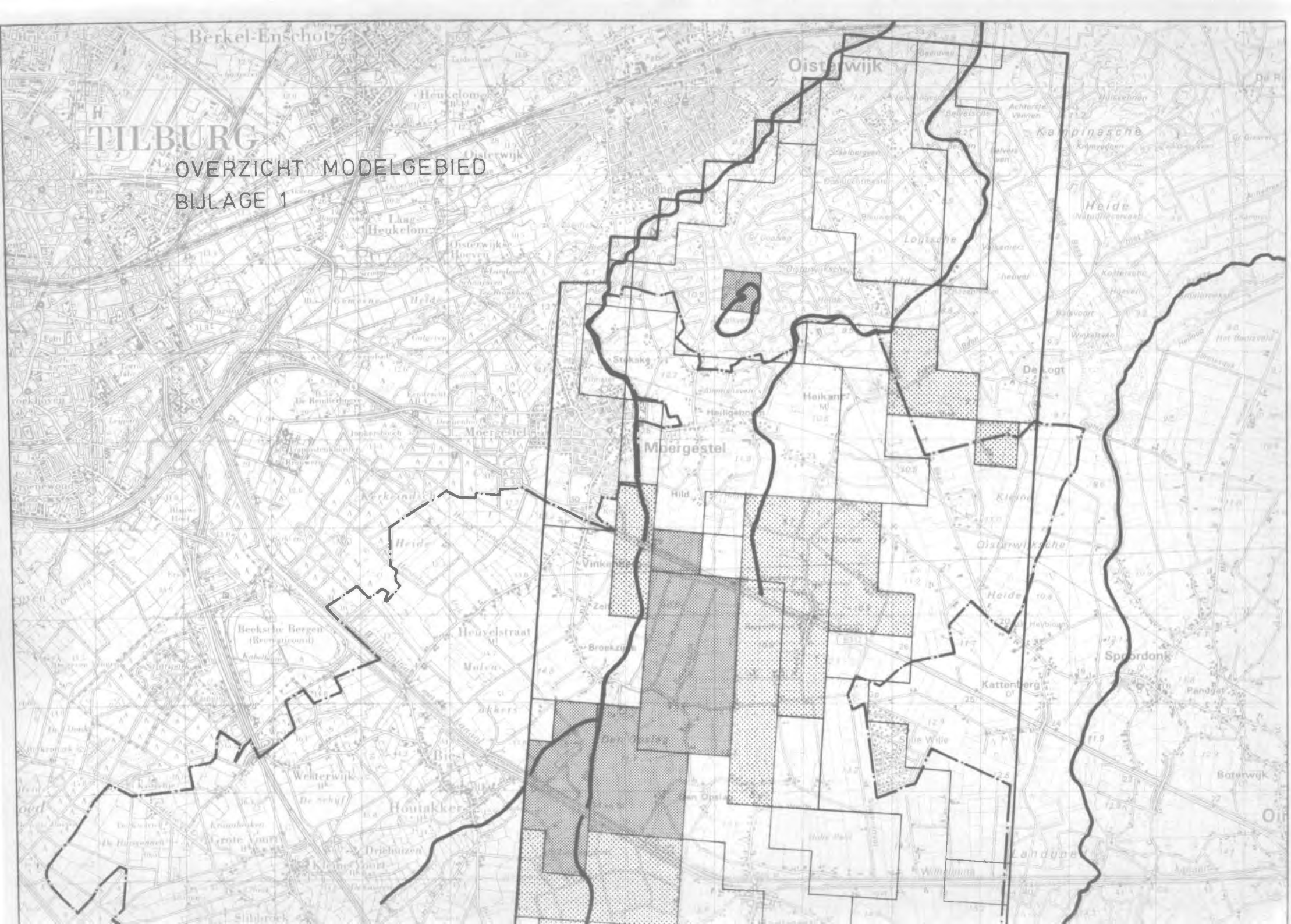
4. De berekende verlaging van de voorjaars isohypsen van het le w.v.p. ter hoogte van het Kolkven bedraagt 0.02 m. Vanwege onzekerheid over de juistheid van de ingevoerde parameters is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierin is de c-waarde met resp. 200% en 400% verhoogd, de afvoer in de q/h-relatie met resp. 50% verhoogd of verlaagd. De uiterste waarden van deze gevoeligheidsanalyse bij alle mogelijke combinaties van beide parameters laten voor het le w.v.p. rond het Kolkven een potentiaaldaling zien van 0.015 m tot 0.03 m.


TILBURG
OVERZICHT MODELGEBIED
BIJLAGE 1
Berkel-Enschot
Oisterwijk
Moergestel
Heide
Spoordonk
Boterwijk
Heuvelstraat
Biest
Houtakker
De Logt
Kattenberg



Bijl 1 (vervolg)

Nbr. 88.421

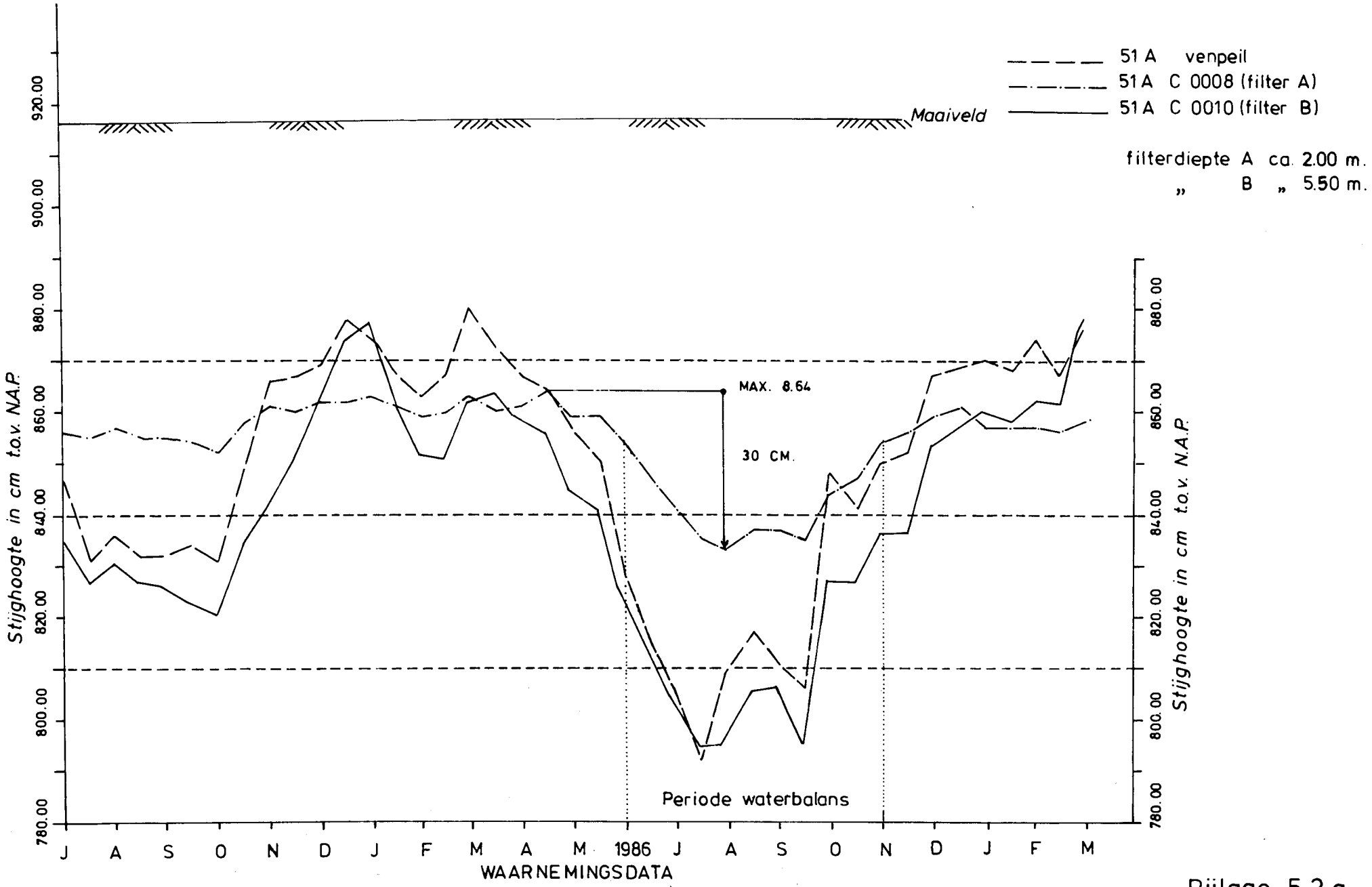

TILBURG
OVERZICHT MODELGEBIED
BIJLAGE 1
Berkel-Enschot
Oisterwijk
Moergestel
Heide
Kampinasche
De Logt
Spoordonk
Kattenberg
Boterwijk
Beekse Bergen
Houtakkers
Wetterwijk
Biest
Heuvelstraat

5. De berekende potentiaaldaling betekent een daling van ca. 5% van de in het voorjaar van 1988 gemeten kweldruk (0.36 m op 14/4) onder het Kolkven. De verandering in kwel naar dit ven is niet berekend. In een gemiddeld jaar zal het omslagtijdstip van kwel naar wegzijging en omgekeerd enigszins kunnen verschuiven, althans voor de noordelijke helft van het Kolkven.

C. Gegeven de berekende daling van de voorjaarspotentiaal van het 1e w.v.p., is afgezien van een ecologische effect-voorspelling voor de terrestische ecosystemen in de lage en natte delen van het vennengebied. Het effect wordt als zeer marginaal ingeschat, omdat het "land" gedeelte wordt gekenmerkt door het voorkomen van sterk weerstandsbiedende leem- en veenlagen.

D. Resumerend is het (geringe) effect van de voorgenomen ontwateringswerken in "De Hilver" beperkt tot het Kolkven, dat vermoedelijk een kwelvenster is. De mate van kwelvermindering is zeer marginaal. Indien het Kolkven een belangrijke functie wordt toegemeten als distributiebron van "rijker" water te bestrijding van verzuring van andere vennen, is reductie van afvoer naar de Rosep middels verhoging van de overlaat veel belangrijker.

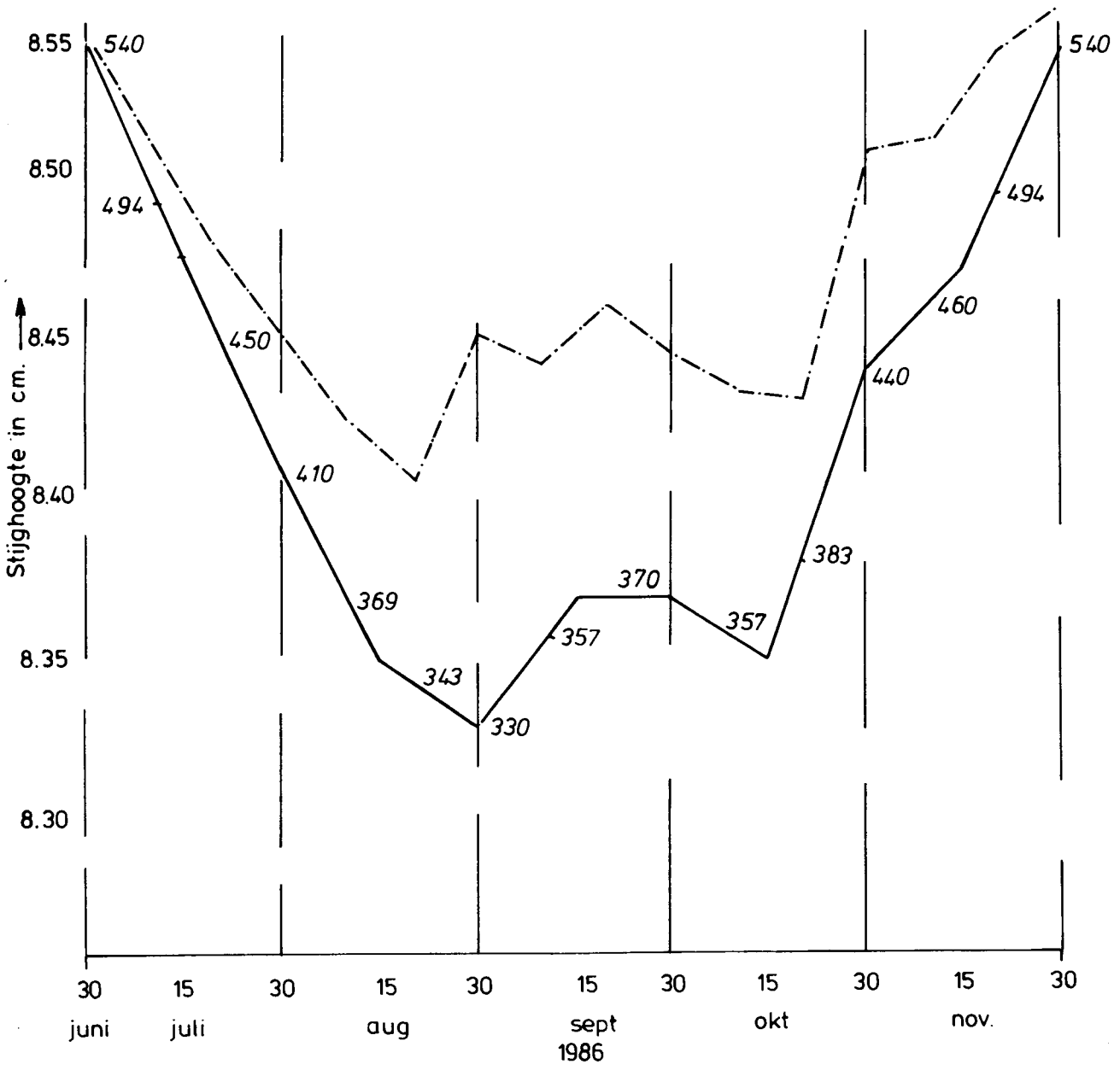
Stijghoogte verloop venpeil en freatische grondwaterstand



Bijlage 5.2.a.

Peilverloop Kolkven





Gemeten peilverloop Kolkven

Gemiddeld peilverloop Kolkven op basis verdampingsoverschot (E_0 - N)

8.60 Overloopniveau. 540 Hoogten in mm. boven 800 m + N.A.P.

Meetlocaties Kolkven

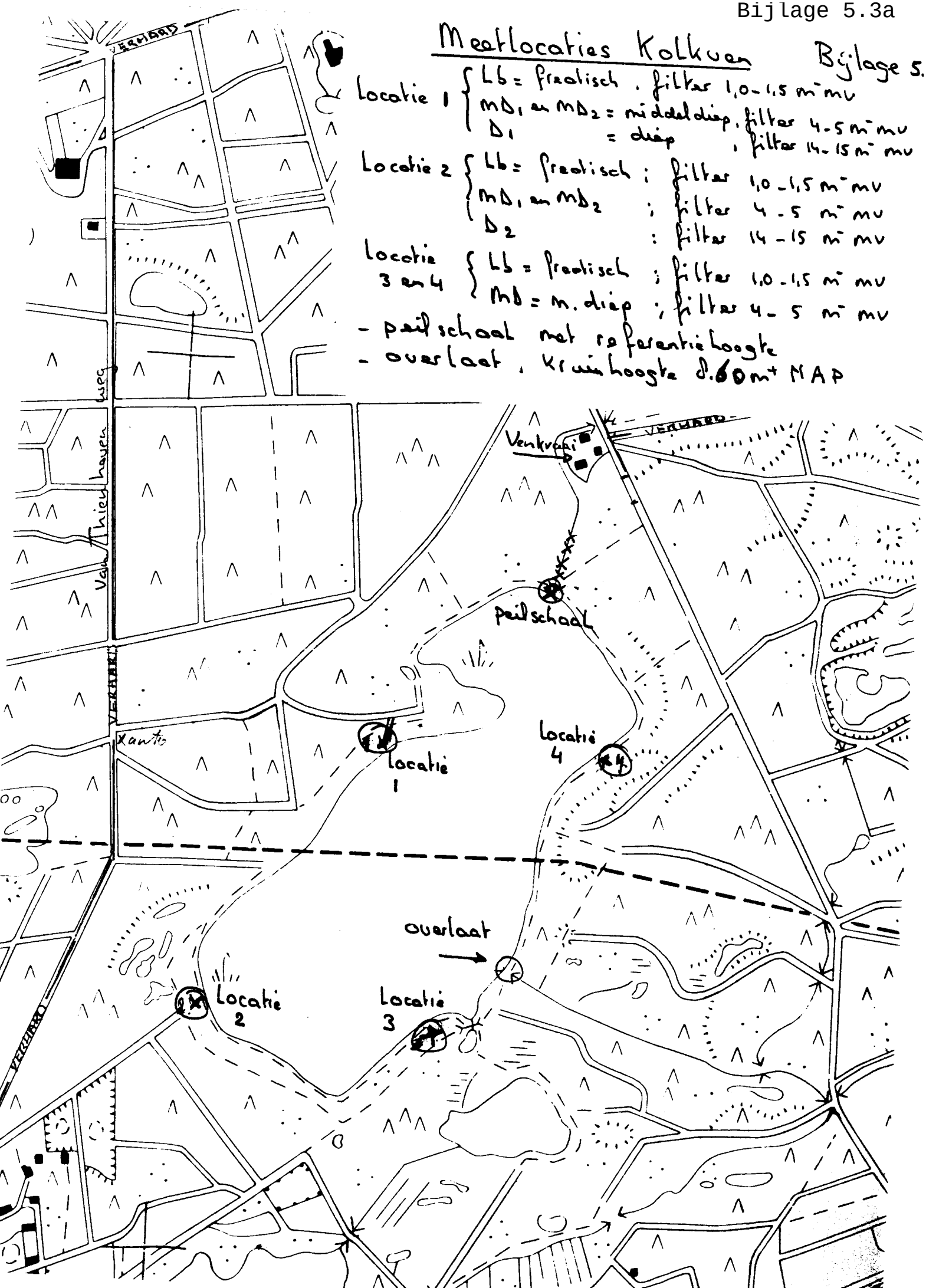
Bijlage 5.3

Locatie 1 { Lb = freatisch . filter 1,0 - 1,5 m mv
mD1 en mD2 = middeldiep . filter 4-5 m mv
D1 = diep . filter 14-15 m mv

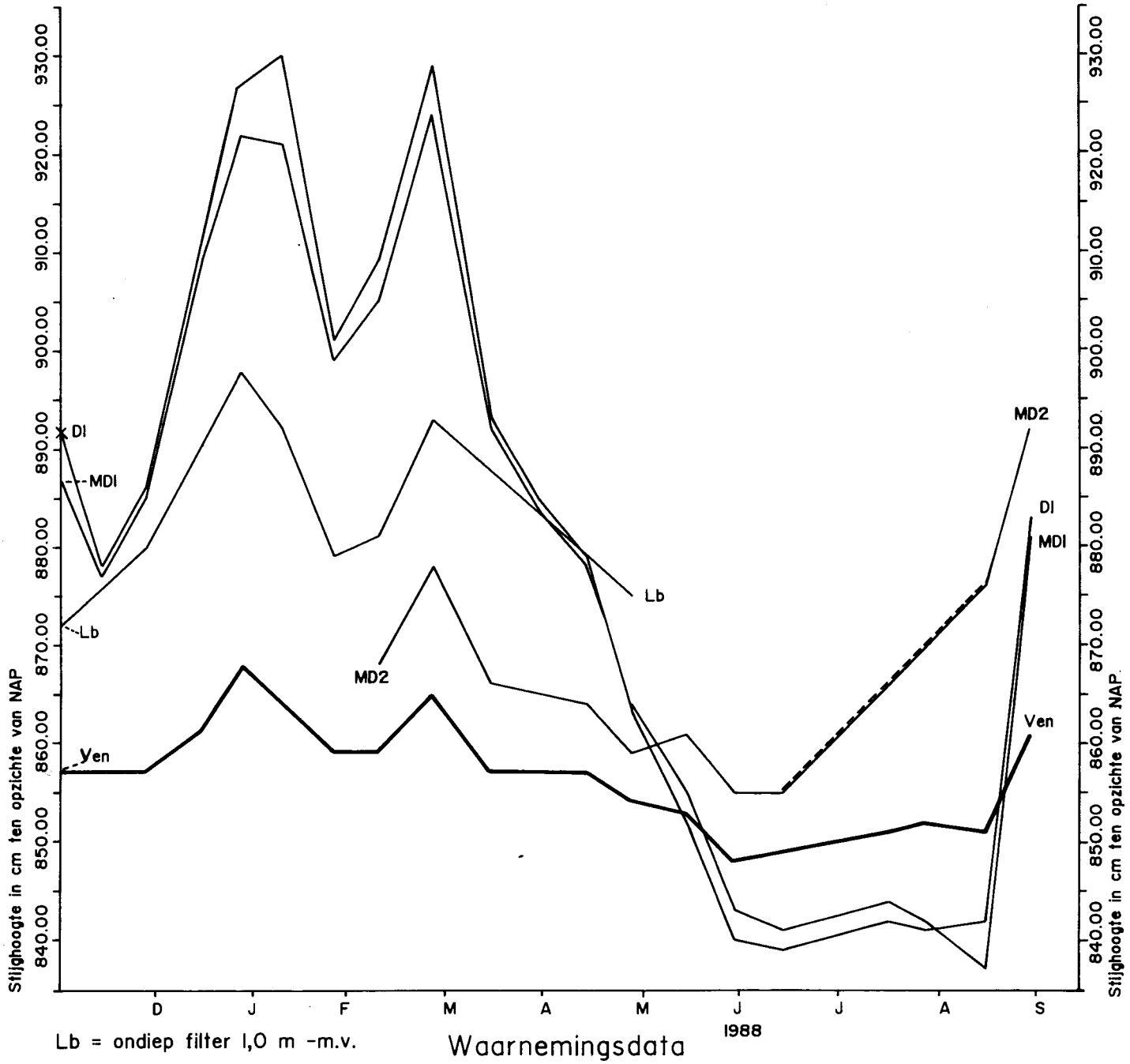
Locatie 2 { Lb = freatisch ; filter 1,0 - 1,5 m mv
mD1 en mD2 ; filter 4 - 5 m mv
D2 : filter 14 - 15 m mv

Locatie 3 en 4 { Lb = freatisch ; filter 1,0 - 1,5 m mv
mD = m. diep ; filter 4 - 5 m mv

- peilschaal met referentiehoogte
- overlaat . kruinhoogte d.60 m+ NAP



Locatie I Kolkven Potentiaal verlopen



Lb = ondiep filter 1,0 m -m.v.

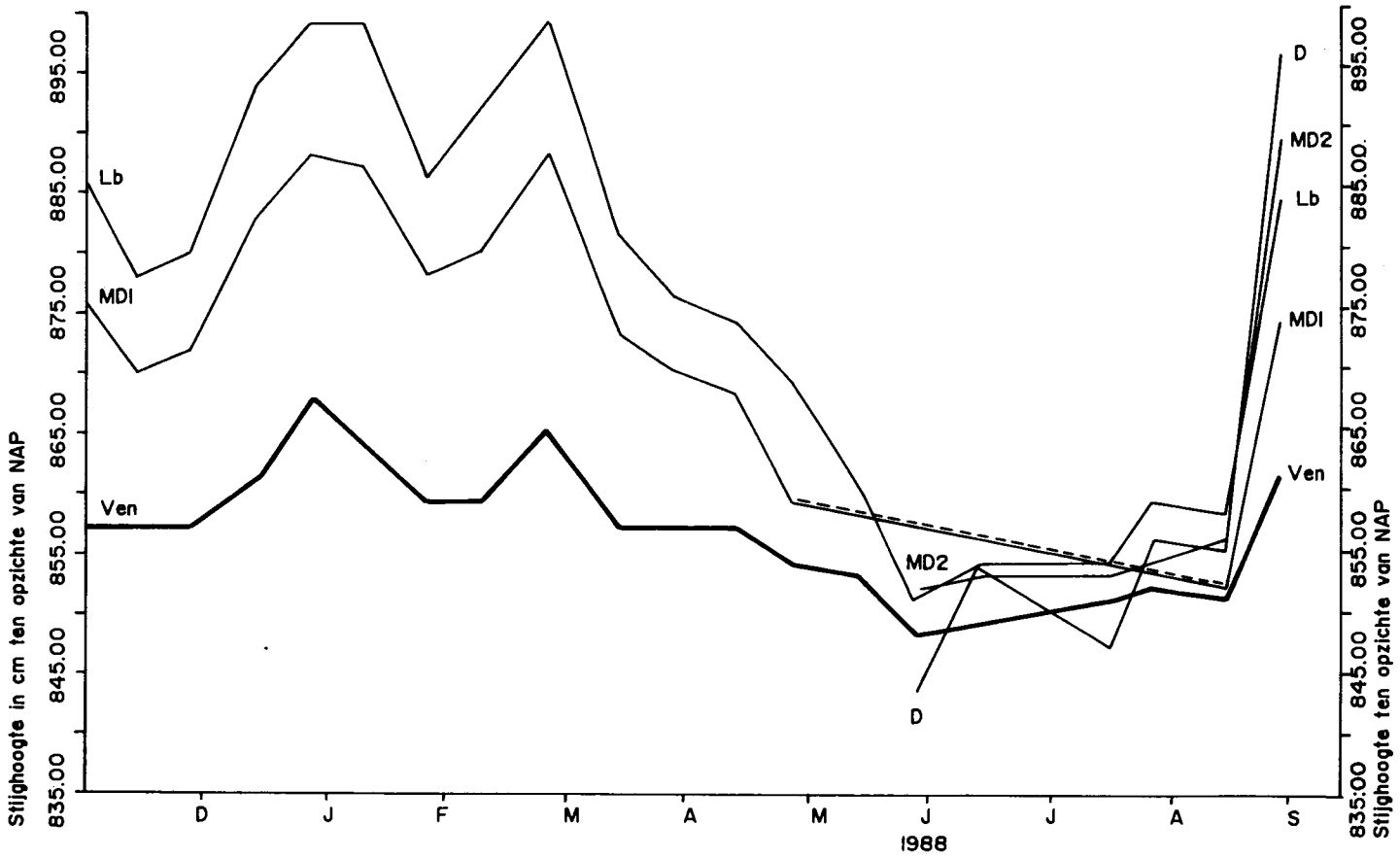
MDI = middeldiep filter 5,0 m -m.v. ; wegens lekkage vervangen door MD2

DI = diep filter 15 m -m.v.

Ven = peil kolkven

----- = geen waarneming

Locatie 2 Kolkven Potentiaal verlopen



Lb = ondiep filter 1,0 m -m.v.

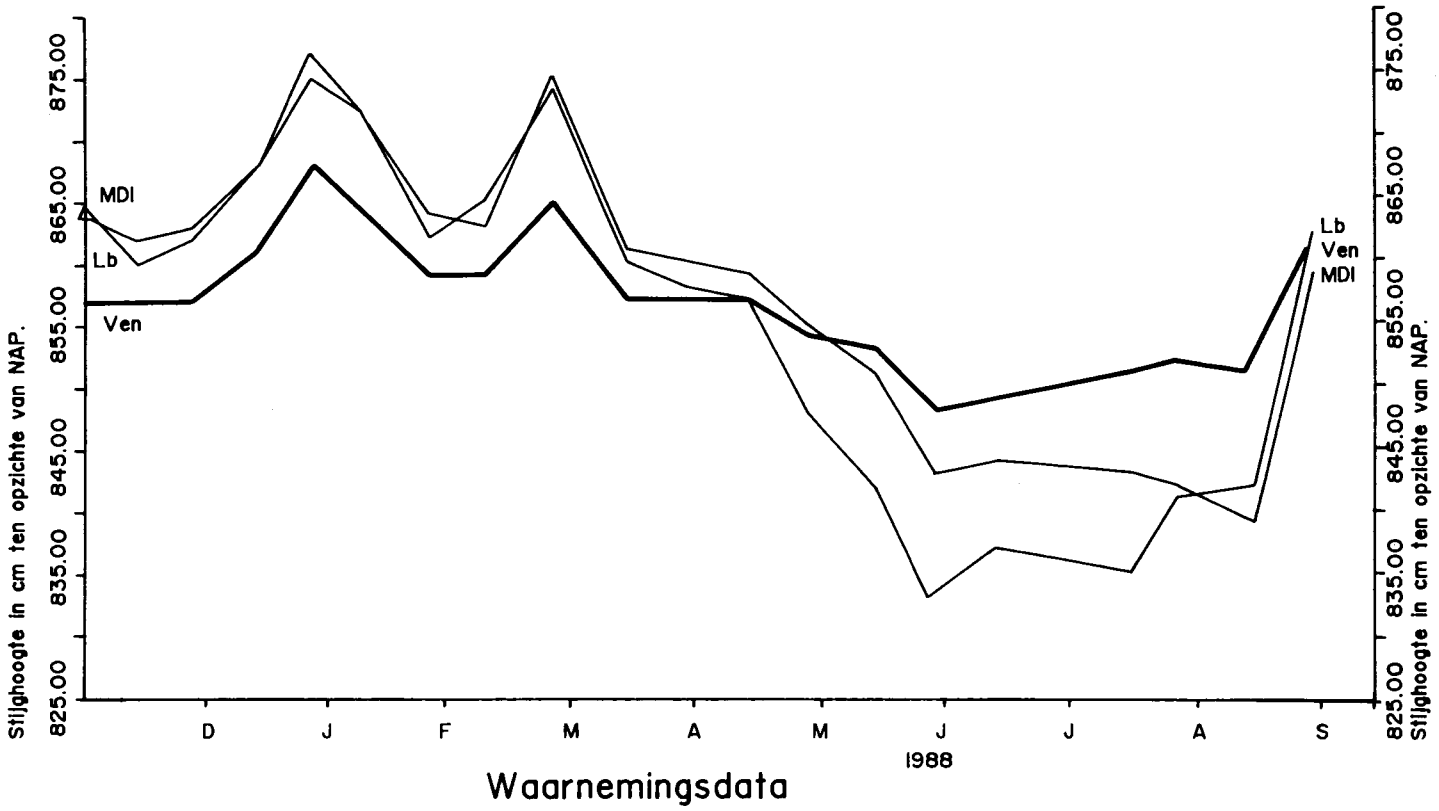
MDI = middeldiep filter 5,0m -m.v. ; wegens zoekraken aangevuld met MD2

D = diep filter 15,0 m -m.v. (enkelvoudig filter)

Ven = peil Kolkven

----- = geen waarneming

Locatie 3 Kolkven Potentiaal verlopen.

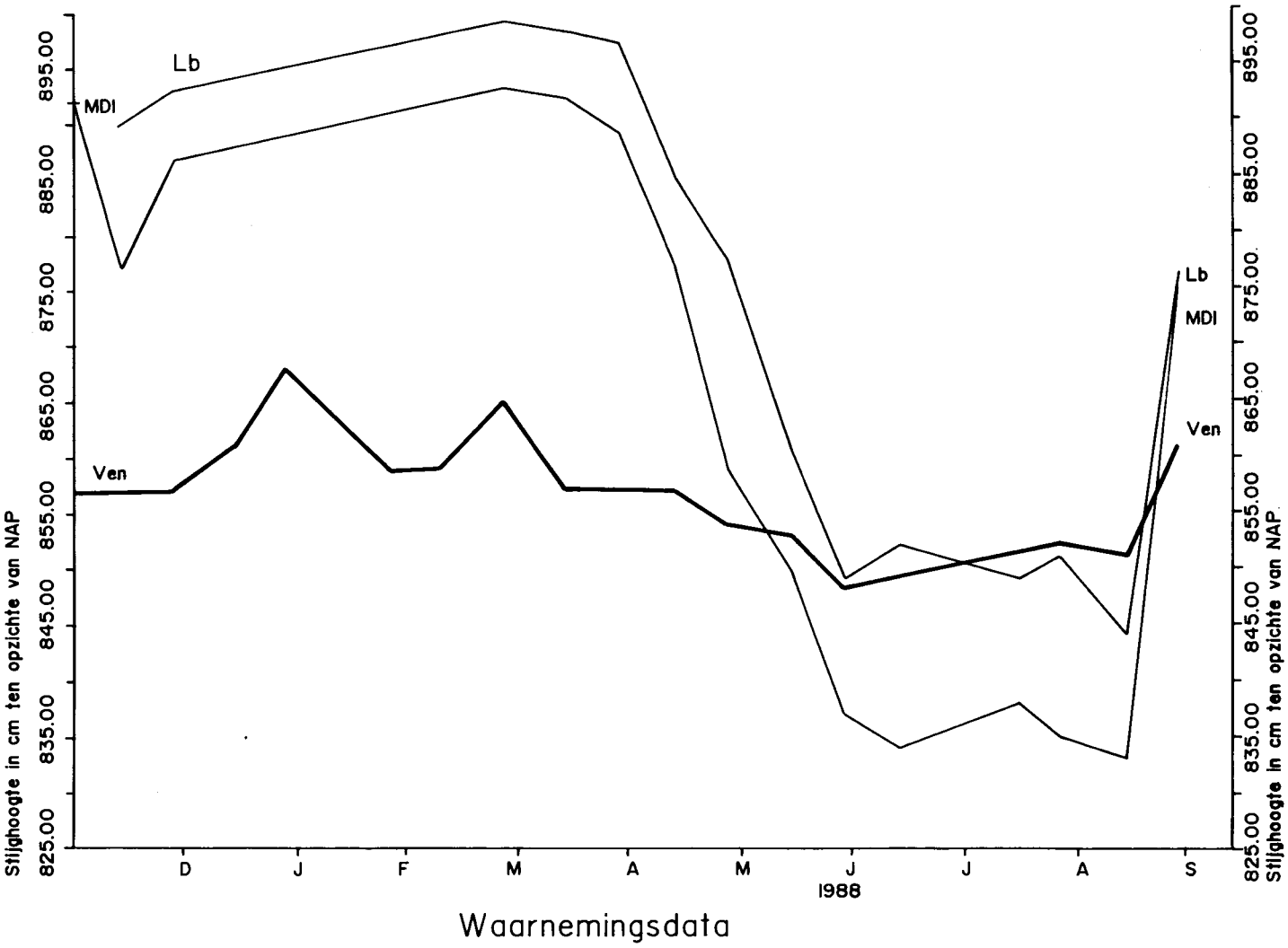


Lb = ondiep filter 1,0 m -m.v.

MDI = middeldiep filter 5,0 m -m.v.

Ven = peil Kolkven

Locatie 4 Kolkven Potentiaal verlopen



Lb = ondiep filter 1,0 m -m.v.

MDI = middeldiep filter 5,0 m -m.v.

Ven = peil Kolkven

Bijlage 5.4.a.

BEDRIJF: Landinrichtingsdienst Noord-Brabant tav. dhr. M.D. Hulsbos

BRIEF NR : L 2750
RAPPORT NR: 1

WATERLEIDINGBEDRIJF MIDDEN-NEDERLAND
LABORATORIUM

Reactorweg 47, 3542 AD Utrecht. Postbus 2124, 3500 GC Utrecht. Giro: 128680. Telefoon: 030-449511

ONDERWERP: Waterkwaliteitsonderzoek ~~Isteringen~~ de Hilver, Kolkven

DATUM van MONSTERNEMING: 16 december 1987 DATUM van ONTVANGST: 18 december 1987

I. 01 : locatie 1 : opp.water
II. fr3 : locatie 3 : Lb
III. MD3 : locatie 3 : MD
IV. MD1 : locatie 1 MD1
V. D1 : locatie 1 D
VI. fr1 : locatie 1 Lb

FYSISCH-CHEMISCH ONDERZOEK	I	II	III	IV	V	VI
Temperatuur in °C						
Kleur, mg Platina per liter	16	420	6	150	25	100 ✓
Geleidingsvermogen in mS.m^{-1} bij 20° C	16,5	12,0	31	9,1	21,0	42
Waterstofexponent (pH) bepaald	7,3	5,1	4,1	5,8	6,6	4,0
Radioactiviteit/restactiviteit in pCi/l						
Kaliumpermanganaatverbruik in mg/l	25	230	33	250	22	450
Chloride (Cl^-) in mg/l	13,5	18,5	18,5	14,0	8,5	36,0
Nitriet (NO_2^-) in mg/l	0,07	0,02	0,01	0,01	<0,01	0,01
Nitraat (NO_3^-) in mg/l	1,2	3,0	47	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfaat (SO_4^{--}) in mg/l	17	18	91	8	7	165
Waterstofcarbonaat (HCO_3^-) in mg/l	58	11	0	23	120	0
Vrij koolzuur (CO_2) in mg/l						
Carbonaat (CO_3^{--}) in mg/l	0	0	0	0	0	0
Fosfaat (PO_4^{---}) in mg/l	0,02	0,03	0,02	0,21	<0,01	0,02
Silicaat (SiO_2) in mg/l						
Ammonium (NH_4^+) in mg/l	1,2	3,5	0,02	4,6	1,5	1,1
Org. ammonium (NH_4) in mg/l	0,40	0,35	0,80	0,30	0,80	2,1
IJzer (Fe) in mg/l		0,85		1,9		52
Mangaan (Mn) in mg/l						
Natriumwaterstofcarbonaat ($NaHCO_3$) in mg/l/m-eq/l						
Aluminium (Al) in mg/l			19,0			15,0
Calcium (Ca^{++}) in mg/l	20,5	3,0	6,5	1,5	27,5	7,0
Magnesium (Mg^{++}) in mg/l	3,3	1,1	2,9	0,6	5,4	4,2
Natrium (Na^+) in mg/l	7,0	13,0	8,5	9,0	9,0	15,5
Kalium (K^+) in mg/l	1,7	2,0	4,0	1,1	2,2	2,0
Totale hardheid mmol /l	0,65	0,12	0,28	0,06	0,91	0,35
~~Waterstofcarbonaathardheid~~ Waterstof H^+ in mg/l			0,12			0,28
Agressiviteit t.o.v. calciumcarbonaat						
Totaal Fosfaat (ongefiltreerd) in mg/l	0,19	1,7	0,22	2,2	0,05	1,2

BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK							
Onderzoek op thermotolerante gistingsbacteriën bij 45° C	X	ml water					
	X	ml water					
Onderzoek op bacteriën van de coligroep, bij 37° C; glutaminezuur	X	ml water					
	X	ml water					
Aanwezigheid van de coligroep bevestigd	X	ml water					
	X	ml water					
Meest waarschijnlijk aantal bacteriën v. d. coligroep per 100 ml							
Aantal kiemen per ml bij 37° C op agar na 48 uren kweken							
" " " " " 22° C " " " 72 " "							

Conclusie:

Utrecht, 19 januari 19 88

Waterleidingbedrijf Midden-Nederland

2.09.03/0.121HD

Bijlage 5.4.b

BEDRIJF: Landinrichtingsdienst Noord-Brabant

BRIEF NR : L 1177
RAPPORT NR: a

WATERLEIDINGBEDRIJF MIDDEN-NEDERLAND
LABORATORIUM

Reactorweg 47, 3542 AD Utrecht - Postbus 2124, 3500 GC Utrecht - Giro: 128680 - Telefoon: 030-449511

ONDERWERP: waterkwaliteitsonderzoek ~~Tolbrugen~~ → Kolkven

DATUM van MONSTERNEMING: 15 juni 1988 DATUM van ONTVANGST: 16 juni 1988

I. Kolkven Dg 1 : locatie 1 D
II. Kolkven frg 1: locatie 1 Lb
III. Kolkven frg 4 : locatie 4 Lb
IV. Kolkven Mdg 1 : locatie 1 MD2
V. Kolkven O 1 : locatie 1 opp. water
VI. Kolkven O 2 : locatie 2 opp. water

FYSISCH-CHEMISCH ONDERZOEK		I	II	III	IV	V	VI
Temperatuur in °C							
Kleur, mg Platina per liter							
Geleidingsvermogen in $mS.m^{-1}$ bij 20° C		23,5	26,5	28,5	19,5	19,0	19,5
Waterstofexponent (pH) bepaald		6,6	4,0	4,1	5,1	7,5	7,5
Radioactiviteit/restactiviteit	in pCi/l						
Kaliumpermanganaatverbruik (ongefiltreerd)	in mg/l	9,5	1600	28	90	37	60
Chloride (Cl^-)	in mg/l	6,5	20	16,0	16,5	16,5	16,0
Nitriet (NO_2^-)	in mgN/l	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Nitraat (NO_3^-)	in mgN/l	<0,1	0,3	10,8	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfaat (SO_4^{--})	in mg/l	1,0	89	82	59	18	16
Waterstofcarbonaat (HCO_3^-)	in mg/l	150	0	0	8	77	76
Vrij koolzuur (CO_2)	in mg/l		0,47	0,20			
Carbonaat (CO_3^{--})	in mg/l	0	0	0	0	0	0
Fosfaat (PO_4^{---})	in mgP/l	0,01	0,60	1,0	0,05	0,01	0,08
Silicaat (SiO_2)	in mg/l						
Ammonium (NH_4^+)	in mgN/l	0,9	1,3	0,04	2,6	0,07	0,13
Org. ammonium (NH_4)	in mgN/l	1,3	3,0	0,27	3,0	1,1	1,5
IJzer (Fe)	in mg/l						
Mangaan (Mn)	in mg/l						
Natriumwaterstofcarbonaat ($NaHCO_3$)	in mg/l/m-eq/l						
Zuurstof (O_2)	in mg/l						
Calcium (Ca^{++})	in mg/l	33	7,0	7,0	9,5	27,5	27,0
Magnesium (Mg^{++})	in mg/l	6,4	2,2	2,0	5,3	4,3	4,1
Natrium (Na^+)	in mg/l	9,5	10,5	8,5	10,0	9,5	9,0
Kalium (K^+)	in mg/l	1,3	2,0	3,6	1,1	2,0	1,9
Totale hardheid	mmol /l	1,09	0,27	0,26	0,45	0,86	0,84
Waterstofcarbonaat hardheid	mmol /l						
Agressiviteit t.o.v. calciumcarbonaat							
Totaal fosfaat (ongefiltreerd)	in mgP/l	0,04	1,1	0,04	0,42	0,13	0,23
Aluminium	mg/l		8,5	17,5			

BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK							
Onderzoek op thermotolerante gistingsbacteriën bij 45° C	X ml water X ml water						
Onderzoek op bacteriën van de coligroep, bij 37° C; glutaminezuur	X ml water X ml water						
Aanwezigheid van de coligroep bevestigd	X ml water X ml water						
Meest waarschijnlijk aantal bacteriën v. d. coligroep per 100 ml							
Aantal kiemen per ml bij 37° C op agar na 48 uren kweken " " " " " 22° C " " " 72 " "							

Conclusie:
Opmerking: Monster I, III, IV en VI bevatten een weinig zwevende delen en monster II bevatte veel zwevende delen.

Utrecht, 14 juli 19 88

Waterleidingbedrijf Midden-Nederland

2.09.03/0.121HD

Bijlage 5.4.c

Lokatie :Kolkven
Buis : D 1
Datum van bemonstering:16dec'87
Kaartblad :51A
X-coordinaat : 112.300
Y-coordinaat : 396.600
Filterdiepte(meters-mv):15.00
Grondgebruik: bos

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.391	Cl:	0.240
K:	0.056	SO4:	0.146
Ca:	1.372	HCO3:	1.967
Mg:	0.444	CO3:	0.000
NH4:	0.083	NO3:	0.002
Fe:	0.000	NO2:	0.000
Al:	0.000	OH:	0.000
H:	0.000		
SKAT:	2.348	SAN:	2.354

Het verschil is: 0.006 , dit is 0.1% van de som.

E.G.V. (gemeten in mS/m): 21.0
E.G.V.(berekend in mS/m): 19.4
Het verschil is: -1.6
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 0.908
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 1.967
(=Alkaliniteit)
Verschil: 1.058

Watertype vgl Stuyfzand :FO-CaHCO3O

Lokatie :Kolkven
Buis van : 0 1
Datum van bemonstering:16dec'87
Kaartblad :51A
X-coordinaat : 112.300
Y-coordinaat : 396.600
Filterdiepte(meters-mv): 0.00
Grondgebruik: openwater

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.304	Cl:	0.381
K:	0.043	SO4:	0.354
Ca:	1.023	HCO3:	0.951
Mg:	0.272	CO3:	0.000
NH4:	0.067	NO3:	0.019
Fe:	0.000	NO2:	0.002
Al:	0.000	OH:	0.000
H:	0.000		
SKAT:	1.709	SAN:	1.706

Het verschil is: -0.003 , dit is -0.1% van de som.

E.G.V. (gemeten in mS/m): 16.5
E.G.V.(berekend in mS/m): 14.8
Het verschil is: -1.7
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 0.647
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 0.951
(=Alkaliniteit)
Verschil: 0.303

Watertype vgl Stuyfzand :FO-CaHCO3O

Bylage 5.4.d.

Lokatie 3 :Kolkven
Buis 3 : Md 4
Datum van bemonstering:16dec'87
Kaartblad :51A
X-coordinaat : 112.500
Y-coordinaat : 396.600
Filterdiepte(meters-mv): 4.00
Grondgebruik: bos

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.370	Cl:	0.522
K:	0.102	SO4:	1.895
Ca:	0.324	HCO3:	0.000
Mg:	0.239	CO3:	0.000
NH4:	0.001	NO3:	0.758
Fe:	0.000	NO2:	0.000
Al:	2.113	OH:	0.000
H:	0.000		
SKAT:	1.036	SAN:	3.175

Het verschil is: 2.139 , dit is 50.8% van de som.
ET OP! De afwijking in de ionenbalans is groter dan 15%

E.G.V. (gemeten in mS/m): 31.0
E.G.V.(berekend in mS/m): 21.2
Het verschil is: -9.8
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe
LET OP! Het verschil tussen EGV(gem.) en EGV(ber.) is groter dan 15%

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 0.282
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 0.000
(=Alkaliniteit)
Verschil: -0.282

Watertype vgl Stuyfzand :F*-CaSO4

****
Lokatie 1 :Kolkven
Buis 1 : Md 1
Datum van bemonstering:16dec'87
Kaartblad :51A
X-coordinaat : 112.300
Y-coordinaat : 396.600
Filterdiepte(meters-mv): 5.00
Grondgebruik: bos

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.391	Cl:	0.395
K:	0.028	SO4:	0.167
Ca:	0.075	HCO3:	0.377
Mg:	0.049	CO3:	0.000
NH4:	0.255	NO3:	0.092
Fe:	0.068	NO2:	0.000
Al:	0.000	OH:	0.000
H:	0.000		
SKAT:	0.867	SAN:	0.940

Het verschil is: 0.073 , dit is 4.1% van de som.

E.G.V. (gemeten in mS/m): 9.1
E.G.V.(berekend in mS/m): 9.8
Het verschil is: 0.7
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 0.062
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 0.377
(=Alkaliniteit)
Verschil: 0.315

Watertype vgl Stuyfzand :F*-NaMIX 0

Bijlage 5.4.e

Lokatie 3 :Kolkven
Buis : fr 3
Datum van bemonstering:16dec'87
Kaartblad :51A
X-coordinaat : 112.400
Y-coordinaat : 396.600
Filterdiepte(meters-mv): 1.20
Grondgebruik: bos

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.565	Cl:	0.522
K:	0.051	SO4:	0.375
Ca:	0.150	HCO3:	0.180
Mg:	0.091	CO3:	0.000
NH4:	0.194	NO3:	0.048
Fe:	0.030	NO2:	0.000
Al:	0.000	OH:	0.000
H:	0.000		
SKAT:	1.081	SAN:	1.126

Het verschil is: 0.044 , dit is 2.0% van de som.

E.G.V. (gemeten in mS/m): 12.0
E.G.V.(berekend in mS/m): 12.0
Het verschil is: 0.0
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 0.120
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 0.180
(=Alkaliniteit)
Verschil: 0.060

Watertype vgl Stuyfzand :F*-NaMIX 0

****

Lokatie 1 :Kolkven
Buis : fr 1
Datum van bemonstering:16dec'87
Kaartblad :51A
X-coordinaat : 112.300
Y-coordinaat : 396.600
Filterdiepte(meters-mv): 1.20
Grondgebruik: bos

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.674	Cl:	1.016
K:	0.051	SO4:	3.435
Ca:	0.349	HCO3:	0.000
Mg:	0.346	CO3:	0.000
NH4:	0.061	NO3:	0.002

Bijlage 5.4.f

Lokatie 1 :Kolkven
Buis D1 : z Dg 2
Datum van bemonstering:15jun'88
Kaartblad :51C
X-coordinaat : 112.400
Y-coordinaat : 396.200
Filterdiepte(meters-mv):15.00
Grondgebruik: bos

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.413	Cl:	0.183
K:	0.033	SO4:	0.021
Ca:	1.647	HCO3:	2.458
Mg:	0.527	CO3:	0.000
NH4:	0.050	NO3:	0.002
Fe:	0.000	NO2:	0.000
Al:	0.000	OH:	0.000
H:	0.000		
SKAT:	2.670	SAN:	2.664

Het verschil is: -0.006 , dit is -0.1% van de som.

E.G.V. (gemeten in mS/m): 23.5
E.G.V.(berekend in mS/m): 21.4
Het verschil is: -2.1
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 1.087
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 2.458
(=Alkaliniteit)
Verschil: 1.371

Watertype vgl Stuyfzand :F1-CaHCO30

Lokatie 1 :Kolkven
Buis D2 : z D 1
Datum van bemonstering:15jun'88
Kaartblad :51C
X-coordinaat : 112.300
Y-coordinaat : 396.600
Filterdiepte(meters-mv): 0.00
Grondgebruik: openwater

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.413	Cl:	0.465
K:	0.051	SO4:	0.375
Ca:	1.372	HCO3:	1.262
Mg:	0.354	CO3:	0.000
NH4:	0.004	NO3:	0.002
Fe:	0.000	NO2:	0.000
Al:	0.000	OH:	0.000
H:	0.000		
SKAT:	2.194	SAN:	2.104

Het verschil is: -0.090 , dit is -2.1% van de som.

E.G.V. (gemeten in mS/m): 19.0
E.G.V.(berekend in mS/m): 18.2
Het verschil is: -0.8
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 0.863
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 1.262
(=Alkaliniteit)
Verschil: 0.399

Watertype vgl Stuyfzand :F0-CaHCO30

Lokatie 2 :Kolkven
Buis D3 : z D 2
Datum van bemonstering:15jun'88
Kaartblad :51C
X-coordinaat : 112.000
Y-coordinaat : 396.200
Filterdiepte(meters-mv): 0.00
Grondgebruik: openwater

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.391	Cl:	0.451
K:	0.049	SO4:	0.333
Ca:	1.347	HCO3:	1.245
Mg:	0.337	CO3:	0.000
NH4:	0.007	NO3:	0.002
Fe:	0.000	NO2:	0.000
Al:	0.000	OH:	0.000
H:	0.000		
SKAT:	2.132	SAN:	2.032

Het verschil is: -0.100 , dit is -2.4% van de som

E.G.V. (gemeten in mS/m): 19.5
E.G.V.(berekend in mS/m): 17.6
Het verschil is: -1.9
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 0.842
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 1.245
(=Alkaliniteit)
Verschil: 0.403

Watertype vgl Stuyfzand :F0-CaHCO30

Bijlage 5.4.g.

Lokatie 1 :Kolkven
Buis Mb2 : z Mdg 1
Datum van bemonstering: 15jun'88
Kaartblad :51C
X-coordinaat : 112.300
Y-coordinaat : 396.600
Filterdiepte(meters-mv): 4.50
Grondgebruik: bos

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.435	Cl:	0.465
K:	0.028	SO4:	1.228
Ca:	0.474	HCO3:	0.131
Mg:	0.436	CO3:	0.000
NH4:	0.144	NO3:	0.002
Fe:	0.000	NO2:	0.000
Al:	0.000	OH:	0.000
H:	0.000		
SOM:	1.518	SAN:	1.827

Het verschil is: 0.309 , dit is 9.2% van de som.

E.G.V. (gemeten in mS/m): 19.5
E.G.V.(berekend in mS/m): 15.1
Het verschil is: -4.4
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 0.455
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 0.131
(=Alkaliniteit)
Verschil: -0.324

Watertype vgl Stuyfzand :Fz-CaSO4 0

Lokatie 1 :Kolkven
Buis Lb : z Frg 1
Datum van bemonstering: 15jun'88
Kaartblad :51C
X-coordinaat : 112.300
Y-coordinaat : 396.600
Filterdiepte(meters-mv): 1.00
Grondgebruik: bos

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.457	Cl:	0.564
K:	0.051	SO4:	1.853
Ca:	0.349	HCO3:	0.000
Mg:	0.181	CO3:	0.000
NH4:	0.072	NO3:	0.005
Fe:	0.000	NO2:	0.000
Al:	0.945	OH:	0.000
H:	0.000		
SOM:	1.110	SAN:	2.422

Het verschil is: 1.312 , dit is 37.1% van de som.
LET OP! De afwijking in de ionenbalans is groter dan 15%

E.G.V. (gemeten in mS/m): 26.5
E.G.V.(berekend in mS/m): 16.5
Het verschil is: -10.0
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe
LET OP! Het verschil tussen EGV(gem.) en EGV(ber.) is groter dan 15%

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 0.265
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 0.000
(=Alkaliniteit)
Verschil: -0.265

Watertype vgl Stuyfzand :Fz-NaSO4

Lokatie 4 :Kolkven
Buis Lb : z Frg 4
Datum van bemonstering: 15jun'88
Kaartblad :51C
X-coordinaat : 112.600
Y-coordinaat : 396.600
Filterdiepte(meters-mv): 1.00
Grondgebruik: bos

Kationen (meq/l)		Anionen (meq/l)	
Na:	0.370	Cl:	0.451
K:	0.092	SO4:	1.707
Ca:	0.349	HCO3:	0.000
Mg:	0.165	CO3:	0.000
NH4:	0.002	NO3:	0.174
Fe:	0.000	NO2:	0.000
Al:	1.946	OH:	0.000
H:	0.000		
SOM:	0.978	SAN:	2.333

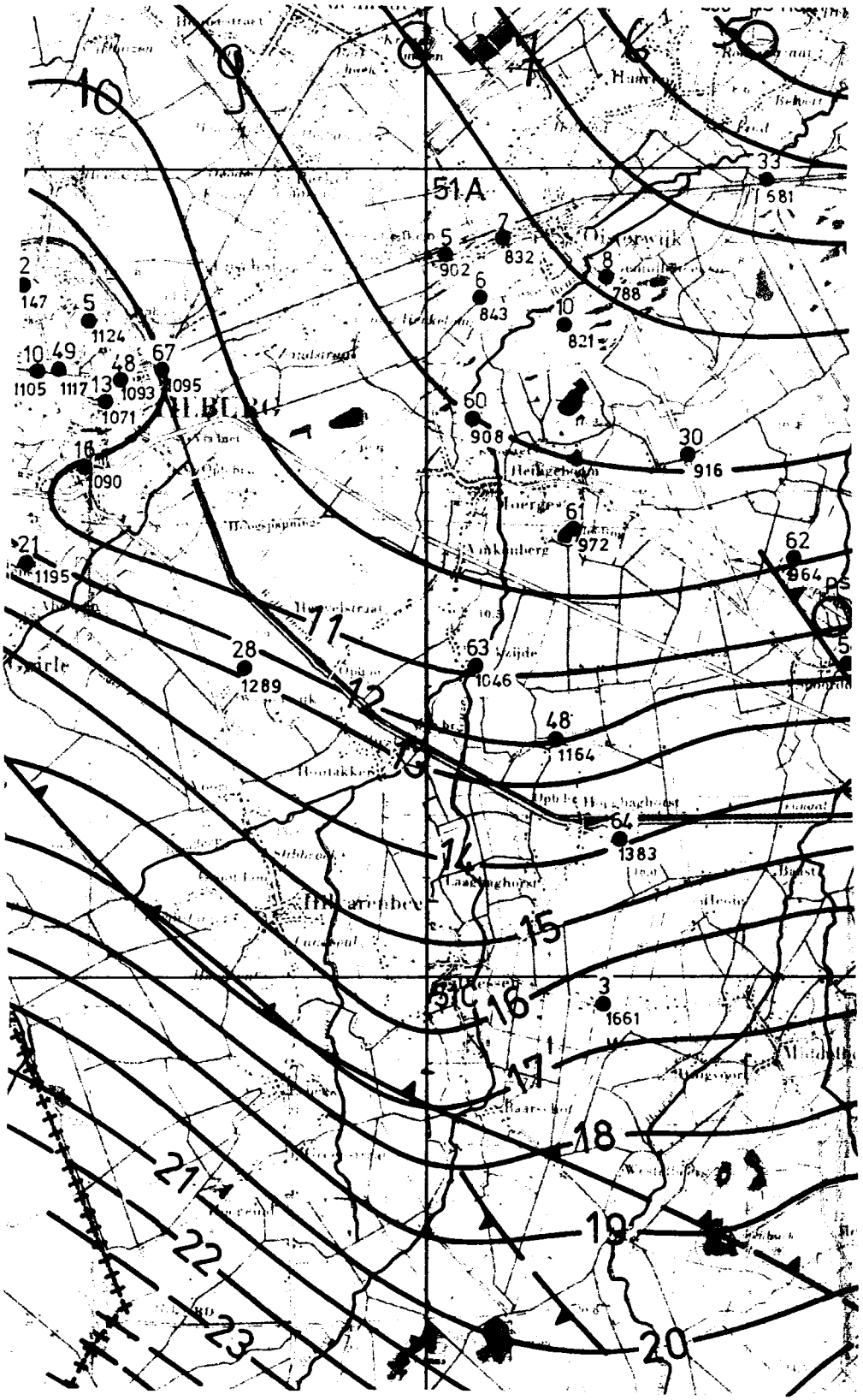
Het verschil is: 1.355 , dit is 40.9% van de som.
LET OP! De afwijking in de ionenbalans is groter dan 15%

E.G.V. (gemeten in mS/m): 28.5
E.G.V.(berekend in mS/m): 15.5
Het verschil is: -13.0
LET OP :E.G.V. berekend excl.CO3, NO2, Al en Fe
LET OP! Het verschil tussen EGV(gem.) en EGV(ber.) is groter dan 15%

Totale Hardheid (Mg+Ca in mmol/l): 0.257
Bicarbonaathardheid (HCO3 in mmol/l): 0.000
(=Alkaliniteit)
Verschil: -0.257

Watertype vgl Stuyfzand :Fz-CaSO4

Bijlage 6.2.1



LEGENDA

16 ● Lokatie en nummer peilput volgens Archief van grondwaterstanden DGV-TNO

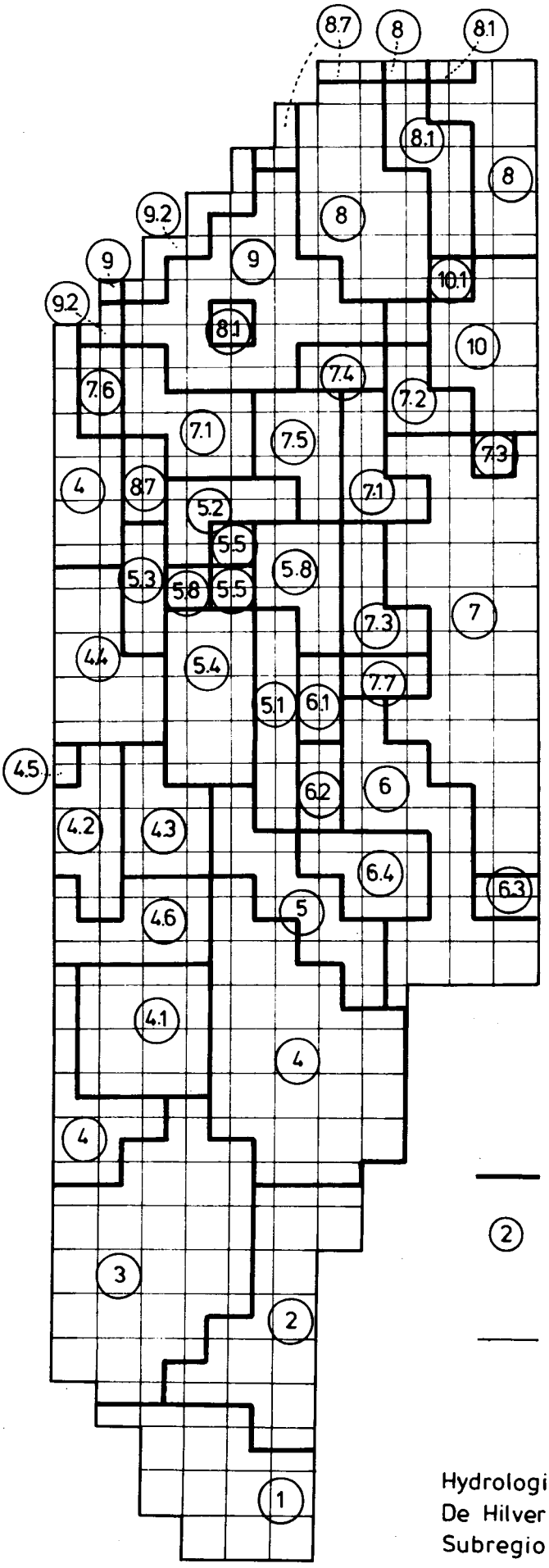
4015 Grondwaterstand in cm t.o.v. NAP

Lijn van gelijke grondwaterstand in meters tov. NAP

Storing of breuk volgens RGD-Haarlem

Waterwingebied

Waterlopen



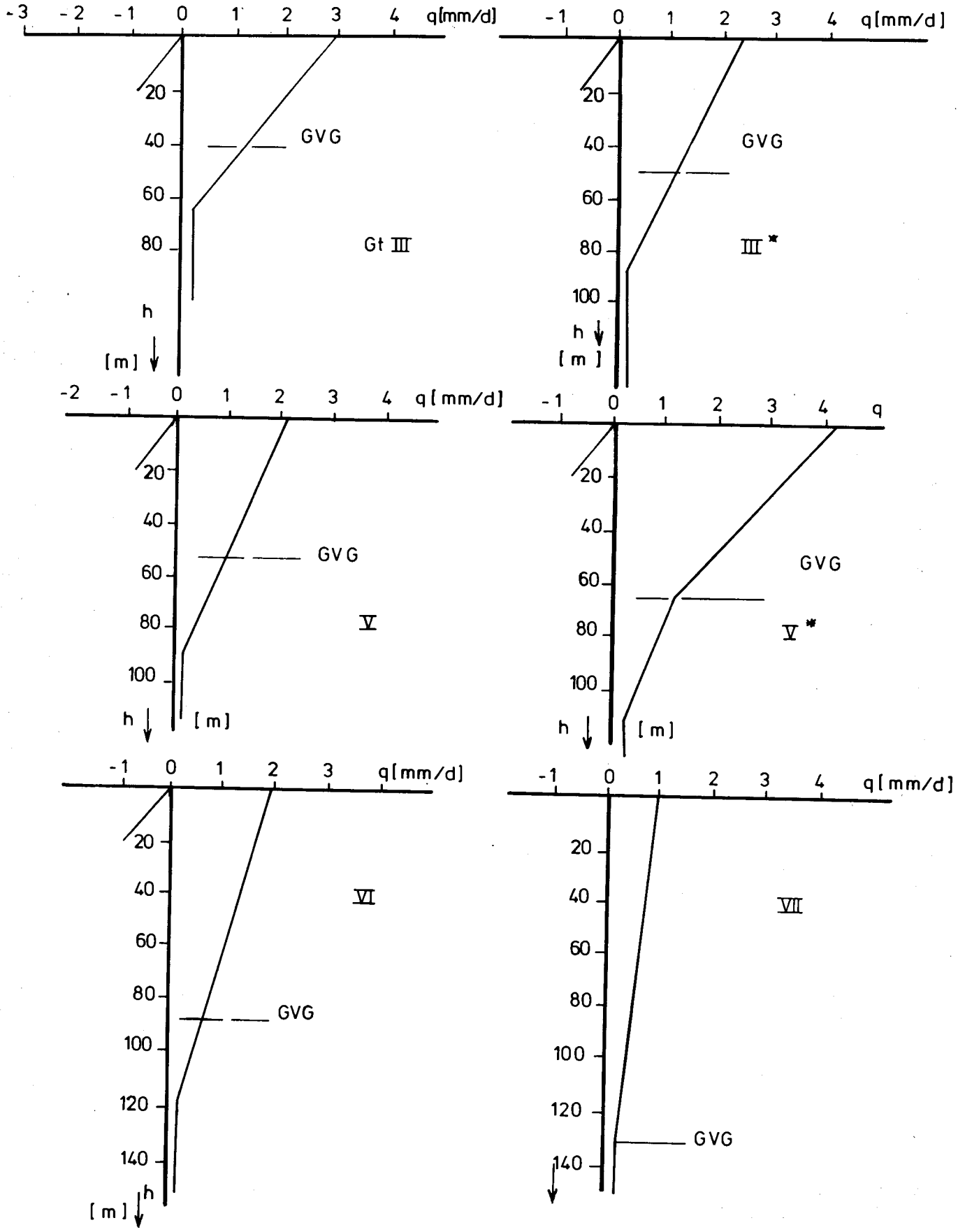
grenzen subregio's

(2) nummering subregio's
81 is kolkven

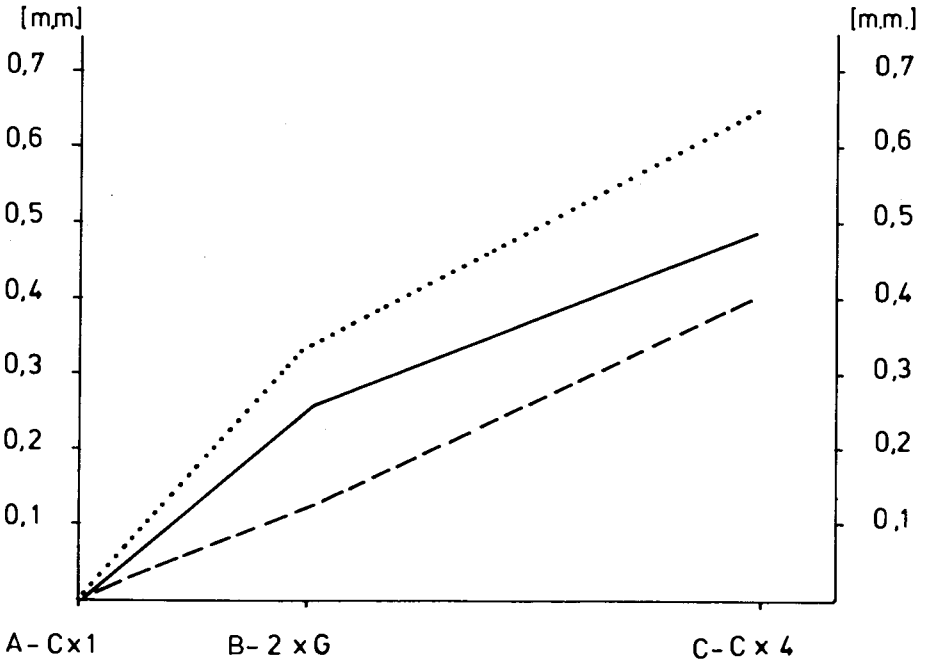
model netwerk

Hydrologisch onderzoek
De Hilver- Groot kolkven
Subregioindeling

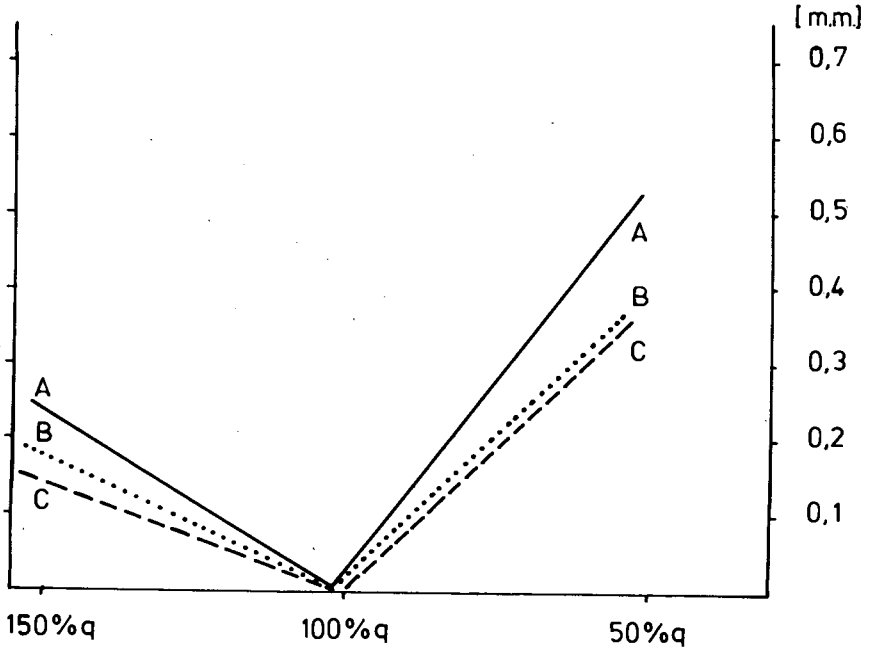
Q/h-relaties


-3 -2 -1 0 1 2 3 4 q[mm/d]
20
40
60
80
h
[m]
GVG
Gt III
-1 0 1 2 3 4 q[mm/d]
20
40
60
80
100
h
[m]
GVG
III*
-2 -1 0 1 2 3 4 q[mm/d]
20
40
60
80
100
h
[m]
GVG
V
-1 0 1 2 3 4 q
20
40
60
80
100
h
[m]
GVG
V*
-1 0 1 2 3 q[mm/d]
20
40
60
80
100
120
140
h
[m]
GVG
VI
-1 0 1 2 3 4 q[mm/d]
20
40
60
80
100
120
140
GVG
VII

Gevoeligheids analyse



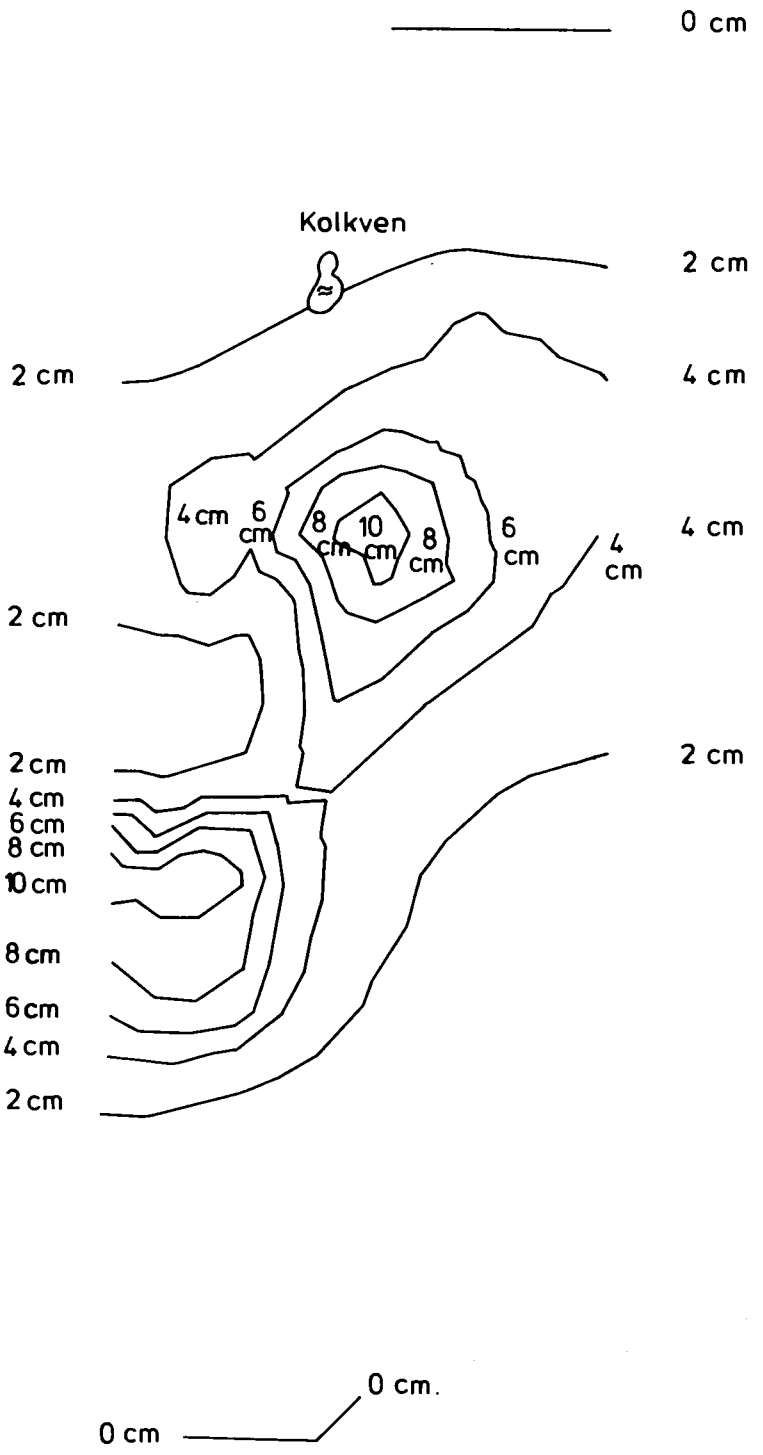
——— Berekeningsserie [1-1, 1-2, 1-3]
– – – – – Berekeningsserie [2-1, 2-2, 2-3] + 50% q in q/h-relatie
..... Berekeningsserie [3-1, 3-2, 3-3] - 50% q in q/h-relatie



——— Berekeningsserie [2-1, 1-1, 3-1]
..... Berekeningsserie [2-2, 1-2, 3-2] c - waarde verdubbeld
– – – – Berekeningsserie [2-3, 1-3, 3-3] c - waarde verviervoudigd

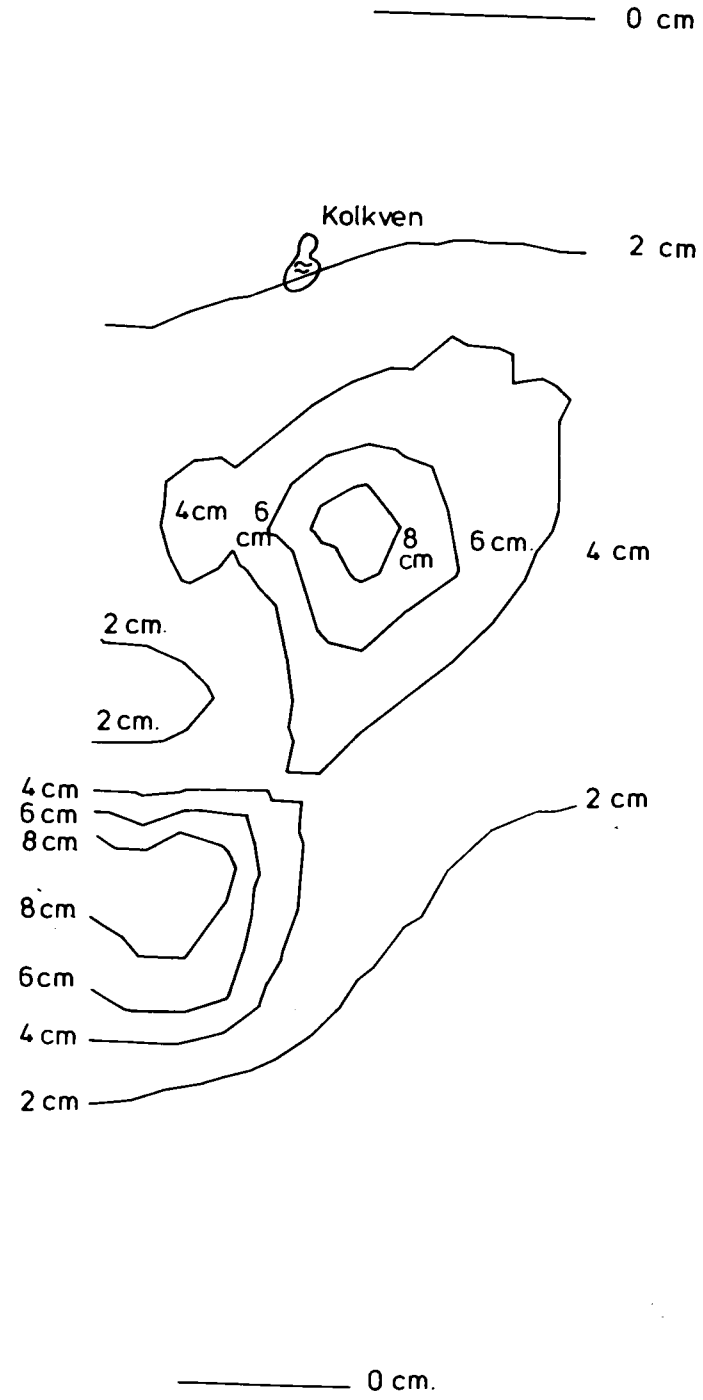
(berekening 1-1)

Stijghoogte verlaging in eerste w.v.p. voor GVG-situatie bij orginele q-h relaties en c waarden



(Berekening 1-2)

Stijghoogte verlarlaging in eerste w.v.p. voor GVG-situatie bij orginele q-h relaties en twee maal de c-waarde

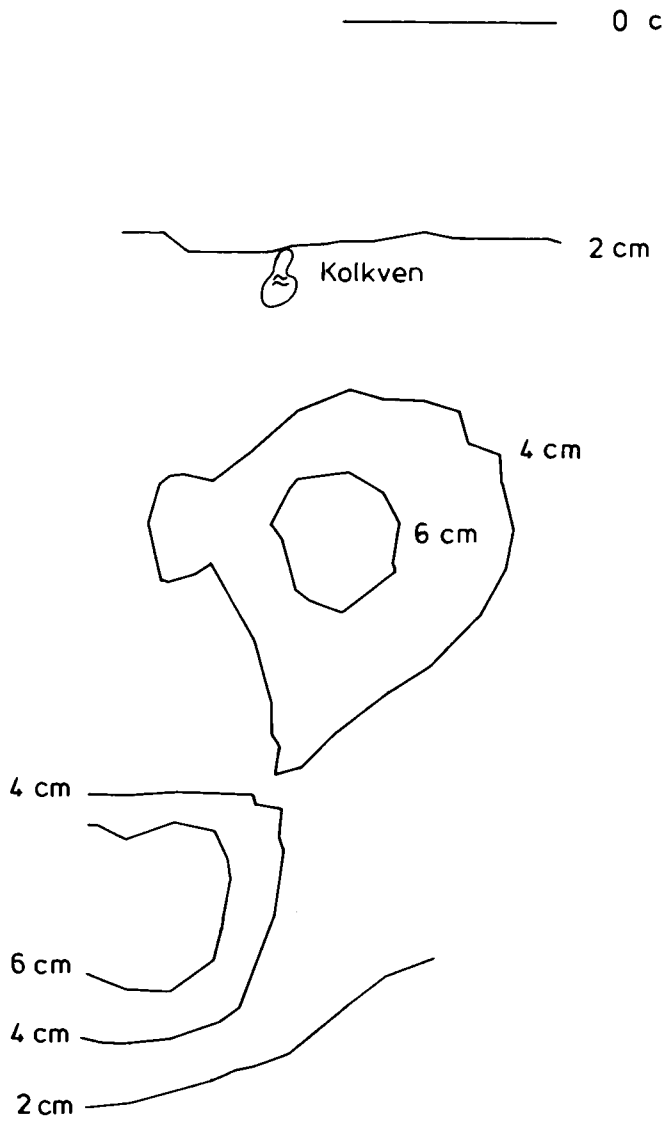


schaal van 1 km

Bijlage 6.2.5.c.

(Berekening 1-3)

Stijghoogte verlaging in eerste w.v.p. voor GVG situatie bij orginele q-h relatie en vier maal de c-waarde

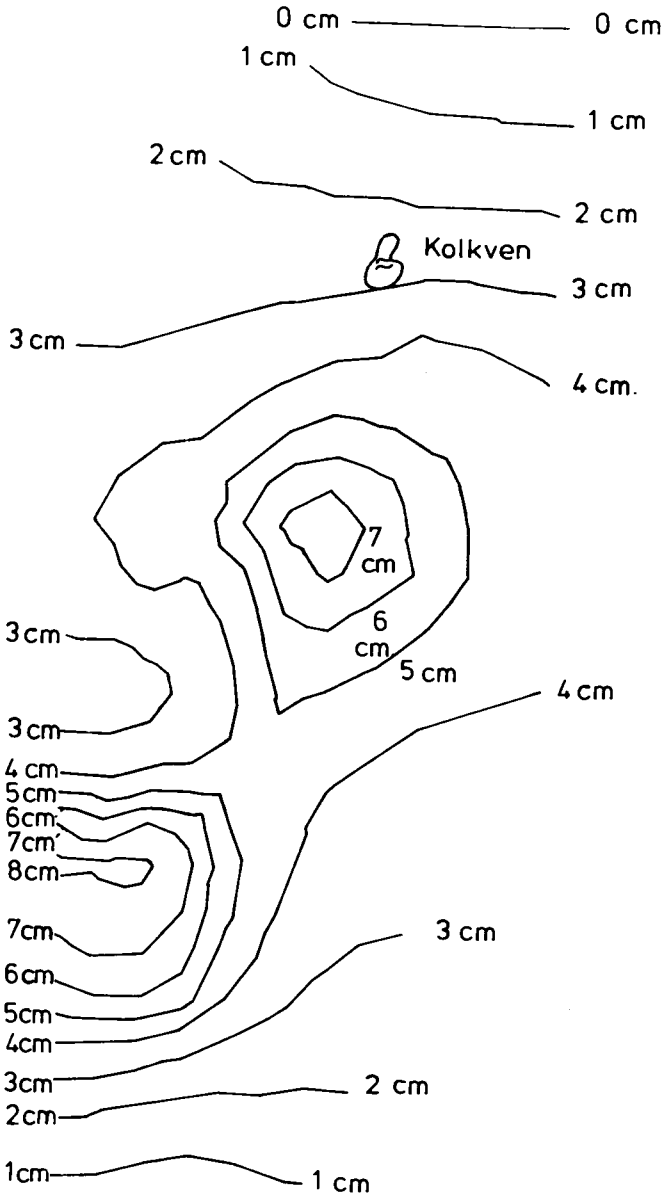


schaal van 1 km

Bijlage 6.2.5.d.

(Berekening 3-3)

Stijghoogte verlaging in eerste w.v.p. voor GVG- situatie bij 50 % de q in de q-h relaties en 4 maal de c-waarde





schaal van 1 km