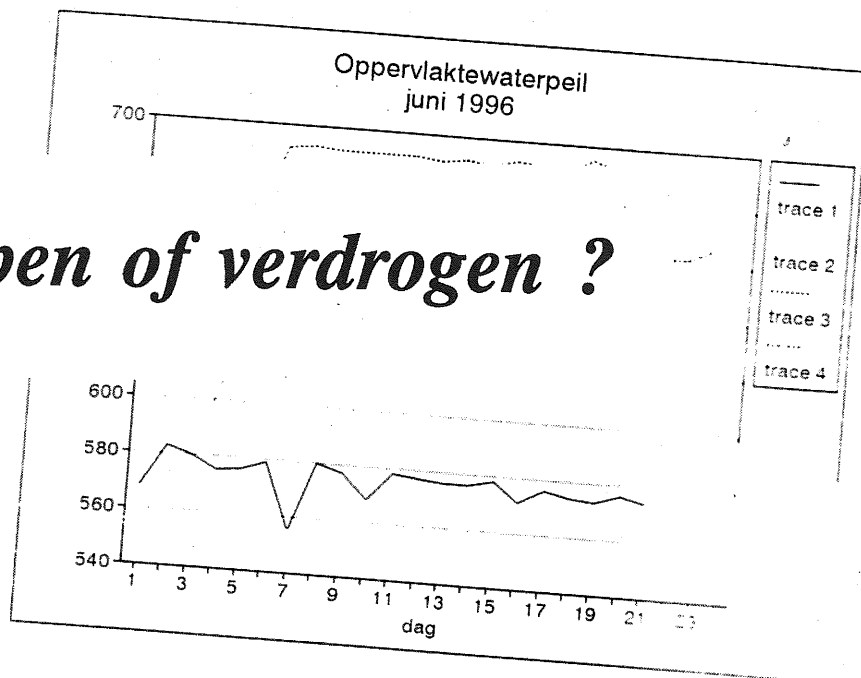


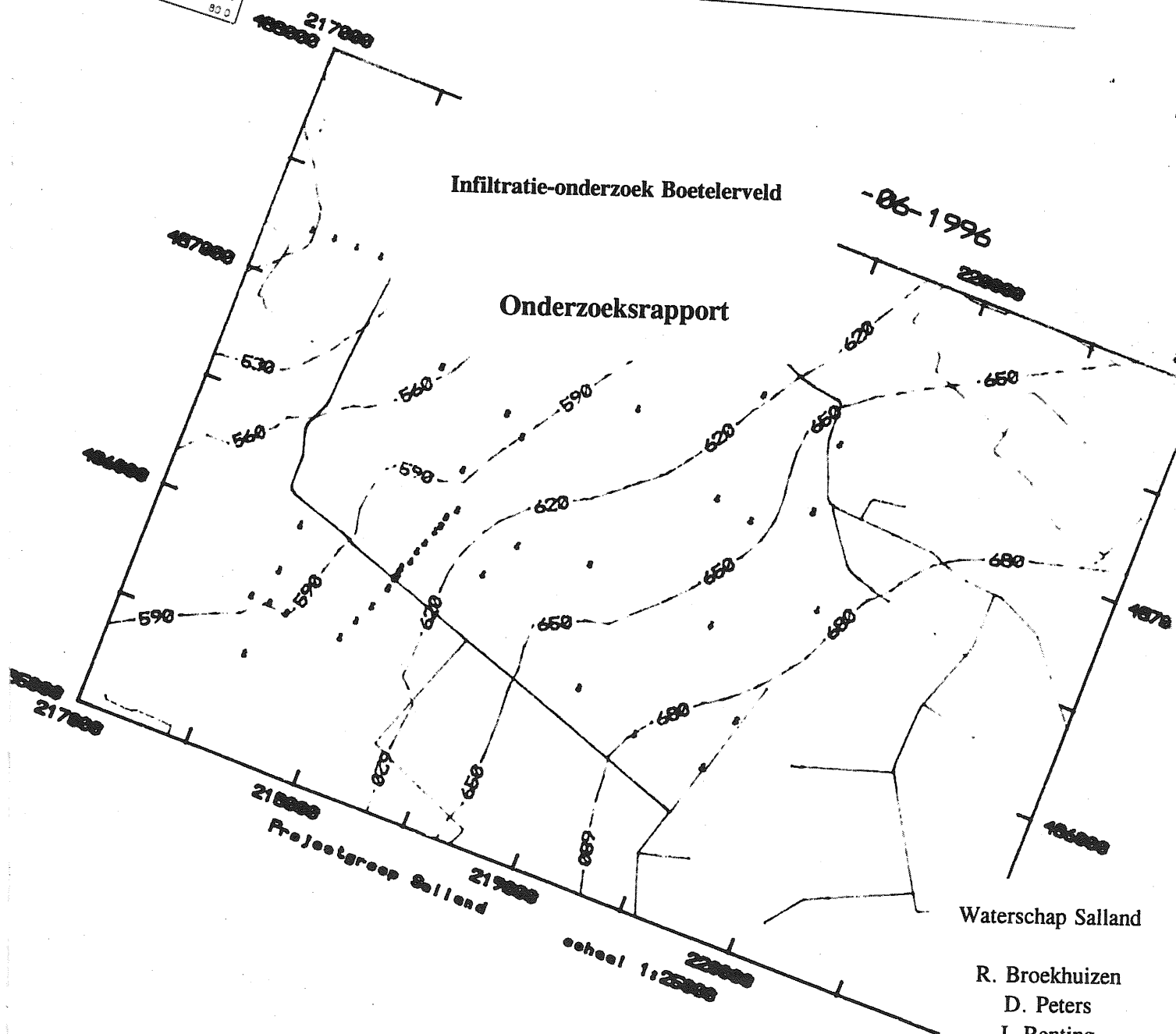
Pompen of verdrogen ?



Infiltratie-onderzoek Boetelerveld

Onderzoeksrapport

-06-1996



R. Broekhuizen
D. Peters
J. Renting
M. Rijsman
K. Vroonhof

Pompen of verdrogen ?

Infiltratie-onderzoek Boetelerveld

Onderzoeksrapport

Luttenberg, juli 1996

IN OPDRACHT VAN :

Waterschap Salland
Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein

AUTEURS

R. Broekhuizen
D. Peters
J. Renting
M. Rijsman
K. Vroonhof

VOORWOORD

Dit rapport is het resultaat van een infiltratie-onderzoek, dat is uitgevoerd in opdracht van waterschap Salland. Het onderzoek is door ons uitgevoerd in het kader van het derde jaar van de Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein.

Wij willen het waterschap bedanken voor de mogelijkheid om een Extern project uit te voeren. Verder willen wij Erik Broeze en Sjaak Bruggeman van het waterschap en Matt Mann van de I.A.H.L., bedanken voor de begeleiding en medewerking tijdens de uitvoering van het project.

Wij hopen met dit onderzoek een bijdrage te hebben geleverd ten behoeve van de planvorming van het watervoorzieningsplan Luttenberg fase II.

Ronald Broekhuizen

Dirk Peters

Jarrald Renting

Maarten Rijsman

Koen Vroonhof

juli 1996

SAMENVATTING

In Salland is de laatste jaren een groot verdrogingsprobleem ontstaan. De neerslag die via het grondwater afstroomt werd vroeger vastgehouden in het gebied. Tegenwoordig wordt het water afgevoerd door een efficiënt waterafvoersysteem waardoor verdroging is ontstaan.

Om de verdroging te bestrijden is door waterschap Salland o.a. het "wateraanvoerplan Luttenberg" ontwikkeld. In fase II van dit plan is het sterk verdroogde Boetelerveld gelegen ten zuidoosten van Raalte. De landbouw rondom het Boetelerveld bestaat voornamelijk uit rundveehouderij en in mindere mate akkerbouw. In de voorbereiding van de tweede fase van het plan Luttenberg zijn er door de ingelanden rond het Boetelerveld vraagtekens omtrent de haalbaarheid gezet. Het waterschap heeft daarom besloten om een onafhankelijk onderzoek uit te laten voeren naar de effecten van wateraanvoer.

Op de eerste plaats is er een infiltratieproef van drie weken uitgevoerd. De watergangen zijn met behulp van tijdelijk geïnstalleerde pompen vol water gezet, om te bepalen of het verhoogde oppervlaktewaterpeil invloed heeft op de grondwaterstand.

Om de resultaten te kunnen bekijken en daaraan conclusies te kunnen verbinden zijn de volgende parameters gemeten: hoeveelheid aangevoerd water, grondwaterstand, oppervlaktewaterpeil, verdamping en neerslag.

Tijdens de voorbereiding is de volgende probleemstelling opgesteld: Wat is in de praktijk het effect, als functie van ruimte en tijd van een verhoging van het oppervlaktewater op de grondwaterstand in en rondom het Boetelerveld.

Een grondwaterstromingsmodel wees uit dat de waterstand rond de waterlopen ongeveer 50cm zou stijgen. Deze stijging is tijdens de infiltratieproef niet gehaald. In de praktijk zou de stijging wel bereikt kunnen worden, indien ook de watergangen aan de oost- en zuidzijde van het Boetelerveld op het gewenste zomerpeil gebracht kunnen worden. Een tweede reden waarom de verwachte grondwaterstijging nog niet gehaald is, komt doordat na drie weken meten de evenwichtssituatie van het grondwater nog niet bereikt was. De eindsituatie kon niet meer meegenomen worden in dit rapport.

De hoeveelheden aangevoerd oppervlaktewater, welke nodig zijn voor het opstellen van een waterbalans, zijn gemeten met debiet/flow meters op de pompen.

Het oppervlaktewaterpeil werd gemeten ter plaatse van stuw een duiker of een overlaat. In week twee zijn de streefpeilen in de watergangen bereikt.

Voor het bepalen van de grondwaterstanden is een peilbuizenmeetnet ingericht. In dit meetnet zijn o.a. twee raaien opgenomen. Daarnaast zijn peilbuizen van TNO opgenomen in het meetnet het gedrag van de grondwaterstand buiten het gebied te bepalen. De daling van het grondwater buiten het gebied was 14cm. De grondwaterstand buiten het opstuwingsgebied reageert veel minder dan binnen het opstuwingsgebied. Het water buiten het opstuwingsgebied kan namelijk vrij afstromen. De gemiddelde stijging in het gebied is 15 a 20 cm.

De neerslag is met een zelfregistrerende regenmeter opgenomen. De verdampingsgegevens zijn bij het K.N.M.I. opgevraagd. Neerslag en verdamping hebben niet veel invloed gehad op het resultaat.

Naast een infiltratieproef zijn er ook proeven gedaan om de fysische eigenschappen van de bodem te bepalen. Op twee plaatsen is de doorlatendheid bepaald. Naast het bepalen van de doorlatend-

heid zijn op drie lokaties bodemprofielen beschreven. In verband met de gevonden resultaten is het verstandig meerdere metingen en boringen uit te voeren.

Door het opstellen van een waterbalans is een gemiddelde infiltratiesnelheid van 200-300mm/dag berekend. Dit is de hoeveelheid waterschijf die per dag door de slootbodem infiltreert. Vervolgens is hieruit een slootbodem weerstand berekend van 2,6 dag. Deze weerstand is een gemiddelde van vier leidingvaktracés.

INHOUD

1. INLEIDING	8
2. INFILTRATIE-ONDERZOEK BOETELERVELD	9
2.1 ACHTERGROND	9
2.2 GEBIEDSBESCHRIJVING	10
2.2.1 ALGEMEEN	10
2.2.2 HET HYDROLOGISCH SYSTEEM	10
2.3 PROBLEEMSTELLING EN DEELVRAGEN	11
2.4 DOELSTELLING	11
2.5 ONDERZOEKSMETHODE	12
2.5.1 HET PRINCIPE	12
2.5.2 VERWACHTE RESULTATEN	12
3. OPZET VAN HET INFILTRATIE-ONDERZOEK	14
4. INFILTRATIEPROEF	16
4.1 HOEEVEELHEID AANGEVOERD WATER	16
4.1.1 WERKWIJZE	16
4.1.2 RESULTATEN	16
4.2 OPPERVLAKTEWATERPEIL	16
4.2.1 WERKWIJZE	16
4.2.2 RESULTATEN	17
4.3 GRONDWATERSTAND	17
4.3.1 WERKWIJZE	17
4.3.2 RESULTATEN	18
4.5 NEERSLAG	20
4.5.1 WERKWIJZE	20
4.5.2 RESULTATEN	20
4.6 VERDAMPING	21
4.6.1 WERKWIJZE	21
4.6.2 GEGEVENS	21
5. BEPALING FYSISCH EIGENSCHAPPEN	22
5.1 DOORLAATFACTOR	22
5.1.1 WERKWIJZE	22
5.1.2 RESULTATEN	22
5.2 BODEMPROFIELBESCHRIJVINGEN	22
5.2.1 WERKWIJZE	22
5.2.2 RESULTATEN	23

6. WATERBALANS EN WEERSTAND SLOOTBODEM.	25
6.1 WATERBALANS	25
6.2 DOORLATENDHEID SLOOTBODEM	26
6.2.1 INFILTRATIESNELHEID	26
6.2.2 INFILTRATIEWEERSTAND	26

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	28
---------------------------------------	----

BIJLAGEN

FIGUREN

TABELLEN

1. INLEIDING

Verdroging is in Nederland een groot milieuprobleem. Waterbeherende instanties hebben het bestrijden van de verdroging hoog in het vaandel staan. Om de verdroging in Salland aan te pakken zijn door de waterschap Salland wateraanvoerplannen ontwikkeld. Het effect van de wateraanvoer op de grondwaterstanden is van te voren moeilijk in te schatten. Op grond van onder andere infiltratieproeven kan bepaald worden of de geplande maatregelen de gewenste resultaten opleveren.

In dit rapport, dat in opdracht van waterschap Salland is opgesteld, worden de onderzoeksresultaten van een uitgevoerde infiltratieproef gepresenteerd.

Tijdens het onderzoek is onderzocht wat in de praktijk het effect is, als functie van ruimte en tijd, van een verhoging van het oppervlaktewater op de grondwaterstand in en rondom het Boetelerveld. Het Boetelerveld is een verdroogd natuurgebied en is gelegen ten zuid-oosten van Raalte in Overijssel.

In hoofdstuk twee worden achtergronden van het onderzoek beschreven. Er komt o.a. een gebiedsbeschrijving in voor, zodat de lezer zich een beeld kan vormen van het gebied.

Hoofdstuk drie geeft een algemene beschrijving over de opzet van het onderzoek en de gevolgde methode.

De hoofdstukken vier en vijf geven aan hoe de voor het onderzoek benodigde gegevens gevonden zijn. In hoofdstuk vier wordt gekeken naar de resultaten van de infiltratieproef en de gemeten hoeveelheden verdamping en neerslag. In hoofdstuk vijf worden de resultaten van de doorlatendheidsproeven en de boringen voor de profielbeschrijvingen weergegeven. De resultaten worden kort besproken en geïnterpreteerd na ieder onderdeel.

De verwerking van de meetresultaten vindt plaats in hoofdstuk zes. De berekeningen die aan de hand van de meetresultaten gemaakt zijn geven een indruk van de hoeveelheid water die nodig is om de watergangen op peil te houden. Daarnaast wordt de infiltratiesnelheid en infiltratieweerstand berekend. Verder zullen in dit hoofdstuk de berekeningen worden geïnterpreteerd.

Tot slot zullen in hoofdstuk zeven de conclusies worden gegeven die aan de meetresultaten zijn verbonden. Deze conclusies worden zoveel mogelijk in een totaalbeeld weergegeven. Verder worden enkele aanbevelingen gedaan voor toekomstige infiltratieproeven en voor verder onderzoek naar de haalbaarheid en betrouwbaarheid van het wateraanvoerplan Luttenberg.

2. INFILTRATIE-ONDERZOEK BOETELERVELD

2.1 ACHTERGROND

De laatste jaren is verdroging in grote delen van Nederland een probleem. Dit probleem wordt onder andere veroorzaakt door in het verleden uitgevoerde verbeteringswerken ten behoeve van de ontwatering en door grondwateronttrekkingen. Hierdoor is de grondwaterstand gedaald hetgeen een achteruitgang veroorzaakt in de kwaliteit en kwantiteit van het water voor landbouw en natuur.

Het waterschap heeft een aantal plannen ontwikkeld om het verdrogingsprobleem in Salland te verkleinen. Een gedeelte van deze plannen is reeds uitgevoerd. Eén van deze plannen is het "Integraal watervoorzieningsplan Luttenberg" (zie kaart, bijlage 1). Dit plan is het laatste grote wateraanvoerplan en zal worden uitgevoerd in drie fasen.

De eerste fase is voorbereid en wordt aanbesteed in het najaar van 1996. Deze fase bestaat uit het realiseren van een grote verbindingswatergang om water aan te voeren voor het totale plangebied. De tweede fase wordt nu voorbereid. In deze fase wordt onder andere water aangevoerd naar de watergangen die rondom het Boetelerveld liggen, om watertekorten bij landbouw en natuur weg en te nemen.

In de derde fase zullen watergangen op peil gebracht worden door koppelingen tot stand te brengen tussen de werken van fase één en fase twee en door het bouwen van stuwen.

Om het effect van de wateraanvoer op de grondwaterstand in te kunnen schatten, maakt het waterschap gebruik van een grondwaterstromingsmodel. Dit model maakt de relatie zichtbaar tussen het oppervlaktewaterpeil en de grondwaterstand.

Tot de tweede fase behoort naast het wegnemen van watertekorten bij de landbouw de bestrijding van de verdroging van het natuurgebied "Het Boetelerveld". Het model toonde aan dat een verhoging van het oppervlaktewaterpeil een stijging tot gevolg heeft voor het grondwater in en rond het Boetelerveld. Ingelanden hadden twijfel over de haalbaarheid van het door het waterschap beoogde resultaat. De ingelanden zijn van mening dat een verhoging van het oppervlaktewaterpeil in droge periodes niet veel verhoging van de grondwaterstand tot gevolg heeft en in natte periodes wateroverlast zal veroorzaken. Daarnaast spelen financiële aspecten een belangrijke rol. De ingelanden verwachten dat de extra kosten, die zullen worden doorberekend in de waterschapslasten, niet geheel terugverdiend kunnen worden door extra opbrengsten. De ingelanden wilden meer zekerheid over de haalbaarheid van het beoogde resultaat. Om deze reden heeft het waterschap besloten om een infiltratieproef uit te voeren.

Door dit onderzoek wil het waterschap te weten komen in hoeverre de grondwaterstand in en rondom het Boetelerveld stijgt als gevolg van peilverhoging in de watergangen rondom het Boetelerveld. Verder wil het waterschap aantonen dat de met het model berekende resultaten in praktijk haalbaar zijn. Door het onderzoek is het waterschap in staat het rekenmodel nauwkeuriger te ijken en wordt er tevens aan de wens van de ingelanden voldaan.

Het Waterschap Salland heeft besloten een onpartijdige organisatie een infiltratieproef uit te laten voeren en heeft hiervoor een opdracht verleend aan de Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein (I.A.H.L.) in Velp.

2.2 GEBIEDSBESCHRIJVING

2.2.1 ALGEMEEN

De lokatie waar het infiltratie-onderzoek plaatsvindt is een buitengebied in de gemeente Raalte te Salland. Salland is gelegen in de provincie Overijssel. Op de waterhuishouding van Salland wordt onder andere toezicht gehouden door Waterschap Salland. Het waterschapsgebied heeft een oppervlakte van 50.000 hectare. De grenzen staan aangegeven op de kaart van figuur 1.

In het gebied is voornamelijk natuur en landbouw aanwezig.

De veehouderij bestaat voor een groot deel uit rundveehouderij. Tevens is er ook wat kleinschalige akkerbouw aanwezig in het gebied.

Tot de landschapselementen behoren eikenlanen en houtwallen.

In het gebied zijn de natuurgebieden Landgoed Schoonheten en het Boetelerveld gelegen. Landgoed Schoonheten is een bosgebied waarin zich kleine graslanden bevinden. Het landgoed is particulier eigendom.

Het Boetelerveld is een vergrast heidegebied, waarin zich kleine percelen met naald- en loofhout bevinden. Het wordt beheerd door de stichting "Het Overijssels Landschap"

Aan de oostzijde van het gebied ligt de Sallandse heuvelrug. Vanaf de Sallandse Heuvelrug neemt de terreinhoogte af in westelijk richting.

2.2.2 HET HYDROLOGISCH SYSTEEM

In de huidige situatie vindt de afvoer van oppervlaktewater in en rond het Boetelerveld plaats via secundaire watergangen en de hoofdwatgangen WG 83, WG 84, WG 836 en WG 837 naar het Overijsselsch Kanaal (WG 8), zie kaart in figuur 2.

Het grondwaterniveau in het plangebied wordt verder bepaald door de volgende processen:

- De infiltratie van in het gebied gevallen neerslag.
- De ondergrondse wateraanvoer vanaf de Sallandse heuvelrug en de ondergrondse waterafvoer in westelijk richting.

Door het aanleggen van een efficiënt waterafvoersysteem is de drooglegging in het gebied groter geworden. Hierdoor zal de neerslag die in de bodem infiltreert en het grondwater dat wordt aangevoerd vanaf de Sallandse Heuvelrug sneller worden afgevoerd. De grondwaterstand is gedaald, waardoor de gradiënt tussen het grondwaterniveau op de Sallandse Heuvelrug en het grondwaterniveau in het onderzoeksgebied groter is geworden. Het toestromende grondwater vanaf de Sallandse Heuvelrug vloeit nu nog sneller af richting lager gelegen gebieden, hetgeen een verdere daling van de grondwaterstand veroorzaakt.

Zie figuur 2 voor de regionale grondwaterstroming in het gebied.

2.3 PROBLEEMSTELLING EN DEELVRAGEN

Wanneer men de verdroging wil bestrijden door het aanvoeren van oppervlaktewater dient men een antwoord te vinden op de vraag:

Wat is in de praktijk het effect, als functie van ruimte en tijd, van een verhoging van het oppervlaktewater op de grondwaterstand in en rondom het Boetelerveld.

Naar aanleiding van deze probleemstelling kan men de volgende deelvragen formuleren:

- Wat is er bekend over de grondwaterstand van voorgaande jaren en wat is het peil van het oppervlakte- en grondwater, op verschillende lokaties in en rond het Boetelerveld, zonder dat er water ingelaten wordt.
- Wat is het niveau van het grondwater, op verschillende lokaties in en rond het Boetelerveld bij verschillende oppervlaktewaterpeilen.
- Wat is de hoeveelheid ingelaten oppervlaktewater, die nodig is om het gewenste peil in de watergangen te realiseren.
- Wat is de invloed van neerslag op de hoeveelheid aan te voeren oppervlaktewater.
- Wat is de invloed van neerslag op het grondwaterniveau.
- Wat is de invloed van de verdamping op het grondwaterniveau.
- Wat is de invloed van de verdamping op de hoeveelheid aan te voeren oppervlaktewater.
- Hoe ziet de gelaagdheid van de bodem er uit op bepaalde lokaties in het onderzoeksgebied
- Wat is de doorlatendheid van een ijzeroer of leemlaag op bepaalde lokaties in het onderzoeksgebied.

2.4 DOELSTELLING

De projectgroep heeft het onderzoek uitgevoerd en aan het waterschap bruikbare onderzoeksresultaten geleverd door het nader uitwerken van het onderzoek, het verrichten van metingen en het verwerken, interpreteren en presenteren van de onderzoeksresultaten. Dit heeft de projectgroep bereikt door:

- Het uitwerken van een onderzoeksplan.
- Het opstellen van een meetplan.
- Het inrichten/uitbreiden van een meetnet.
- Het meten van grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen.
- Het meten van neerslag en kunstmatig aangevoerd water.
- Het verwerken van meetresultaten in het computerprogramma WIC (Watergangen Waterstanden Informatie Calculatie).
- Het interpreteren van meetresultaten.
- Het opstellen van een waterbalans voor de watergangen tijdens de infiltratieproef.
- Het uitvoeren van boringen en profielbeschrijvingen.
- Het bepalen van de doorlatendheid, infiltratieweerstand en infiltratiesnelheid.
- Het opstellen van een rapport waarin de opzet van het onderzoek wordt beschreven en de resultaten en conclusies gepresenteerd worden betreffende de relatie tussen de aanvoer van

oppervlaktewater en de grondwaterstandsverhoging.

- Het geven van een advies ten aanzien van het toekomstige meetnet.

2.5 ONDERZOEKSMETHODE

2.5.1 HET PRINCIPE

Om de relatie tussen grond- en oppervlaktewater te bepalen is een infiltratieproef uitgevoerd. Met behulp van pompen wordt bij deze proef water via de watergangen het gebied ingepompt tot het oppervlaktewaterpeil het streefpeil bereikt heeft.

Door het hogere oppervlaktewaterpeil wordt het grondwater langer vastgehouden, omdat het grondwater vanaf de Sallandse Heuvelrug niet richting het westen kan afstromen door het hoge peil in de watergangen. Hierdoor zal de grondwaterstand op ruime afstand van de watergang stijgen. Door de waterstanden voor en tijdens de proef te meten, wordt duidelijk wat de invloed is van een oppervlaktewaterpeil op de grondwaterstand. De grondwaterstand is gemeten met een uitgebreid meetnet. Daarnaast zijn hoeveelheden neerslag, verdamping en oppervlaktewaterstanden opgenomen. Om ook de fysische eigenschappen van de bodem te bepalen zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd en bodemprofielen gemaakt.

Het grondwaterpeil kan beïnvloed worden door plaatselijk voorkomende dunne, slecht doorlatende bodemlagen. Om de meetresultaten goed te kunnen interpreteren is het daarom belangrijk meer informatie te verzamelen over het voorkomen, de uitgebreidheid en de doorlatendheid van deze lagen. Om deze redenen zijn tijdens het onderzoek bodemprofielbeschrijvingen en doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

2.5.2 VERWACHTE RESULTATEN

Voordat met de infiltratieproef in het Boetelerveld werd gestart, had het waterschap een verwachting met betrekking tot het onderzoeksresultaat. Het grondwaterstromingsmodel wees uit dat de grondwaterstand voldoende, dat wil zeggen ± 50 cm in de buurt van de waterlopen, zou stijgen als gevolg van een verhoging het oppervlaktewaterpeil rondom het Boetelerveld. Het waterschap verwacht een duidelijk meetbaar resultaat in het gebied ten oosten van de watergangen, waarvan het peil verhoogd wordt.

De in het verleden uitgevoerde infiltratieproeven vormen de basis voor de verwachte resultaten van de infiltratieproef in en rond het Boetelerveld. Het betreft hier gegevens van infiltratieproeven die het waterschap heeft uitgevoerd bij Averlo, Boerhaar, Broekland, Luttenberg en Espelo.

Tijdens deze proeven heeft een verhoging van het oppervlaktewaterpeil plaatsgevonden variërend van 0,18m tot 0,90m. Dit veroorzaakte verhogingen van de grondwaterstand van 0,02m tot 0,25m. In alle gevallen hebben metingen plaatsgevonden tot 400m vanaf de watergang. De weerstand van de slootbodem lag tussen 0,6 dag tot 10,1 dag. In Espelo werd een infiltratiesnelheid van 200 tot 300 mm/dag berekend.

De genoemde waarden vormen een indicatie voor mogelijke ontwikkelingen tijdens de infiltratieproef in en rond het Boetelerveld.

Er is gekozen voor een infiltratieproef omdat het op deze wijze mogelijk is een goed inzicht te krijgen in de samenhang tussen oppervlaktewaterpeil en grondwaterstand. Verder is het mogelijk

om met deze methode de effecten in ruimte en tijd te bepalen.

3. OPZET VAN HET INFILTRATIE-ONDERZOEK

Het onderzoek bestond uit vier onderdelen die in drie perioden zijn uitgevoerd. De totale duur van het onderzoek bedroeg zeven weken. De eerste periode vormde de voorbereiding op het onderzoek en duurde twee weken. De tweede periode duurde drie weken. In deze periode werd de infiltratieproef en veldwerkzaamheden uitgevoerd. In de derde periode, die twee weken duurde, werd het rapport van de onderzoeksresultaten opgesteld.

Tijdens de voorbereiding werd de topografie van het gebied verkend en zijn aanwezige meetpunten opgezocht. Belangrijke informatie werd hierbij vastgelegd op kaartmateriaal.

Verder is ter ondersteuning en verduidelijking van het onderzoek literatuur bestudeerd.

Naar aanleiding van het onderzoek zijn een onderzoeksplan en meetplan opgesteld. In het onderzoeksplan werden de doelstellingen en aanpak van het onderzoeksplan verwoord. In het meetplan werd beschreven welke metingen zouden worden uitgevoerd op welke lokaties en met welke frequentie.

De watergangen die van water moesten worden voorzien zijn verdeeld in vier tracés (zie kaart figuur 3). Tijdens de voorbereidingsperiode is aan het begin van ieder tracé een pomp geplaatst (zie kaart figuur 3). De pompen hadden de volgende maximumcapaciteiten:

Pomp 1, tracé 1 → 900m³/uur.

Pomp 2, tracé 2 → 630m³/uur.

Pomp 3, tracé 3 → 360m³/uur.

Pomp 4, tracé 4 → 225m³/uur.

Tijdens de proef hebben de pompen niet op volle capaciteit gedraaid, i.v.m. pompverliezen en het op elkaar afstemmen van de capaciteiten. Het op elkaar afstemmen van de capaciteiten is belangrijk om een constant waterpeil in de watergangen te kunnen handhaven en het droogpompen of overstromen van watergangen te voorkomen.

De volgende peilen werden in de tracés nagestreefd, om de gewenste grondwaterstand de bereiken:

5.80 m + N.A.P. eerste tracé.

6.30 m + N.A.P. tweede tracé.

6.90 m + N.A.P. derde tracé.

6.70 m + N.A.P. vierde tracé.

Voordat met de uitvoering van de infiltratieproef werd gestart, is een meetnet ingericht. Het meetnet bestond uit peilbuizen, een recorder en een datalogger om de grondwaterstand te kunnen meten, een handmatige en zelfregistrerende regenmeter voor het registreren van de neerslag en debiet/flowmeters voor het meten van de hoeveelheid aangevoerd water.

De peilbuizen maakte reeds deel uit van het meetnet van het waterschap. Dit meetnet werd voor het onderzoek uitgebreid met extra peilbuizen.

Voordat met de infiltratieproef werd gestart is de nulstand, het beginpeil van het grond- en oppervlaktewater bepaald. De gegevens van de grond- en oppervlaktewatermetingen zijn bewerkt in het computerprogramma WIC van het waterschap. De peilbuizen waarvan de hoogte ten op-

zichte van N.A.P. en de coördinaten nog niet bekend waren zijn ingemeten. Hierbij is de hoogte ten opzichte van N.A.P. bepaald met een waterpastoestel. De coördinaten zijn bepaald met behulp van de R.D. coördinaten van de topografische kaart. Door de hoogte van de peilbuis ten opzichte van N.A.P. te bepalen kan de hoogte van de grondwaterstand ten opzichte van N.A.P. berekend worden. Ook is de hoogte van de buis ten opzichte van het maaiveld bepaald, om de afstand tussen maaiveld en grondwater te bepalen .

Tijdens deze periode zijn verder bodemprofielen op drie lokaties beschreven en de doorlatendheid bepaald op twee lokaties rondom het Boetelerveld. De resultaten van deze onderzoeken zijn bewerkt in overzichten.

4. INFILTRATIEPROEF

4.1 HOEVEELHEID AANGEVOERD WATER

4.1.1 WERKWIJZE

Aan de perszijde van de vier geplaatste pompen zijn debiet/flow meters geïnstalleerd. Hiermee kan het debiet worden bepaald. Tevens kan de totale hoeveelheid door de pomp aangevoerd water worden berekend. De meters zijn dagelijks afgelezen.

In de eerste week van het onderzoek waren nog geen debiet/flowmeters geïnstalleerd. Het pompdebiet kon toen niet geregistreerd worden. De totale hoeveelheid aangevoerd water kon wel bepaald worden door iedere dag het aantal draai-uren van het bijbehorend aggregaat te noteren en deze waarde te vermenigvuldigen met een geschat pompdebiet. Het oppervlaktewaterpeil in de watergangen wordt op het gewenste peil gehouden met behulp van automatisch in en uitslag apparatuur behorend bij de pompen.

De meetgegevens zijn ingevoerd in een spreadsheet, waarmee een diagram is opgesteld. Hierin is de totaal aangevoerde hoeveelheid water uitgezet tegen de tijd (zie tabel 5.1 t/m 5.4).

4.1.2 RESULTATEN

De resultaten staan in de tabellen 5.1 t/m 5.4. In de totalen per week zijn bij pomp 2, 3 en 4 afwijkingen zichtbaar. In verband met het verhogen van het oppervlaktewaterpeil in de watergangen tijdens week één heeft pomp 2 meer water aangevoerd dan in de overige twee weken. Pomp 3 en 4 hebben in week twee en drie meer water aangevoerd dan in week één, omdat in week één de watergangen benedenstrooms van deze pompen niet direct op het gewenste peil waren.

De gemeten hoeveelheden aangevoerd water worden gebruikt om de infiltratiehoeveelheid te bepalen, waarna vervolgens de infiltratiesnelheid en de infiltratieweerstand van slootbodem berekend kunnen worden. De berekeningen die hieraan ten grondslag liggen worden in hoofdstuk zes behandeld.

Voor de berekeningen zijn tevens de parameters nodig, welke in de volgende paragrafen worden behandeld.

4.2 OPPERVLAKTEWATERPEIL

4.2.1 WERKWIJZE

Het oppervlaktewaterpeil is gemeten ter plaatse van een stuw, duiker of overlaat of met behulp van een peilschaal.

Om het peil te meten dient de hoogte van deze kunstwerken ten opzicht van N.A.P. bekend te zijn. Indien nodig is deze hoogte bepaald door middel van een doorgaande waterpassing. De waterstand in de watergang is bepaald door het hoogteverschil tussen de bovenkant van het kunstwerk en de waterspiegel te meten. Bij een stuw is de waterstand boven- en benedenstrooms gemeten.

Op plaatsen waar het niet mogelijk is vanaf een overlaat de waterstand te meten is een buis of een piket aangebracht in het midden van de watergang. De waterstand is vervolgens afgelezen vanaf de bovenkant van de buis of het piket. Van de buis of het piket is de hoogte ten opzichte van N.A.P. bepaald, waarna de hoogte van de waterstand ten opzichte van N.A.P. is berekend.

De watergangen waarin tijdens de proef de waterstand is verhoogd, zijn onderverdeeld in verschillende tracés. In elk van deze tracés is de waterstand opgenomen. Het betreft hier zes lokaties, welke zijn aangegeven op de kaart in figuur 4.

De meetgegevens zijn ingevoerd in het computerprogramma WIC, waarna de gegevens verwerkt zijn in isohypsenkaarten, dwarsprofielen en tijd-stijghoogtelijnen.

4.2.2 RESULTATEN

De resultaten van de oppervlaktewatermetingen zijn opgenomen in tabel 1 en 9. Uit de tabellen blijkt dat alleen in week twee de streefpeilen bereikt zijn. In week één was dit niet mogelijk, omdat in deze week het oppervlaktewaterpeil in de watergangen nog verhoogd moest worden. In verband met pompstoringen kon in week drie het streefpeil in tracé twee niet continu gehandhaafd worden.

4.3 GRONDWATERSTAND

4.3.1 WERKWIJZE

Om tijdens de infiltratieproef veranderingen in de grondwaterstand waar te kunnen nemen, is gebruik gemaakt van een meetnet bestaande uit peilbuizen, een datalogger en een peilschrijver. Tot het meetnet behoorden verder vijf referentiebuizen (TNO-buizen), welke op ruime afstand van het onderzoeksgebied waren gesitueerd. Met deze buizen kon het verloop van het grondwaterniveau, zonder invloed van de oppervlaktewaterpeilverhoging worden bepaald.

De in het meetnet aanwezige peilbuizen waren voor een groot gedeelte reeds geplaatst door het waterschap. Verder zijn door de projectgroep peilbuizen bijgeplaatst.

Er is getracht met behulp van zo weinig mogelijk peilbuizen toch een zo goed mogelijk beeld, van de veranderingen van het grondwaterniveau in het gebied, te verkrijgen. Dit werd nagestreefd om het frequent meten van de peilbuizen mogelijk te maken.

Om de invloed van het oppervlaktewater op de grondwaterstand dichtbij de watergang te kunnen bepalen, werden een aantal buizen in twee raaien loodrecht op watergang 836 geplaatst. Een raai in west-oostelijke richting en een raai in noord-zuidelijke richting. In beginsel is een onderlinge afstand van 100 meter tussen de peilbuizen aangehouden in verband met de te behalen meetfrequentie. Doordat vanaf watergang 836 richting het Boetelerveld meer effect werd verwacht, werden de buizen in de oost en noord richting om de vijftig meter geplaatst.

Naast het raaiverband zijn ook peilbuizen verspreid over het gebied bijgeplaatst. Hierbij is geprobeerd een gelijke onderlinge afstand te behouden tussen de reeds door het waterschap geplaatste peilbuizen.

De nieuwe peilbuizen zijn geplaatst tot op een diepte van ongeveer 2,5 m onder het maaiveld. Na plaatsing is de hoogte van de bovenkant van de peilbuis ten opzichte van N.A.P. door middel van een waterpassing vastgelegd. Vervolgens is met behulp van een peilklokje de afstand van het freatisch niveau tot de bovenkant van de peilbuis gemeten, waarna de hoogte van het freatisch

niveau berekend kon worden. Ook de maaiveldhoogte ter plaatse van de peilbuis is vastgelegd om de drooglegging te kunnen bepalen. Tijdens de proef zijn 67 peilbuizen gebruikt om de grondwaterstanden te meten.

De elektronische data-logger en peilschrijver hebben het grondwaterniveau continue gemeten en de gemeten gegevens opgeslagen.

Voor de bewerking van de meetgegevens is gebruik gemaakt van het computerprogramma WIC, waarna isohypsenkaarten, dwarsprofielen en tijd-stijghoogtelijnen zijn vervaardigd.

In de tabel van, bijlage 3 wordt een overzicht gegeven van de nummering, de locatie en de hoogte van de peilbuizen. Ook zijn hierin de gegevens van de peilschrijver en datalogger aangegeven.

Op de kaart in figuur 4 zijn de lokaties van de in het meetnet opgenomen peilbuizen, de peilschrijver en datalogger aangegeven. De oost-west raai is vergroot weergegeven in figuur 4a, de noord-zuid raai in figuur 4b.

De peilschrijver bevond zich reeds een aantal jaar op dezelfde locatie. Deze locatie was bepaald door het waterschap en moest gehandhaafd worden. De west-oost raai is in het verlengde van de peilschrijver geplaatst om zo een continue meting ter hoogte van deze raai mogelijk te maken. De datalogger is tijdelijk geplaatst in de noord-zuid raai, om net als in de west-oost raai een continue meting uit te kunnen voeren.

4.3.2 RESULTATEN

Bij de meetresultaten kan onderscheid gemaakt worden in meetresultaten afkomstig van de peilbuis, de datalogger en de peilschrijver.

De meetresultaten van de peilschrijver en datalogger zijn niet verwerkt en bewerkt in dit rapport, in verband met de beschikbare tijd.

De meetresultaten afkomstig van de peilbuizen kunnen onderverdeeld worden in meetresultaten van peilbuizen die niet en peilbuizen die wel onder de invloed van de oppervlaktewaterpeilverhoging hebben gestaan.

De tijd-stijghoogtelijnen van de peilbuizen die niet beïnvloed zijn door de verhoging van het oppervlaktewaterpeil, de TNO-buizen, zijn weergegeven in figuur 5. In de figuur is te zien dat de tijd-stijghoogtelijn van de buizen 28CL0111 (A) en 28CP0109 (B) een constante daling van de grondwaterstand vertonen. De letters achter de buisnummers verwijzen naar de letters bij de buizen op de overzichtskaart en de letters voor de buisnummers op de tijd-stijghoogtelijnen. Bij het peilen van deze buizen is gebleken dat zij tijdens de proef niet onder invloed hebben gestaan van externe invloeden, zoals beregening of grondwateronttrekking ten behoeve van beregening. Bij de andere drie buizen waren deze externe invloeden wel aanwezig. Dit is duidelijk te zien aan de schommelingen of stijgingen in de tijd-stijghoogtelijnen in de figuur. Het peilverloop van de buizen A en B geeft een beeld van hoe het grondwaterniveau gereageerd zou hebben indien de proef niet was uitgevoerd.

Buis B is tijdens de proef ongeveer 14 cm gedaald, buis A ongeveer 13 cm. De gemiddelde grondwaterstands daling is in het gebied dus ongeveer veertien centimeter. Om de netto-grondwaterstandsstijging te berekenen zal bij de gemeten waarden van de grondwaterstand in het infiltratiegebied de positieve waarde van deze daling opgeteld worden.

In figuur 6 is duidelijk te zien dat de grondwaterstand bij de watergangen snel is gestegen na de start van proef op 3 juni 1996. Buis 27HR82a (F) ligt op vijf meter van de watergang in de noord-zuid raai en steeg vrijwel meteen nadat het oppervlaktewaterpeil verhoogd werd. Dit is te

danken aan de hoge doorlaatfactor (K-waarde: 75) van het zandpakket in het gebied. Het grondwaterpeil heeft daar ook al na één à twee dagen bijna een evenwichtssituatie bereikt. Op grotere afstand van de watergangen was de stijging pas in een later stadium van de proef meetbaar of bleef zelfs achterwege.

In figuur 7 zijn de tijd-stijghoogtelijnen opgenomen van buis 27HR70q (G) en buis 27HG72d (H). Verder is het oppervlaktewaterpeil van watergang 836 weergegeven. Buis 27HR70q (I) is in het gebied binnen watergang 836 gelegen, het zogenaamde opstuwingsgebied (bijlage 7). Buis H ligt buiten het opstuwingsgebied. Met behulp van deze tijd-stijghoogtelijnen wordt de invloed van het oppervlaktewaterpeil binnen en buiten het opstuwingsgebied bepaald. Op deze figuur is te zien dat de grondwaterstand binnen het opstuwingsgebied (buis I) sneller en meer reageert op fluctuaties van het oppervlaktewaterpeil dan de grondwaterstand buiten het opstuwingsgebied (buis H). De grondwaterstand buiten het opstuwingsgebied reageert veel minder of zelfs helemaal niet, doordat de grondwaterstroming niet opgestuwd wordt door de verhoging van het oppervlaktewater. De stroomrichting van het grondwater is namelijk evenwijdig aan de lengterichting van het Boetelerveld. Het geïnfiltreerde oppervlaktewater kan vrij afstromen terwijl het geïnfiltreerde water binnen het opstuwingsgebied dit niet kan. Alleen het grondwater ten westen van de watergang 836 heeft gereageerd op veranderingen in het oppervlaktewaterpeil, omdat het water dat uit watergang 836 infiltreert en door de regionale stroming in deze richting afstroomt.

Uit de tijd-stijghoogtelijnen van de buizen 27HG70j (J), 27HG70c (K) en 27HL0002 (D) in figuur 8 en dwarsprofielen van de raaien in figuur 9 en 10, blijkt dat de grondwaterstandsverhoging afneemt naarmate de afstand tot de watergangen groter wordt. Deze afname van de grondwaterstandsverhoging geldt voor zowel het grondwater binnen het opstuwingsgebied als het grondwater daarbuiten.

In figuur 8 zijn de tijd-stijghoogtelijnen van de buizen J, K en D te zien. Op de figuur is duidelijk te zien is dat de grondwaterstand in het westen van het Boetelerveld is gestegen (zie buis D). Bij buis K (midden Boetelerveld) is de grondwaterstand nagenoeg gelijk gebleven, terwijl bij buis J (oosten Boetelerveld) sprake is van een grondwaterstandsval. Er is dus weinig invloed merkbaar van de oppervlaktewaterverhoging bij deze buis.

In figuur 9 is een dwarsprofiel van de oost-west raai weergegeven van 3, 9, 15 en 21 juni. In deze figuur is een duidelijk verschil te zien in een stijging van het grondwater aan zowel de west- als oostzijde. De mate van stijging aan de oostkant is echter niet geheel betrouwbaar doordat $\pm$ vijf buizen van de oost-west raai dicht bij een perceelsloot geplaatst zijn. In deze perceelsloot was oppervlaktewater aanwezig, zodat in de buizen een snellere stijging dan normaal werd waargenomen.

In figuur 10 is de dwarsprofiel van de noord-zuid raai weergegeven van 3, 9, 15 en 21 juni. In deze figuur is aan de noordkant een redelijke stijging van het grondwater te zien. Dit komt doordat er aan deze zijde opstuwings van het grondwater plaatsvindt. Aan de zuidzijde is de stijging klein, doordat hier vrije afstroming plaatsvindt.

Het verschil in stijging tussen deze twee raaien heeft te maken met het feit dat de oost-west raai

aan het gedeelte van watergang 836 ligt dat loodrecht op de regionale grondwaterstroming staat. Hier vindt de al eerder genoemde opstuwing plaats. De noord-zuid raai ligt aan de zijde van watergang 836 die in dezelfde richting ligt als het regionale grondwater. Het grondwater kan hier niet opstuwten omdat het afstroomt.

Om de stijging van het grondwater in het hele gebied goed weer te geven zijn er isohypsenkaarten gemaakt op 3, 9, 15 en 21 juni 1996. Deze kaarten zijn weergegeven in figuren 11a t/m d. Op deze kaarten is goed te zien hoe het grondwater is gestegen of gedaald tijdens de proef. In het westen van het gebied en nabij de watergangen is het grondwater op sommige plaatsen 25 à 30 centimeter gestegen. Ook is op deze kaarten de daling in het oosten van het gebied weer zichtbaar. Om duidelijk te maken hoe ver het grondwater nu onder het maaiveld zit is de drooglegging aan het begin en einde van de proef afgebeeld in de figuren 12 a en b.

De reeds beschreven stijgingen en dalingen van de grondwaterstand waren bruto waarden, d.w.z. de natuurlijke daling van de grondwaterstand (14 cm) is hier nog niet bij opgeteld.

In figuur 13 is een isohypsenkaart opgenomen van de netto stijging van het grondwater over de periode van 3-6-1996 t/m 21-6-1996. De kaart toont aan dat de netto stijging overal positief is. In het zuid-oosten is de stijging nog net niet negatief terwijl de stijging in het westen van het gebied nabij de oost-west raai zelfs 40 à 50 centimeter is. De gemiddelde stijging in het gebied is ongeveer 15 à 20 centimeter.

4.5 NEERSLAG

4.5.1 WERKWIJZE

De regenmeters zijn geplaatst in de noord-zuid raai richting het Boetelerveld (zie kaart, figuur 4, 4a en 4b).

De hoeveelheid neerslag is bepaald met behulp van een zelfregisterende regenmeter. Ter controle is bij deze regenmeter nog een handmatige regenmeter geplaatst.

De gegevens van de zelfregistrerende regenmeter zijn uitgelezen met behulp van een computer. De handmatige regenmeter werd afgelezen tijdens het uitvoeren van de metingen in het veld.

De meetgegevens zijn verwerkt in een spreadsheet, waarmee een tabel is opgesteld. Hierin is de gevallen neerslag uitgezet tegen de tijd (zie tabellen 3 en 4).

4.5.2 RESULTATEN

Uit tabel 3 blijkt dat de totale hoeveelheid neerslag 12 mm bedroeg. Deze neerslag was verdeeld in drie buien van 8,5 mm in week één, 1,5 mm in week twee en 2 mm in week drie van de proef. In alle weken was de hoeveelheid verdamping groter dan de neerslag. De gevallen neerslag is alleen ten goede gekomen aan de toplaag van de bodem en heeft geen invloed gehad op het grondwaterniveau. Het vochtgehalte van de toplaag is dusdanig laag dat deze alle gevallen neerslag heeft geborgen.

4.6 VERDAMPING

4.6.1 WERKWIJZE

Voor de verdamping zijn gegevens opgevraagd bij het K.N.M.I. station Heino. Het betreft hier de gegevens van de gewasverdamping volgens Makkink. Deze gegevens zijn opgevraagd van de maand juni. Dit is de maand waarin de proef heeft plaatsgevonden.

4.6.2 GEGEVENS

De opgevraagde gegevens hadden betrekking op de referentie-gewasverdamping (E_{grass}). Om de oppervlaktewatervedamping (E_o) te kunnen bepalen zijn de gegevens met een omrekenfactor 1,2 vermenigvuldigd. De factor is opgevraagd bij het K.N.M.I.

De gemiddelde oppervlaktewatervedamping is 4,07 mm per dag. Deze waarde is afkomstig uit een tabel waarin gemiddelde waarden per maand over de periode van 1911 t/m 1975 worden gegeven. (W.P. Locher en H. de Bakker, *Bodemkunde van Nederland deel 1 Algemene Bodemkunde*, 2e druk, Den Bosch, Malmberg, 1992, p. 273 tabel 18.13)

Indien de gemiddelde waarde vergeleken wordt met de gemeten waarden blijkt dat er tijdens de proef sprake was van een grote verdamping. De invloed van de verdamping op het oppervlaktewaterpeil was vrij gering, maar is tijdens de berekening van de waterbalans wel meegenomen.

Van de referentie-gewasverdamping zijn geen gemiddelden beschikbaar. Het is dus moeilijk om in te schatten of er sprake is van hoge waarden. Tijdens het uitvoeren van de metingen is op warme dagen 's middags of 's avond in "Landgoed Schoonheten" een grondwaterstandsverlaging van 1 cm gemeten. Deze daling kan duiden op een grotere verdamping.

5. BEPALING FYSISCH EIGENSCHAPPEN

5.1 DOORLAATFACTOR

5.1.1 WERKWIJZE

De doorlaatfactor is bepaald van mogelijk aanwezige slecht of niet doorlatende lagen.

De bepaling heeft plaatsgevonden met behulp van de omgekeerde boorgatenmethode, waarna het resultaat is berekend met behulp van de methode van Hoorn.

Bij de omgekeerde boorgatenmethode is de diepte en de dikte van de storende laag bepaald. Vervolgens is een nieuw gat geboord tot in de storende laag. Het gat is tot aan de bovenkant van de storende laag gevuld met water, waarna een vlotter met meetband is geplaatst tot op het water-niveau. Hierna is de daling per tijdseenheid bepaald.

De doorlaatfactor is op twee lokaties gemeten, waarbij twee tot drie bepalingen per lokatie zijn uitgevoerd. De bepalingen hebben plaatsgevonden na overleg met de betreffende landeigenaar en het waterschap. Op de kaart in figuur 14 zijn de lokaties exact aangegeven. Op basis van de gemeten doorlaatfactoren kan geconcludeerd worden dat er geen echte ondoorlatende lagen gevonden zijn.

5.1.2 RESULTATEN

De resultaten van de omgekeerde boorgatenmethode zijn verwerkt in bijlage 2.

De eerste reeks metingen op de lokatie V.d. Vegte aan de Boetelerveldweg hebben een gemiddelde k-waarde van 0,29 m/d. Tussen de verschillende k-waarden zijn geen grote verschillen te meten. De gevonden k-waarde valt in de klasse matig doorlatend (0,10 - 0,50). De doorlatendheidsklasse is ingedeeld met een tabel op bladzijde 504 uit het Cultuurtechnisch Vademecum.

(Cultuurtechnische Vereniging, *Cultuurtechnisch vademecum*, 3e druk, Utrecht, Vereniging voor Landinrichting, 1992, p. 504)

De tweede reeks metingen op de lokatie Berenpas aan de Speelmansweg geven een gemiddelde k-waarde van 0,49 m/d. De gevonden k-waarde valt in de klasse matig tot vrij goed doorlatend (0,1 - 1,0). Tussen de k-waarden van de storende laag in de drie boorgaten zijn grote verschillen gemeten.

In plaats van de verticale is de horizontale doorlatendheid gemeten. Waarschijnlijk is de horizontale doorlatendheid aanmerkelijk lager. Met deze proeven zijn geen echte ondoorlatende lagen gevonden.

5.2 BODEMPROFIELBESCHRIJVINGEN

5.2.1 WERKWIJZE

Om bodemprofielbeschrijvingen te kunnen maken zijn boringen uitgevoerd. Deze beschrijvingen zijn in een boorstaat bewerkt. De boringen zijn uitgevoerd tot twintig centimeter onder de huidige grondwaterspiegels met een edelmanboor van acht centimeter doorsnede.

Het boormateriaal is in verschillende aaneengesloten lagen van gelijke samenstelling verdeeld. Per horizont zijn de volgende gegevens verzameld:

- diepte in centimeters waarop de horizont zich bevindt.
- de grondsoort waaruit de horizonten bestaan.
- de structuur van de horizonten.
- roestvlekken gevormd door ijzer (weinig, matig of veel).
- verkitting (klein, matig of groot).
- een geschatte doorlatendheidsklasse.

De doorlaatfactor is geschat met behulp van de grondsoort en de tabellen op blz 464 en 504 uit het *Cultuurtechnisch Vademecum*. (Cultuurtechnische Vereniging, *Cultuurtechnisch vademecum*, 3e druk, Utrecht, Vereniging voor Landinrichting, 1992, p. 504) In de eerste tabel staan voor verschillende grondsoorten de doorlaatfactor (K_{sat}) vermeld. Vervolgens is met behulp de tweede tabel uit dit vademecum een doorlatendheidsklasse bepaald.

Bij de schatting van de doorlatendheid is geen rekening gehouden met de invloeden van roest en de structuur, zodat de eigenlijke doorlatendheid hoger of lager zou kunnen zijn.

Per boring zijn ook aangegeven:

- het gebied waarin de boring heeft plaatsgevonden.
- de lokatie van de boorplaats.
- het grondgebruik.
- de actuele grond- en slootwaterstand
- de gemiddelde hoogste en laagste grondwaterstand.

Wanneer deze gegevens bekend zijn, kan de orde waartoe de bodem behoort worden bepaald.

De bodemprofielen zijn op drie lokaties beschreven. De lokaties Berenpas, Van Breen en Ramaker. Per lokatie zijn drie boringen verricht. De lokaties zijn aangegeven op de kaart van figuur 14.

5.2.2 RESULTATEN

De resultaten zijn verwerkt in overzichten. Deze zijn opgenomen in bijlage 4.

De profielbeschrijvingen geven voornamelijk een beeld van de vochthuishouding.

Op de lokatie Berenpas is plaatselijk een storende of slecht doorlatende laag aangetroffen. Deze laag is ontstaan door plaatselijke verkitting van zanddeeltjes door ijzerroest en leem. Indien er een storende laag aanwezig is, is er zowel boven als onder de grondwaterspiegel roest te vinden, wat duidt op een tijdelijke en plaatselijke schijngrondwaterspiegel. De aanwezigheid van de slecht doorlatende laag wordt niet bevestigd door de doorlatendheidsmetingen. Aangezien de resultaten van de profielbeschrijvingen een grotere betrouwbaarheid hebben, kan aan de juistheid van resultaten van de doorlatendheidsmetingen getwijfeld worden.

Het humusgehalte van de grond is laag. De humuslaag heeft een dikte van ongeveer 40 centimeter. De bodem heeft een goede kruimelstructuur die een gunstige invloed heeft op de doorla-

tendheid.

Op de lokatie Ramaker is plaatselijk een dikke zwarte aangeslechte humuslaag te vinden. In de profielen van het desbetreffende maisveld is een redelijk goede kruimelstuctuur waargenomen. Tussen 60 en 70 cm is plaatselijk een lemige laag te onderscheiden. Zware en/of dichte lagen zijn tijdens het boren niet aangetroffen.

Op de lokatie Van Breen is op een plaats geboord waar alleen een kleine leemlaag als storende laag te onderscheiden is. Deze laag bevindt zich tussen de 30 en 48 cm.

Op een andere plaats werd een ijzer-oerlaag aangetroffen, die op 65 cm begon. Vanaf 70 cm is er niet meer verder geboord vanwege de hardheid van de laag. De laag bestond uit harde verkitte ijzerdeeltjes.

Ook bij een derde boring is er tussen 54 en 70 cm zo'n laag aangetroffen. Deze laag was echter wel te doorboren. Ook tussen de 80 en 100 cm zat een oerlaag.

De roest die tot aan het maaiveld aanwezig is, duidt waarschijnlijk op een schijngrondwaterspiegel die zich incidenteel instelt boven de storende laag.

6. WATERBALANS EN WEERSTAND SLOOTBODEM.

6.1 WATERBALANS

Het opstellen van een waterbalans van de watergangen rond het Boetelerveld heeft als doel:

- De totale hoeveelheid geïnfiltreerd oppervlaktewater bepalen.
- Het bepalen van de infiltratiesnelheid en infiltratieweerstand.

Om een goede waterbalans op te stellen van de watergangen zijn de volgende parameters van belang:

Aanvoer: - wateraanvoer door pompen.
 - neerslag.

afvoer: - infiltratie door slootbodem.
 - verdamping.
 - verandering van de berging.

Ten behoeve van het opmaken van de waterbalans zijn tijdens de proefperiode de volgende zaken waargenomen:

- Het verloop van de peilen in de vier verschillende tracés.
- De grondwaterstandsbuizen in de oost-west en noord-zuid raai.
- De neerslag.
- Verdampingsgegevens, afkomstig van een weerstation te Heino, zijn na afloop van de proefperiode opgevraagd bij het K.N.M.I.
- De plaats in de watergangen waar ten gevolge van het verhogen van het peil nog net water was komen te staan.
- De door de pompen aangevoerde hoeveelheden water.

Voor het opstellen van de waterbalans is gekozen voor de periode van 9 juni t/m 15 juni 1996 (week 2 van de meetperiode). De redenen waarom voor deze week is :

- Tijdens die periode was het waterpeil in de verschillende tracés van de watergangen vrijwel constant, dus de verandering van de berging was 0.
- De gegevens verzameld tijdens week 2 zijn het meest compleet.
- De grondwaterstand direct naast de watergangen is één week na de peilverhoging redelijk stabiel.

6.2 DOORLATENDHEID SLOOTBODEM

6.2.1 INFILTRATIESNELHEID

De infiltratiesnelheid kan per leidingvak of over het gehele stelsel aan watergangen worden berekend. Hieronder zal eerst de infiltratiesnelheid per leidingvak worden berekend omdat dit een realistischer beeld geeft. In sommige leidingdelen was de invloed van volgelopen perceelsloten moeilijk in te schatten. Dit kan mogelijk een verkeerde uitkomst van de infiltratiesnelheid geven. In figuur 15 is een kaart opgenomen, waarop de volgestroomde perceelsloten rondom het Boetelerveld staan weergegeven.

Met behulp van het gemiddelde waterpeil van de verschillende tracés gedurende week 2 (zie: tabel 1) en de theoretische dwarsprofielen van de waterlopen is de natte oppervlakte, de inhoud en de oppervlakte van de waterspiegel per leidingtracé berekend (zie: tabel 2).

De hoeveelheid water die door de 4 pompen geloosd is gedurende week 2 is te zien in de tabellen 5.1 t/m 5.4.

waarbij opgemerkt moet worden dat pomp 2 bestaat uit 2 units: een kleine pomp van 100 m³ en een grote pomp van 500 m³. Ze zijn in tabel 5.2 aangeduid als 'unit 1' en 'unit 2'.

Deze aangevoerde hoeveelheden moeten worden gecorrigeerd, door de neerslag over die periode erbij op te tellen en verdamping over diezelfde periode van het totaal af te trekken (zie tabellen 3 en 4).

Bij een constant peil infiltreert er per tijdseenheid evenveel door de slootwand als er netto door de pompen aangevoerd wordt dit geldt alleen als de verandering in de berging nul is). Per dag infiltreert er door de slootwand dan een waterschijf van:

$$\frac{\text{netto opgepompte hoeveelheid/dag (m}^3\text{/dag)}}{\text{natte oppervlak (m}^2\text{)}} = \text{infiltratiesnelheid (i) (m/dag)}$$

Voor leidingtracé 3 geldt:

$$i = 1480 / 4945 = 0,299 \text{ m/dag}$$

De berekening van de infiltratiesnelheid per leidingtracé is te zien in tabel 8.

Ook is de infiltratiesnelheid over het geheel van waterlopen berekend. Deze berekening is ook weergegeven in tabel 8.

Uit de berekeningen blijkt dat er gemiddeld per dag een waterschijf infiltreert van 200-300 mm.

6.2.2 INFILTRATIEWEERSTAND

In de figuur 10 is het verloop van de grondwaterstand in de noord-zuid raai zoals die optrad één week na de peilverhoging te zien.

Uit deze figuur en tabel 7 blijkt dat het verschil tussen de waterstand van het open water en het grondwater gemiddeld 60 cm bedroeg. Deze waarde (ΔH) is als geldend voor het gehele gebied aangenomen. De oost-west raai is in deze berekening niet meegenomen omdat daar teveel storing van de talusbekleding en zijwatergangen was. Hierdoor ontstond een vertekend beeld.

De gemiddelde weerstand van de slootbodem (c) is berekend volgens:

$$c = \frac{\Delta H}{i} \quad \text{waarin} \quad \begin{array}{ll} c & = \text{weerstand (dag)} \\ \Delta H & = \text{potentiaalverschil (m)} \\ i & = \text{infiltratiesnelheid (m/dag)} \end{array}$$

In leidingtracé 3 geldt dan de volgende waarde:

$$c = 0,569 / 0,299 = 1,99 \text{ dagen (tabel 8)}$$

In tabel 8 is de berekening van de weerstand per leidingvak weergegeven. In deze tabel wordt ook een algemene weerstand over alle tracés bepaald.

Opvallend in deze tabel is dat de gevonden c-waarde van leidingtracé 2 (4,3 dagen) duidelijk afwijkt van de andere waarden; de gevonden waarde is duidelijk hoger.

De c-waarde gevonden in leidingtracé 4 (1,5 dagen) is daarentegen wat aan de lage kant. Deze afwijkende waarden kunnen mogelijk verklaard worden als wordt aangenomen dat de door pomp 4 verpompte hoeveelheid water in werkelijkheid lager is geweest dan de hoeveelheid gebruikt in de berekening van de c-waarde. Als de hoeveelheid door pomp 4 aangevoerd water wat lager wordt ingeschat zullen de c-waarden voor tracé 1 en 4 wat meer naar de algemene c-waarde (2,6 dagen) gaan neigen.

Verder blijkt uit de berekeningen dat de gemiddelde slootbodemweerstand 2,6 dag is. Deze waarde ligt in dezelfde orde van grootte van slootbodemweerstanden, welke zijn bepaald tijdens andere infiltratieproeven in Salland.

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het waterschap verwachtte dat de grondwaterstand in en rond het Boetelerveld ± 50 cm zou stijgen als gevolg van een verhoging van het oppervlaktewaterpeil van de watergangen rondom dit gebied.

Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat deze verwachting tijdens de drie weken durende infiltratieproef niet geheel is uitgekomen. Met de watergangen, waarin tijdens de infiltratieproef het oppervlaktewaterpeil verhoogd is, kan het gewenste resultaat waarschijnlijk niet bereikt worden. Als na de uitvoering van het wateraanvoerplan de watergangen ten oosten en zuiden ook op het gewenste zomerpeil gebracht kunnen worden, zal de verwachte stijging waarschijnlijk wel behaald worden.

Uit de meetresultaten is niet met zekerheid vast te stellen of er in deze drie weken een stationaire situatie bereikt is. Indien dit niet het geval is zal een verdere stijging van het grondwater zeer langzaam verlopen. Om, met zekerheid, een stationaire situatie te bereiken zal de duur van de proef verlengd moeten worden.

Bij de peilverhoging van de watergangen, die behoren tot het watervoorzieningsplan, dient rekening gehouden te worden met het gebiedsvreemde water dat mogelijk zal infiltreren aan de oostzijde van het Boetelerveld. Dit water zal met de regionale grondwaterstroming worden meegevoerd in westelijke richting. In dit geval dient bepaald te worden welke invloed het gebiedsvreemde water heeft op het Boetelerveld.

Voordat de proef heeft plaats gevonden, was er geen oppervlaktewater in de watergangen aanwezig.

Na het aanvoeren van water in de watergangen bleek dat bij een fluctuatie in het oppervlaktewaterpeil het grondwater vlakbij de watergang direct op de fluctuatie reageerde. Er is dus sprake van een grote infiltratiesnelheid, die mogelijk wordt gemaakt door een goede doorlatendheid van het watervoerend pakket en een lage infiltratieweerstand van de slootbodem.

In de bodemprofielbeschrijvingen is de goede doorlatendheid van het watervoerend pakket niet terug te vinden, omdat de boringen niet de diepte van dit pakket bereikt hebben.

Uit de profielbeschrijvingen blijkt de aanwezigheid van storende lagen. Deze lagen kunnen problemen geven in verband met de nalevering vanuit het grondwater. Tijdens het onderzoek was er geen gelegenheid deze lagen te lokaliseren. Geadviseerd wordt meerdere boringen uit te voeren, om deze lagen in kaart te brengen en zo de uitgestrektheid van deze lagen te kunnen bepalen.

Nadat de lagen in kaart zijn gebracht, kan de invloed van deze lagen nader bepaald worden door doorlatendheidsmetingen.

Uit de waterbalans blijkt dat ± 70.000 m³ water per week moet worden aangevoerd om het gewenste peil in de watergangen te kunnen handhaven. Het betreft hier de watergangen waarin tijdens de proef het oppervlaktewaterpeil is verhoogt.

Uit de watergangen infiltreert per dag circa 200 tot 300 mm oppervlaktewater. Deze waarde is vergelijkbaar met een reeds eerder uitgevoerde proef bij Espelo.

De berekende gemiddelde infiltratieweerstand bedraagt 2,6 dagen. Bij een vergelijking met de waarden van reeds eerder uitgevoerde proeven, blijkt dat de infiltratieweerstand overeenkomt met de in deze proeven gevonden waarden.

Uit deze vergelijkingen kan geconcludeerd worden dat de gevonden waarden betrouwbaar zijn.

Externe factoren, zoals neerslag en verdamping, hebben tijdens de proef weinig tot geen invloed gehad op de hoeveelheid aangevoerd oppervlaktewater en de grondwaterstand. Dit werd mede bepaald door het jaargetijde waarin de proef plaatsvond en de weersomstandigheden tijdens de proef.

Voor verder onderzoek naar de relatie tussen oppervlaktewaterpeil en grondwaterstand is het gebruik van een hydrologisch model noodzakelijk. De bij het onderzoek verzamelde gegevens en meetwaarden kunnen een belangrijke rol spelen bij het ijken van dit model.

Om inzicht te krijgen in de tijd die nodig is voor het bereiken van een stationaire situatie is wel het gebruik van een niet-stationair grondwaterstromingsmodel noodzakelijk.

In tabel 10 zijn de te handhaven meetpunten weergegeven. De keuze van de meetpunten is tot stand gekomen door:

- de lokatie van de desbetreffende meetpunten te bepalen.
- het bepalen van de duur van de periode dat de buis reeds behoort tot het meetnet.
- het bepalen van de mate dat de grondwaterstand fluctueert.

De lokatie is van belang in verband met de te behalen meetdichtheid.

De duur van de periode dat de buis reeds behoort tot het meetnet, geeft een indicatie van de hoeveelheid meetgegevens die reeds zijn verkregen via de peilbuis.

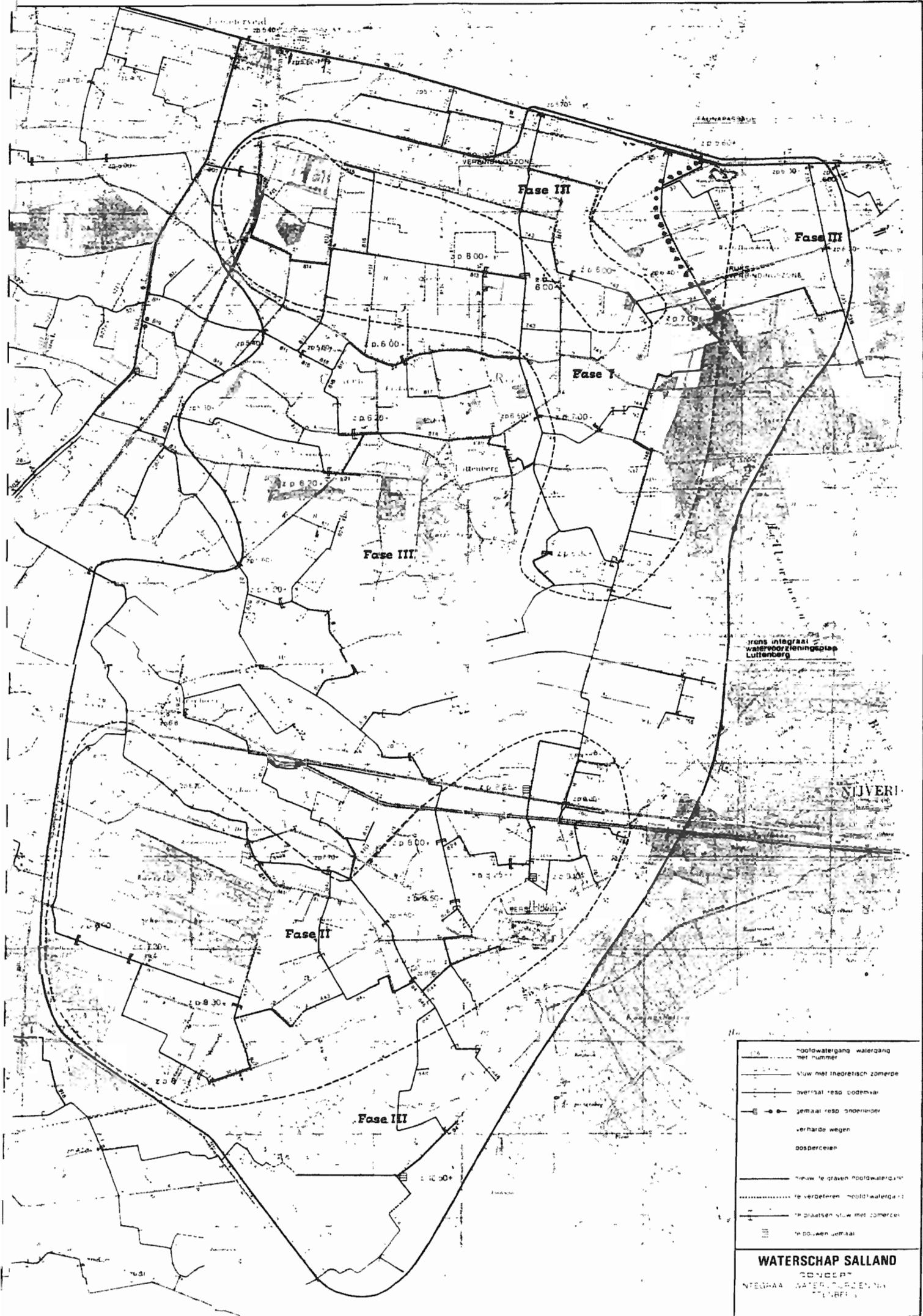
De mate van fluctuatie geeft aan of een peilbuis betrouwbaar is, waarbij geldt dat een grote fluctuatie duidt op een minder betrouwbare peilbuis. De fluctuatie is bepaald aan de hand van de meetresultaten van de infiltratieproef.

LITERATUURLIJST

- Janssen, D, *Zakelijke Communicatie I + II*, Groningen, Wolters-Noordhoff, 1989.
- Steehouder, M., *Leren communiceren, Handboek voor mondelinge en schriftelijke communicatie*, derde geheel herziene druk, Groningen, Wolters-Noordhoff, 1992.
- Cultuurtechnische Vereniging, *Cultuurtechnisch Vademecum*, Utrecht, Vereniging voor landinrichting, 1992.
- Locher, W.P. (red), *Bodemkunde van Nederland deel 1 en 2*, tweede druk, Den Bosch, Malmberg 1992.
- Locher, W.P., *Dictaat Veldbodembodemkunde*, zesde druk, Velp, I.A.H.Larenstein, 1990.
- Boerma, P.N., Locher, W.P., *Landschapskartering, module nr 2810, Handleiding Kuilenpraktikum*, Velp, I.A.H.Larenstein, 1995.
- Mann, M., *Grondwaterhydrologie*, Velp, I.A.H.Larenstein, 1993.
- Koole, J.P., *Inleiding Hydrologie*, Velp, I.A.H.Larenstein, 1993.
- Kylstra, J.W., *Drainage*, Velp, I.A.H.Larenstein, 1994.
- Knigge, M., *Beheersplan voor het natuurreservaat "Boetelerveld"*, Dalfsen, 1982.
- W.M.O., *Evaluatie Espelose Broek*, Raalte, 1995.
- Waterschap Salland, *Integraal Watervoorzieningsplan Luttenberg, Raamplan*, Raalte, 1995.
- Waterschap Salland, *Watervoorzieningsplan Luttenberg, Uitvoeringsfase I*, Raalte, 1995.
- Waterschap Salland, *Infiltratieproeven waterschap Salland*, Raalte, 1988.
- Faber, H, *Van Molinea naar Erica*, Raalte, 1996.

BIJLAGEN

- BIJLAGE 1:** Kaart overzicht fasen watervoorzieningsplan Luttenberg
- BIJLAGE 2:** Resultaten bepaling doorlaatfactor
- BIJLAGE 3:** Overzicht meetpunten met coördinaten en hoogten
- BIJLAGE 4:** Overzichten bodemprofielbeschrijvingen
- BIJLAGE 5:** Parameters ter bepaling van onverzadigde doorlatendheid en de verschillende klassen van de doorlaatfactor
- BIJLAGE 6:** Gemiddelde waarden van de open Waterverdamping
- BIJLAGE 7:** Opstuwingsgebied



	hoofdwaterring watergang met nummer
	sluis met theoretisch zomerpe
	overhaal resp bodemval
	gemaal resp onderleider
	verharde wegen
	oosperceelen
	nieuw te graven hoofdwaterring
	te verbeteren hoofdwaterring
	te plaatsen sluis met zomerpe
	te bouwen gemaal

WATERSCHAP SALLAND
 CONCEPT
 WATERBOUWPLAN

LOKATIE VAN DE VEGT

meting 1

tijd min	tijd sec	r m	y m	h' m	h m
0	0	0,1	0,48	0,220	0,26
5	300	0,1	0,48	0,227	0,253
40	2400	0,1	0,48	0,275	0,205
50	3000	0,1	0,48	0,283	0,197
55	3300	0,1	0,48	0,287	0,193
60	3600	0,1	0,48	0,289	0,191

$$k = \begin{array}{l} 3,49\text{E-}06 \text{ m/s} \\ 0,301791 \text{ m/dag} \end{array}$$

meting 2

tijd min	tijd sec	r m	y m	h' m	h m
0	0	0,08	0,78	0,636	0,144
10	600	0,08	0,78	0,644	0,136
20	1200	0,08	0,78	0,653	0,127
55	3300	0,08	0,78	0,675	0,105
65	3900	0,08	0,78	0,678	0,102

$$k = \begin{array}{l} 2,65\text{E-}06 \text{ m/s} \\ 0,229352 \text{ m/dag} \end{array}$$

meting 3

tijd min	tijd sec	r m	y m	h' m	h m
0	0	0,1	0,5	0,220	0,28
5	300	0,1	0,5	0,227	0,273
40	2400	0,1	0,5	0,275	0,225

$$k = \begin{array}{l} 3,79\text{E-}06 \text{ m/s} \\ 0,32781 \text{ m/dag} \end{array}$$

LOKATIE BEREPAAS

meting 1

tijd min	tijd sec	r m	y m	h' m	h m
0	0	0,1	0,8	0,740	0,06
10	600	0,1	0,8	0,751	0,049
20	1200	0,1	0,8	0,757	0,043
30	1800	0,1	0,8	0,762	0,038
40	2400	0,1	0,8	0,766	0,034

k = 5,61E-06 m/s
0,484849 m/dag

meting 2

tijd min	tijd sec	r m	y m	h' m	h m
0	0	0,1	1,03	0,817	0,213
5	300	0,1	1,03	0,834	0,196
10	600	0,1	1,03	0,845	0,185
15	900	0,1	1,03	0,852	0,178
20	1200	0,1	1,03	0,865	0,165

k = 8,39E-06 m/s
0,724643 m/dag

meting 3

tijd min	tijd sec	r m	y m	h' m	h m
0	0	0,1	0,43	0,273	0,157
10	600	0,1	0,43	0,284	0,146
20	1200	0,1	0,43	0,296	0,134
30	1800	0,1	0,43	0,298	0,132
40	2400	0,1	0,43	0,301	0,129

k = 3,02E-06 m/s
0,261306 m/dag

BIJLAGE 3: Overzicht van meetpunten met coördinaten en hoogten

Rou- te	NR.	Meetpunt	Code	X-coörd	Y-coörd	NAP hoogte
B	REC	27HC80	BS	218000	487045	7.305
O	1	27HL0002	BS	217986	487171	7.173
E	2	27HG70b	BS	218389	487122	7.708
T	3	27HG70c	BS	218783	487023	7.648
E	4	27HG70d	BS	219238	486789	8.239
L	5	27HG70e	BS	219407	486753	8.394
E	7	27HG70g	BS	219815	486500	8.921
R	9	27HG70i	BS	219410	486274	8.087
V	12	27HG70l	BS	218829	486329	8.120
E	15	27HG70o	BS	218357	486730	7.716
L	18	27HG70r	BS	217930	486888	7.496
D	19	27HG70s	BS	218262	486800	7.358
N	20	27FG812a	BS	218392	487529	7.477
O	23	27FG812d	BS	219261	487275	7.990
O	26	27FG812g	BS	219644	486884	8.350
R	27	27FG812h	BS	219644	487197	7.940
D	29	27FG812j	BS	219375	487565	7.798
.	33	27FG812n	BS	218738	487847	7.570
Z	10	27HG70j	BS	219664	485928	8.920
D.	16	27HG70p	BS	218510	486291	8.213
O	37	27FG812r	BS	218420	486122	7.600
O	38	27FG812s	BS	218980	485814	8.480
S	39	27FG812t	BS	219279	485718	8.892
T	40	27FG812u	BS	219602	485689	8.990
T	41	28AL0014	BS	220930	492750	7.940
N	42	28CP0109	BS	221250	487270	9.220
O	43	28CL0111	BS	220030	484850	9.300
.	44	27HP0035	BS	218480	485270	8.090

.	45	27HL0007	BS	216742	485826	6.810
.	46	27HR82e	BS	217947	485648	8.547
R	47	27HR82d	BS	217985	485740	8.459
A	48	27HR82c	BS	218027	485822	8.554
A	49	27HR82b	BS	218062	485921	7.662
I	50	27HR82a	BS	218074	485970	8.059
.	51	27HW82z	OW	218076	485975	-----
.	52	27HR82m	BS	218076	485976	8.057
.	53	27HR82f	PK	218077	485976	7.256
N	54	27HW82n	OW	218077	485977	-----
O	55	27HR81a	BS	218078	485982	8.112
O	56	27HR81aa	BS	218080	485995	7.405
R	57	27HR81b	BS	218083	486023	8.229
D	58	27HR81c	BS	218111	486063	7.771
-	59	27HR81cr	DL	218110	486063	7.771
Z	60	27HR81d	BS	218121	486115	7.862
U	61	27HR81e	BS	218140	486160	7.707
I	62	27HR81f	BS	218163	486220	7.788
D	63	27HR81g	BS	218177	486253	7.966
.	64	27HR81h	BS	218184	486297	7.116
.	65	27HR81i	BS	218218	486342	7.657
.	17	27HG70q	BS	218175	486510	7.528
.	66	27HX81a	BS	217200	487237	6.752
R	67	27HX81b	BS	217301	487237	7.429
A	68	27HX81c	BS	217402	487236	7.155
A	79	27HX81d	BS	217512	487235	7.295
I	70	27HX81e	BS	217594	487201	7.482
.	71	27HX81w	OW	217609	487199	6.620
.	72	27HX81o	OW	217610	487199	6.620
O	73	27HX81f	BS	217616	487197	7.160
O	74	27HX81g	BS	217622	487188	6.987

S	75	27HX81h	BS	217657	487175	6.824
T	76	27HX81i	BS	217697	487160	6.868
-	77	27HX81j	BS	217745	487138	7.125
W	78	27HX81k	BS	217793	487117	7.504
E	79	27HX81l	BS	217834	487093	7.568
S	80	27HX81m	BS	217882	487075	7.479
T	81	27HX81n	BS	217920	487060	7.870
L	82	27HW72a	OW	217740	486097	7.110/6.299
A	83	27HW72b	OW	217740	486099	7.110/6.299
N	84	27HR72a	BS	217617	486038	8.059
D	85	27HR72b	BS	217603	485823	8.020
G	86	27HR72c	BS	217618	485679	8.350
O	87	27HR72e	BS	217700	485663	8.220
E	88	27HR72f	BS	217530	485680	8.260
D	89	27HR72d	BS	217592	485437	8.100

BOORPROFIELENONDERZOEK BOETELERVEELD

nummer: 1

locatie boorplaats : Speelmansweg
 gebied : Berenpas
 grondgebruik : grasland
 bewortelingsdiepte : 10 cm
 gem. hoogste grondwaterstand : 79 cm
 gem. laagste grondwaterstand : > 140 cm

diepte (cm)	grondsoort	structuur (cm)	org. stof	roest	verkitting	k-waarde (m/d)	bijz.
0 - 15	zwak lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,01 - 1	humus	g	k	0,50 - 1,0	
15 - 40	sterk lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 1	humus	w	k	0,01 - 0,1	
40 - 60	sterk lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,01 - 1	humusarm	v	k	< 0,01	harde laag
60 - 79	sterk lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,01 - 0,5	humusarm	g	k	< 0,01	
79 - 98	zwak lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,01 - 1,5	humusarm	w	k	0,50 - 1,0	
98 - 115	sterk lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 2	humusarm	w	k	0,01 - 0,1	
115 - 140	sterk lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,01 - 2	humusarm	w	k	< 0,01	

roest:

g = geen
 w = weinig
 m = matig
 v = veel
 zv = zeer veel

verkitting:

k = klein
 m = matig
 g = groot

k-waarde:

< 0,01 = zeer slecht
 0,01 - 0,10 = slecht
 0,10 - 0,50 = matig
 0,50 - 1,00 = vrij goed
 1,00 - 10 = goed
 > 10 = zeer goed

BOORPROFIELENONDERZOEK BOETELERVELD

locatie boorplaats
gebied
grondgebruik
bewortelingsdiepte
Gem. hoogste grondwaterstand
Gem. laagste grondwaterstand

: Speelmansweg
: Berenpas
: grasland
: 10 cm
: 61 cm
: > 140 cm

nummer: 2

diepte (cm)	grondsoort	structuur (cm)	org. stof	roest	verkitting	k-waarde	bijz.
0 - 6	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 1,5	humeus	w	w	0,01 - 0,1	
6 - 38	sterk lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 1	humeus	w	w	0,01 - 0,1	
38 - 50	sterk lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 0,5	humusarm	w	w	0,01 - 0,1	harde laag
50 - 61	zeer sterk lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,01 - 2,5	humusarm	v	w	< 0,01	
61 - 82	zwak lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,01 - 2,5	humusarm	v	w	0,01 - 0,1	
82 - 108	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 2	humusarm	w	w	0,01 - 0,1	houtresten
108 - 140	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 2	humusarm	w	w	0,01 - 0,1	

roest:

g

w

m

v

zv

= geen

= weinig

= matig

= veel

= zeer veel

verkitting:

k

m

g

= klein

= matig

= groot

k-waarde:

< 0,01

0,01 - 0,10

0,10 - 0,50

0,50 - 1,00

1,00 - 10

> 10

= zeer slecht

= slecht

= matig

= vrij goed

= goed

= zeer goed

BOORPROFIELENONDERZOEK BOETELERVELD

nummer: 3

locatie boorplaats : Speelmansweg
 gebied : Berenpas
 grondgebruik : grasland
 bewortelingsdiepte : 10 cm
 Gem. hoogste grondwaterstand : 10 cm
 Gem. laagste grondwaterstand : > 150 cm

diepte (cm)	grondsoort	structuur (cm)	org. stof	roest	verkitting	k-waarde	bijz.
0 - 10	zwak lemig grof zand	kruimel 0,01 - 1	humusrijk		w	> 10	
10 - 35	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 0,5	humus	w	w	0,01 - 0,10	
35 - 57	sterk lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 0,5	humus	w	w	0,10- 0,50	harde laag
57 - 91	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,1 - 1	humusarm	m	w	0,10- 0,50	
91 - 150	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,1 - 1	humusarm	w	w	0,10- 0,50	

roest: g = geen
 w = weinig
 m = matig
 v = veel
 zv = zeer veel

verkitting: k = klein
 m = matig
 g = groot

k-waarde: < 0,01
 0,01 - 0,10
 0,10 - 0,50
 0,50 - 1,00
 1,00 - 10
 > 10

= zeer slecht
 = slecht
 = matig
 = vrij goed
 = goed
 = zeer goed

BOORPROFIELENONDERZOEK BOETELERVELD

locatie boorplaats
gebied
grondgebruik
bewortelingsdiepte
Gem. hoogste grondwaterstand
Gem. laagste grondwaterstand

: Boetelerveldweg
: Ramaker
: akker
: niet bepaald
: 31 cm
: 61 cm

nummer: 1

diepte (cm)	grondsoort	structuur (cm)	org. stof	roest	verkitting	k-waarde	bijz.
0 - 31	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 0,5	humus	g	w	0,01 - 0,10	
31 - 131	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 0,5	humusarm	w	w	0,01 - 0,10	
131 - 160	sterk lemig fijn zand	afgerond blokkig 0,1 - 1	humusarm	w	w	0,01 - 0,10	

roest:

g = geen
w = weinig
m = matig
v = veel
zv = zeer veel

verkitting:

k = klein
m = matig
g = groot

k-waarde:

< 0,01 = zeer slecht
0,01 - 0,10 = slecht
0,10 - 0,50 = matig
0,50 - 1,00 = vrij goed
1,00 - 10 = goed
> 10 = zeer goed

BOORPROFIELENONDERZOEK BOETELERVELD

locatie boorplaats

gebied

grondgebruik

bewortelingsdiepte

Gem. hoogste grondwaterstand

Gem. laagste grondwaterstand

: Boetelerveldweg

: Ramaker

: mais

: niet bepaald

: 65 cm

: 120 cm

nummer: 2

diepte (cm)	grondsoort	structuur (cm)	org. stof	roest	verkitting	k-waarde	bijz.
0 - 45	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 1	humustrijk	g	w	0,01 - 0,10	
45 - 65	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 0,5	humeus	g	w	0,01 - 0,10	
65 - 120	zwak lemig grof zand	kruimel 0,01 - 1	humusarm	w	w	0,01 - 0,10	
120 - 160	zwak lemig grof zand	kruimel 0,01 - 1	humusarm	g	w	0,01 - 0,10	

roest:

g = geen

w = weinig

m = matig

v = veel

zv = zeer veel

verkitting:

k = klein

m = matig

g = groot

k-waarde:

< 0,01 = zeer slecht

0,01 - 0,10 = slecht

0,10 - 0,50 = matig

0,50 - 1,00 = vrij goed

1,00 - 10 = goed

> 10 = zeer goed

BOORPROFIELENONDERZOEK BOETELERVELD

nummer: 3

locatie boorplaats : Boetelerveldweg
 gebied : Ramaker
 grondgebruik : mais
 bewortelingsdiepte : niet bepaald
 Gem. hoogste grondwaterstand : 71
 Gem. laagste grondwaterstand : > 140

diepte (cm)	grondsoort	structuur (cm)	org. stof	roest	verkitting	k-waarde	bijz.
0 - 40	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 0,5	humus	g	w	0,01 - 0,1	
40 - 49	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 0,5	humusrijk	w	w	0,01 - 0,1	vette zwarte laag
49 - 59	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 1	humus	w	w	0,01 - 0,1	
59 - 71	sterk lemig fijn zand	kruimel 0,1 - 1	humusarm	g	w	0,01 - 0,1	ijzerhuidjes
71 - 105	zwak lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,1 - 1,5	humusarm	w	w	0,01 - 0,1	
105 - 140	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,1 - 1,5	humusarm	w	w	0,01 - 0,1	

roest: g = geen
 w = weinig
 m = matig
 v = veel
 zv = zeer veel

verkitting: k = klein
 m = matig
 g = groot

k-waarde: < 0,01 = zeer slecht
 0,01 - 0,10 = slecht
 0,10 - 0,50 = matig
 0,50 - 1,00 = vrij goed
 1,00 - 10 = goed
 > 10 = zeer goed

BOORPROFIELENONDERZOEK BOETELERVELD

locatie boorplaats
gebied
grondgebruik
bewortelingsdiepte

Gem. hoogste grondwaterstand
Gem. laagste grondwaterstand

nummer: 1

: Eekwielensweg
: van Breen
: grasland
: 8 cm
: schijngroundwaterspiegel
: niet bepaald

diepte (cm)	grondsoort	structuur (cm)	org. stof	roest	verkitting	k-waarde	bijz.
0 - 30	sterk lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,01 - 0,5	humus	m	k	0,01 - 0,10	geleidelijke overgang
30 - 48	sterk lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,01 - 1	humusarm	v	m	0,01 - 0,10	
48 - 64	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 1	humusarm	m	k	0,01 - 0,10	
64 - 130	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,1 - 1,5	humusarm	m	k	0,01 - 0,10	houtresten

roest: g = geen
w = weinig
m = matig
v = veel
zv = zeer veel

verkitting: k = klein
m = matig
g = groot

k-waarde: < 0,01
0,01 - 0,10
0,10 - 0,50
0,50 - 1,00
1,00 - 10
> 10

= zeer slecht
= slecht
= matig
= vrij goed
= goed
= zeer goed

BOORPROFIELENONDERZOEK BOETELERVELD

locatie boorplaats
gebied
grondgebruik
bewortelingsdiepte
Gem. hoogste grondwaterstand
Gem. laagste grondwaterstand

: Eekwielsweg
: van Breen
: weidebouw
: 8 cm
: niet te bepalen → schijngroundwaterspiegel
: niet te bepalen

nummer: 2

diepte (cm)	grondsoort	structuur (cm)	org. stof	roest	verkitting	k-waarde	bijz.
0 - 15	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,001 - 0,3	humusarm	w	k	0,01 - 0,10	
15 - 46	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,1 - 0,3	humusarm	v	k	0,01 - 0,10	
46 - 65	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,1 - 0,3	humusarm	m	k	0,01 - 0,10	
65 - 70	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,1 - 0,3	humusarm	zv	g	0,01 - 0,10	
70							niet mogelijk om verder te boren

roest:
g = geen
w = weinig
m = matig
v = veel
zv = zeer veel

verkitting:
k = klein
m = matig
g = groot

k-waarde:
< 0,01 = zeer slecht
0,01 - 0,10 = slecht
0,10 - 0,50 = matig
0,50 - 1,00 = vrij goed
1,00 - 10 = goed
> 10 = zeer goed

BOORPROFIELENONDERZOEK BOETELERVELD

locatie boorplaats
gebied
grondgebruik
bewortelingsdiepte
Gem. hoogste grondwaterstand
Gem. laagste grondwaterstand

: Eekwielenweg
: van Breen
: grasland
: 8 cm
: schijngroundwaterspiegel
: niet bepaald

nummer: 3

diepte (cm)	grondsoort	structuur (cm)	org. stof	roest	verkitting	k-waarde	bijz.
0 - 41	zwak lemig grof zand	kruimel 0,001 - 0,3	humusarm	w	k	> 10	
41 - 54	sterk lemig fijn zand	kruimel 0,1 - 0,5	humusarm	m	k	0,50 - 1,0	
54 - 70	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,01 - 0,3	humusarm	zv	g	0,50 - 1,0	harde laag
70 - 87	sterk lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,1 - 0,5	humusarm	v	m	0,01 - 0,10	
87 - 104	sterk lemig uiterst fijn zand	kruimel 0,1 - 1	humusarm	zv	k	0,01 - 0,10	harde laag
104 - 135	zwak lemig fijn zand	kruimel 0,1 - 1	humusarm	w	k	0,10 - 0,50	

roest:
g = geen
w = weinig
m = matig
v = veel
zv = zeer veel

verkitting:
k = klein
m = matig
g = groot

k-waarde:
< 0,01
0,01 - 0,10
0,10 - 0,50
0,50 - 1,00
1,00 - 10
> 10

= zeer slecht
= slecht
= matig
= vrij goed
= goed
= zeer goed

Tabel 3.2.6. Waarden van de parameters ter bepaling van de onverzadigde doorlatendheid van de Rijtema-ondergronden en de ondergronden L2 en L3, alsmede de kritieke z-afstand (z_k) van deze ondergronden. (Rijtema, 1969; Bouma en Van Heesen, 1979.)

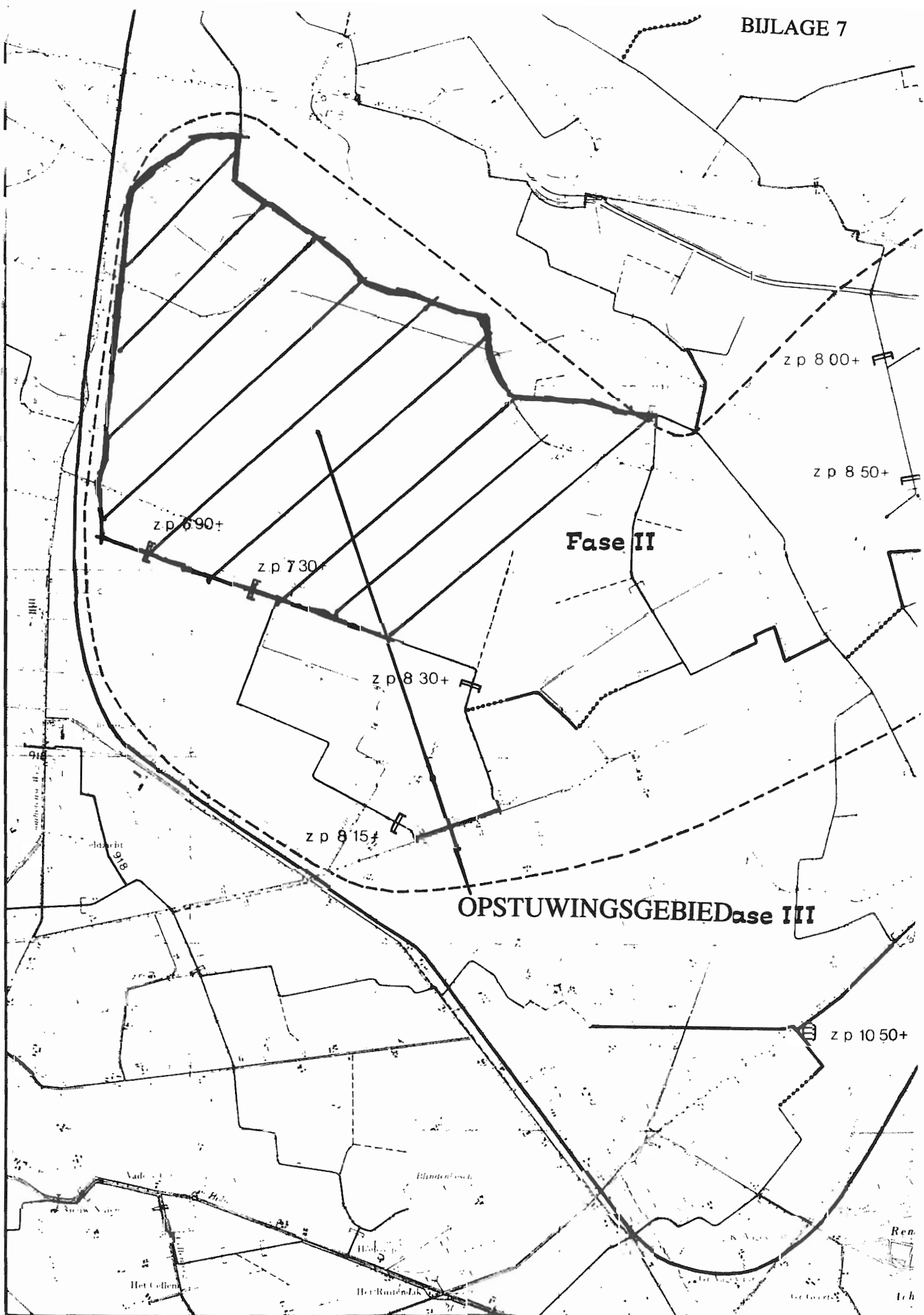
Grondsoort	k_{sat} ($\text{cm} \cdot \text{d}^{-1}$)	α (—)	h_a (cm)	h_{lim} (cm)	a ($\text{cm}^{2.4} \cdot \text{d}^{-1}$)	z_k (cm)
1. Grof zand	1.120.0	0.2240	-10	-80	0.08	49
2. Matig grof zand	300.0	0.1380	0	-90	0.63	54
3. Matig fijn zand	110.0	0.0822	0	-125	3.30	81
4. Fijn zand	50.0	0.0500	0	-175	10.90	122
5. Humeus lemig matig grof zand	1.0	0.0269	0	-165	15.00	82
6. Zwak lemig matig grof zand	2.3	0.0562	0	-100	5.26	52
7. Lemig matig grof zand	0.36	0.0378	0	-135	2.10	30
8. Lemig fijn zand	26.5	0.0398	0	-200	16.40	140
9. Zandige leem	16.5	0.0737	0	-150	0.24	60
10. Löss	14.5	0.0490	0	-130	22.60	114
11. Fijnzandige leem	12.0	0.0248	-10	-300	26.50	197
12. Siltige leem	6.5	0.0200	0	-300	47.40	213
13. Leem	5.0	0.0231	0	-300	14.30	153
14. Lichte zavel	23.5	0.0353	0	-200	33.60	168
15. Zwarte zavel	1.5	0.0237	0	-300	36.00	122
16. Kleiige leem	0.98	0.0248	0	-300	1.69	73
17. Lichte klei	3.5	0.0174	0	-300	55.60	211
18. Matig zware klei	1.3	0.0480	0	-50	28.20	85
19. Komklei	0.22	0.0380	0	-80	4.86	26
20. Veen	5.3	0.1045	0	-50	6.82	44
L2 Medium (zwak lemig, matig fijn zand)	70.0	0.0850	0	-120	2.50	71
L3 Good (sterk lemig, fijn zand)	1.0	0.0290	0	-165	10.90	82

k ($\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$)	klasse
< 0.01	zeer slecht
0.01 - 0.10	slecht
0.10 - 0.50	matig
0.50 - 1.0	vrij goed
1.0 - 10	goed
> 10	zeer goed

18.13 Tabel

Maandwaarden van neerslag P , open-waterverdamping E_o , potentiële verdamping E_p , neerslagtekort $E_p - P$ en hun standaardafwijking s . Voor f zie formule 18.1.
 Gemiddelde waarden van het KNMI-station De Bilt over de periode 1911 t/m 1975. Naar gegevens van De Bruin, 1979. Vergelijk figuur 11.1.

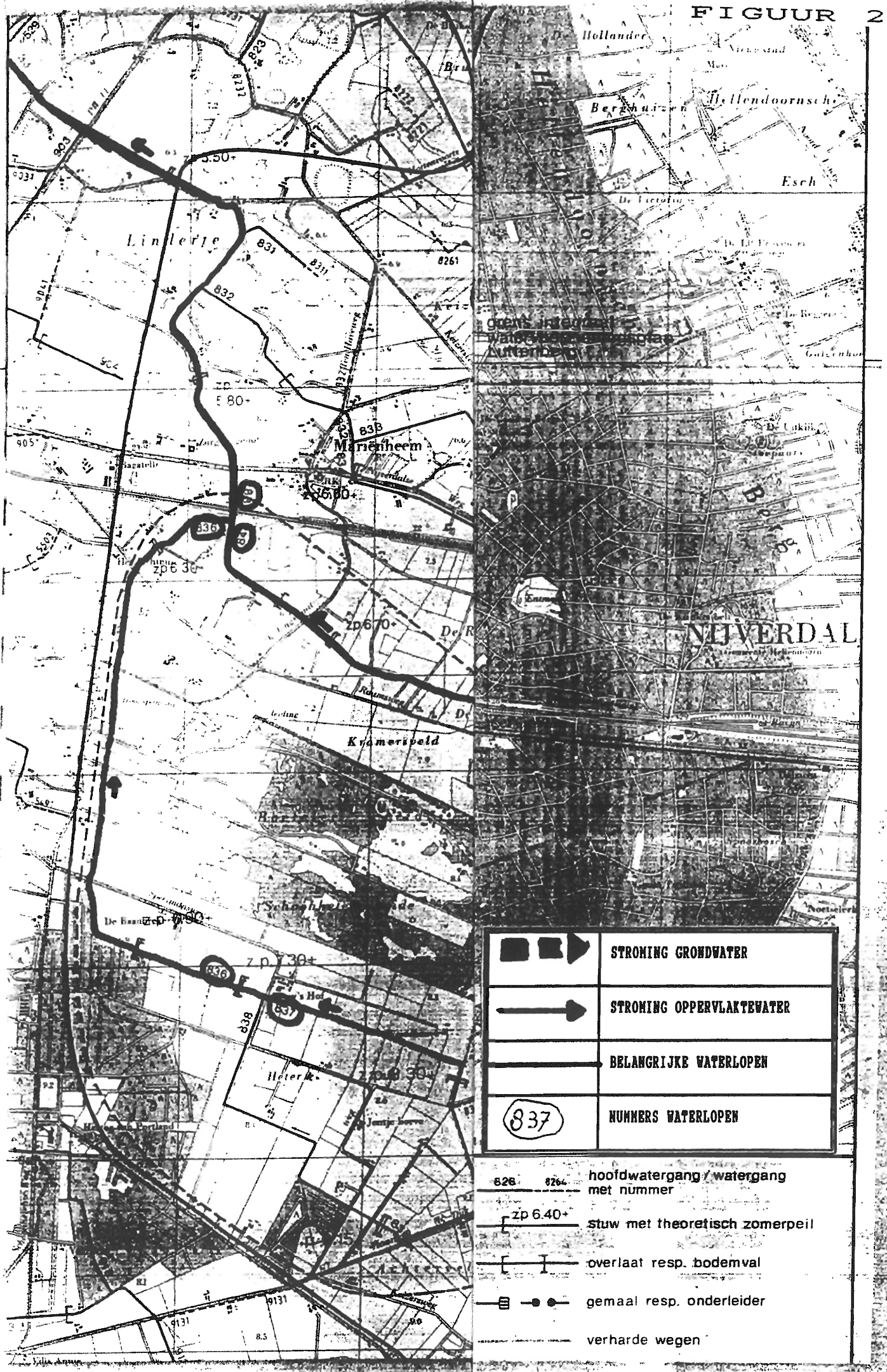
(mm/mnd)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	totaal (mm/a)
P	64	49	47	51	54	65	76	88	71	72	73	74	784
$s(P)$	27	30	25	23	28	32	40	47	40	44	37	38	135
E_o	4	17	41	75	108	122	116	95	60	27	9	3	676
$s(E_o)$	2	4	5	11	12	14	15	13	7	4	3	3	45
f	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	
E_p	2	10	29	60	86	98	93	76	48	19	5	2	528
$E_p - P$				9	32	32	16	-13					
$s(E_p - P)$				28	34	38	48	53					



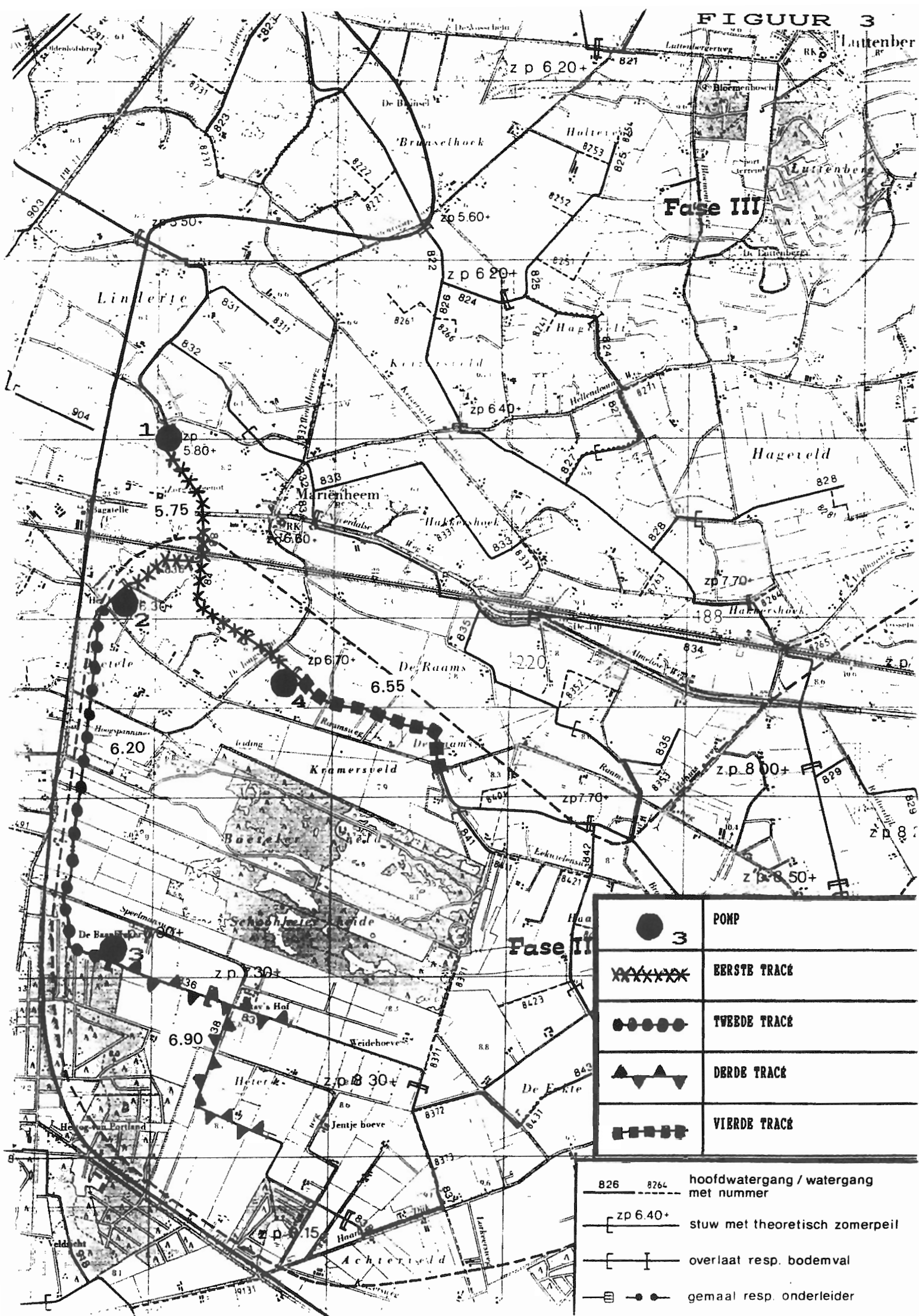
FIGUREN

- FIGUUR 1: Kaart beheersgebied Salland
- FIGUUR 2: Overzichtskaart hydrologisch systeem
- FIGUUR 3: Kaart tracés en lokaties meetpunten
- FIGUUR 4: Kaart lokaties meetpunten
- FIGUUR 4A: Schema lokaties peilbuizen oost-west raai
- FIGUUR 4B: Schema lokaties peilbuizen noord-zuid raai
- FIGUUR 5: Tijd-stijghoogtelijnen tno-buizen
- FIGUUR 6: Tijd-stijghoogtelijnen grondwaterstand dicht bij de raaien
- FIGUUR 7: Tijd-stijghoogtelijnen binnen en buiten het opstuwingsgebied
- FIGUUR 8: Tijd-stijghoogtelijnen in het Boetelerveld
- FIGUUR 9: Dwarsprofiel oost-west raai op 3, 9, 15 en 21 juni 1996
- FIGUUR 10: Dwarsprofiel noord-zuid raai op 3, 9, 15 en 21 juni 1996
- FIGUUR 11A: Isohypsenkaart op 3 juni 1996
- FIGUUR 11B: Isohypsenkaart op 9 juni 1996
- FIGUUR 11C: Isohypsenkaart op 15 juni 1996
- FIGUUR 11D: Isohypsenkaart op 21 juni 1996
- FIGUUR 12A: Drooglegging op 3 juni 1996
- FIGUUR 12B: Drooglegging op 21 juni 1996
- FIGUUR 13: Netto stijging in de periode van 3 t/m 21 juni 1996
- FIGUUR 14: Kaart lokaties boorpunten
- FIGUUR 15: Kaart volgestroomde perceelsloten





FIGUUR 3

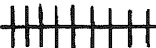
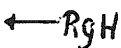


FIGUUR 4

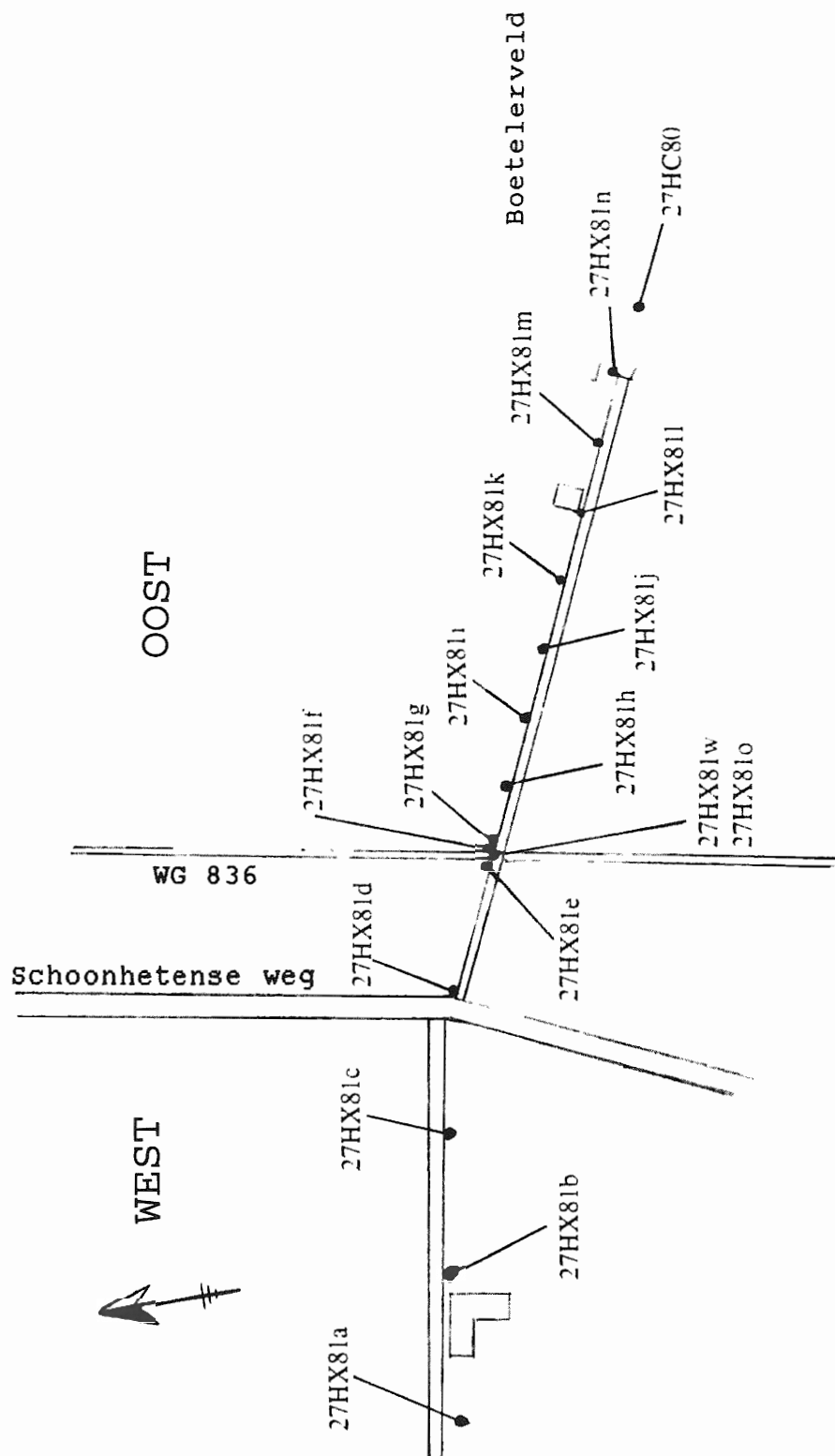
Fase III

Legend:

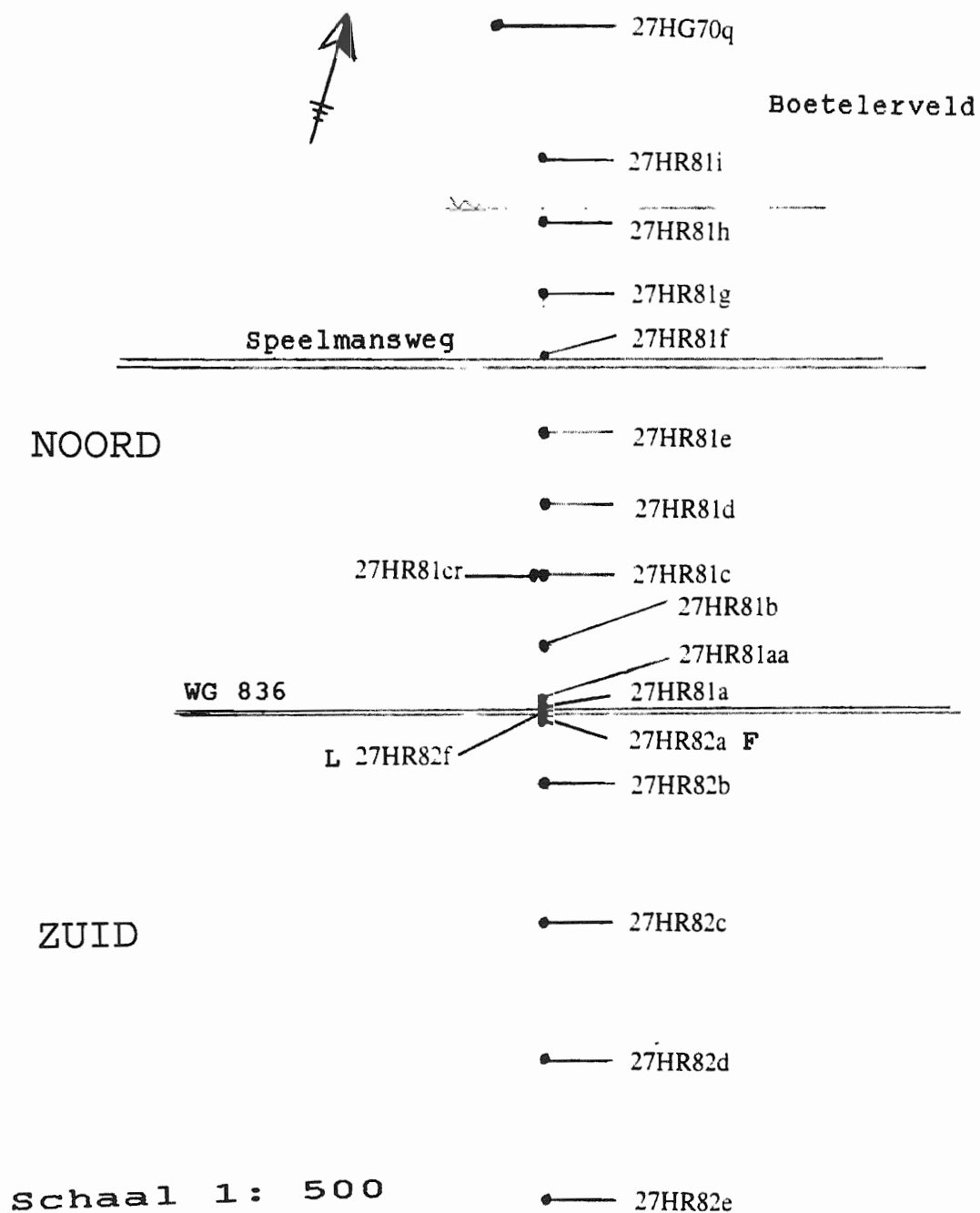
●	PEILBUIS
●-T	PEILBUIS (TNO)
	RAAI
●F	PEILBUIS GEBRUIKT VOOR TIJD- STIJGHOOGTELIJNEN
●D	DATALOGGER
●RC	RECORDER
← O	MEETPUNT OPPERVLAKTEWATER
← RgH	REGENMETER (HANDMATIG)
← Rgz	REGENMETER (ZELFREGIST.)

	PEILBUIS
	PEILBUIS (TNO)
	RAAI
	PEILBUIS GEBRUIKT VOOR TIJD- STIJGHOOGTELIJNEN
	DATALOGGER
	RECORDER
	MEETPUNT OPPERVLAKTEWATER
	REGENMETER (HANDMATIG)
	REGENMETER (ZELFREGIST.)

SITUATIESCHETS OOST-WEST RAAI



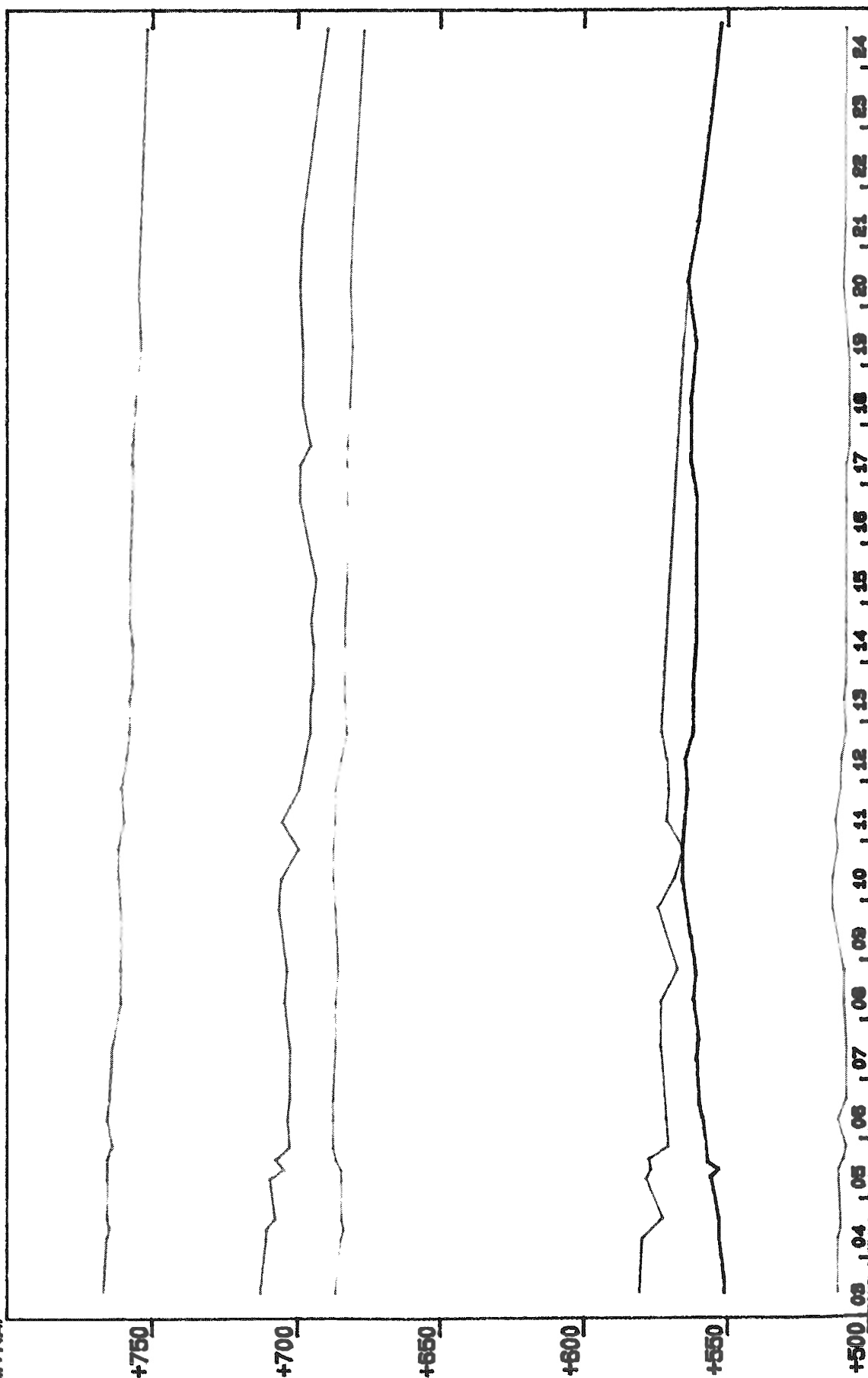
Schaal 1: 500



TIJD-STIJGHOOGTELIJNEN 03-06-1996 t/m 24-06-1996 Schaal 1: 20

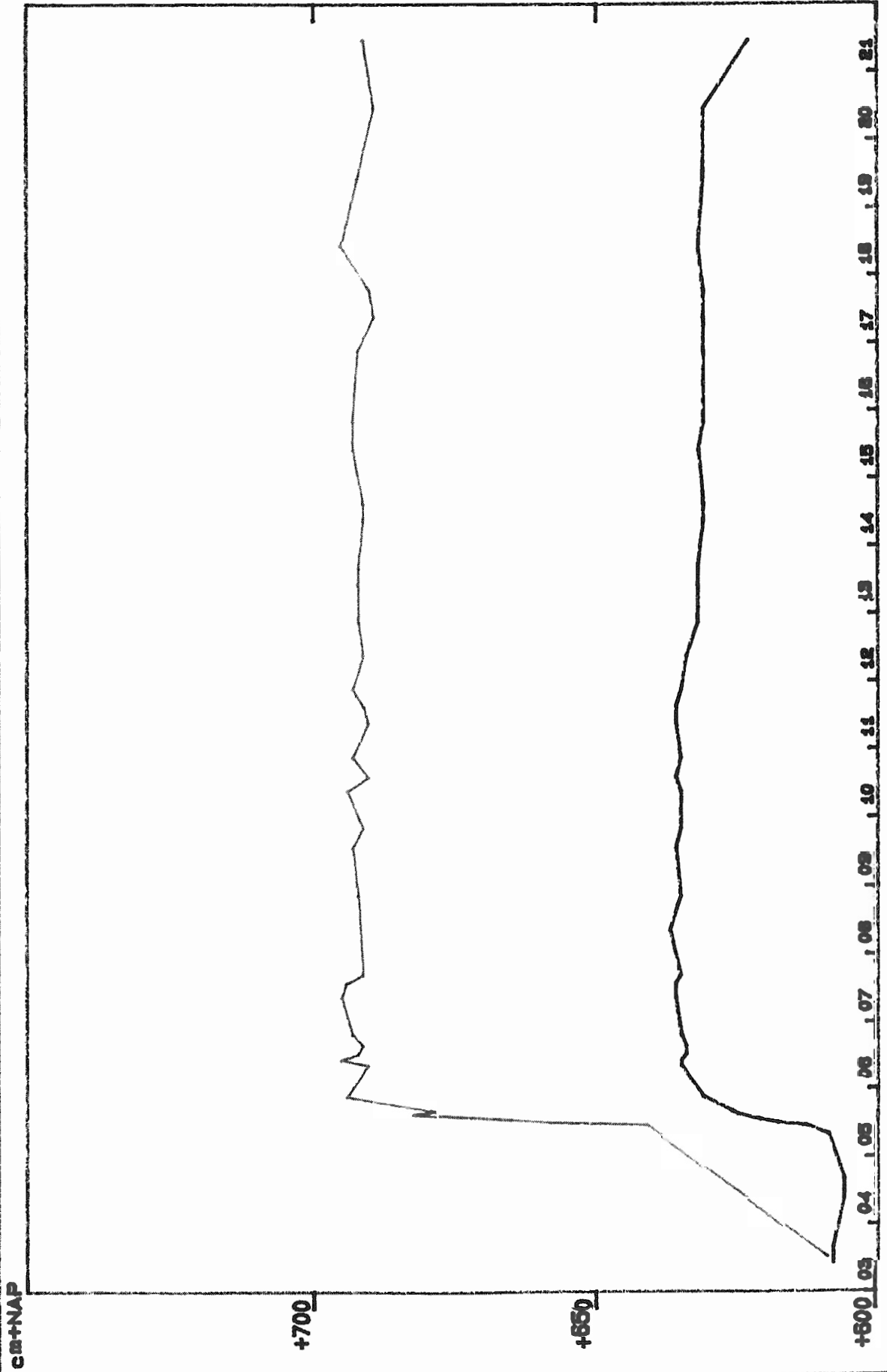
D 27HL0002.BS _____ C 28AL0014.BS _____ B 28CP0109.BS _____
 A 28CL0111.BS _____ E 27HP0035.BS _____ 27HL0007.BS _____

CIET+NAP



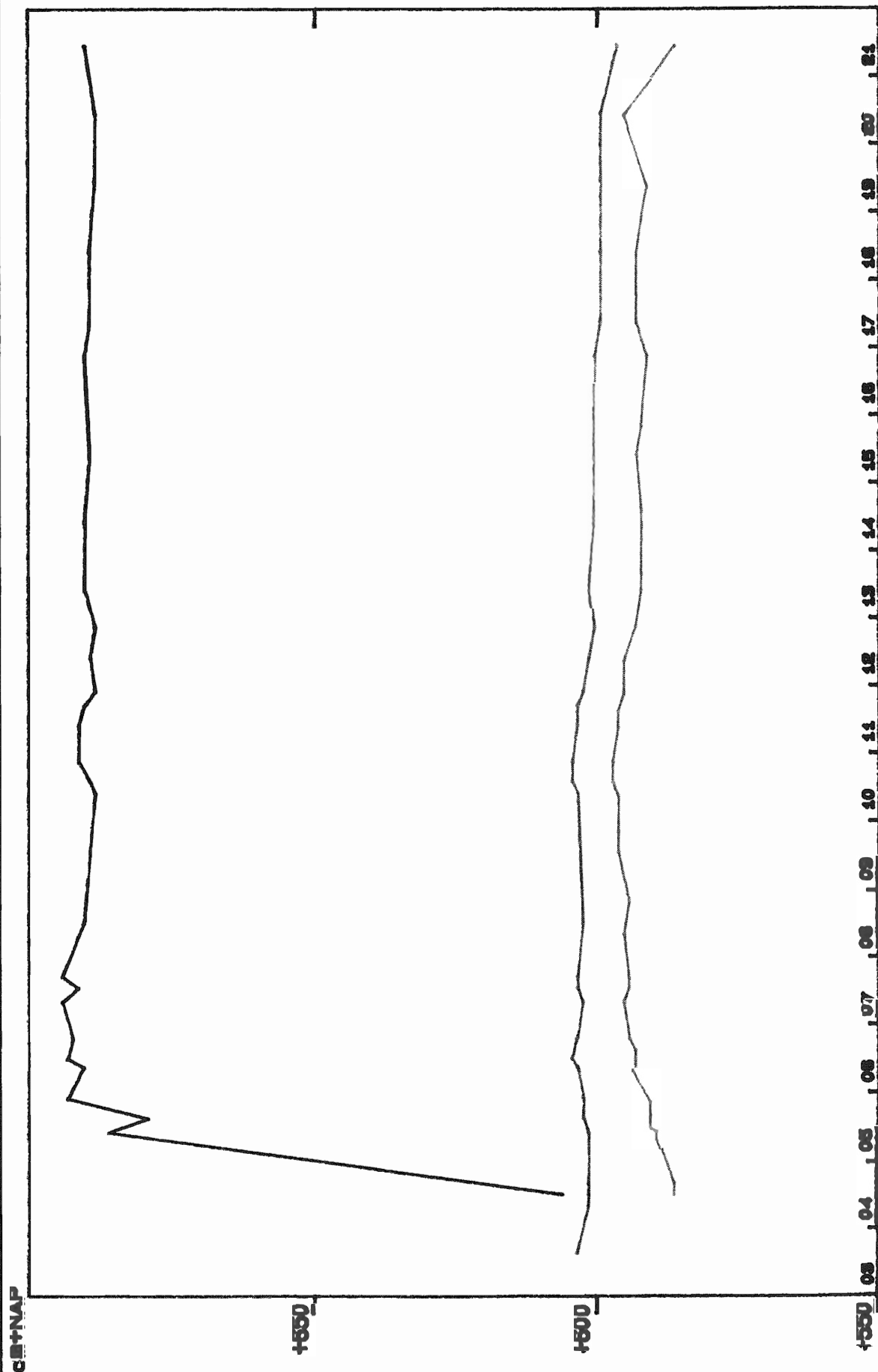
TIJD-STIJGHOOGTELIJNEN 03-06-1996 t/m 21-06-1996 Schaal 1: 10

F 27HR82a.BS L 27HW82n.0W



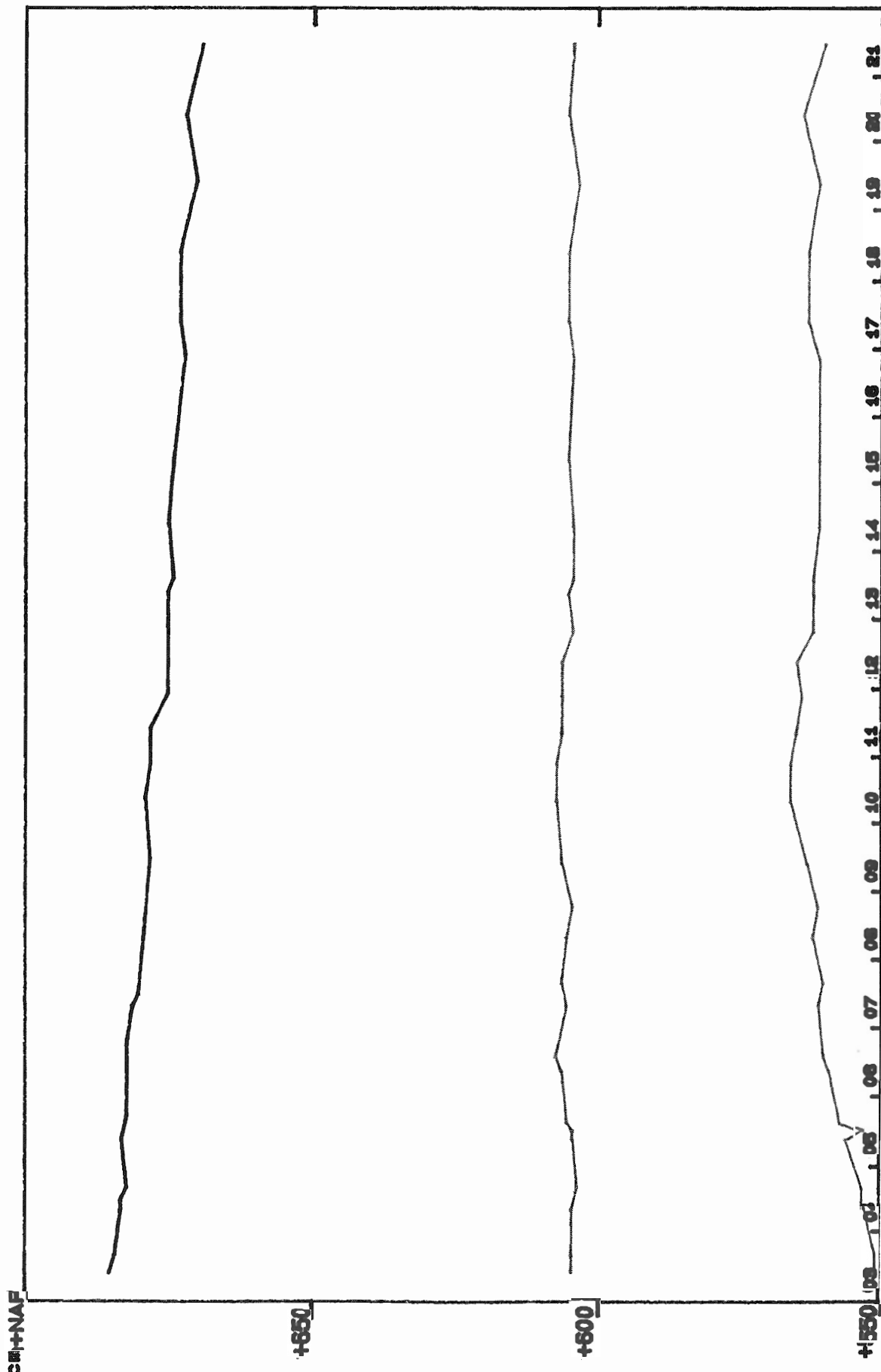
TIID-STIJGHOOGTELIJNEN 03-06-1996 t/m 21-06-1996 Schaal 1: 10

I 27HW72b.OW _____ H27HR72d.BS _____ G27HG70q.BS _____



TIJD-STIJGHOOGTIELJNEN 03-06-1996 t/m 21-06-1996 Schaal 1: 10

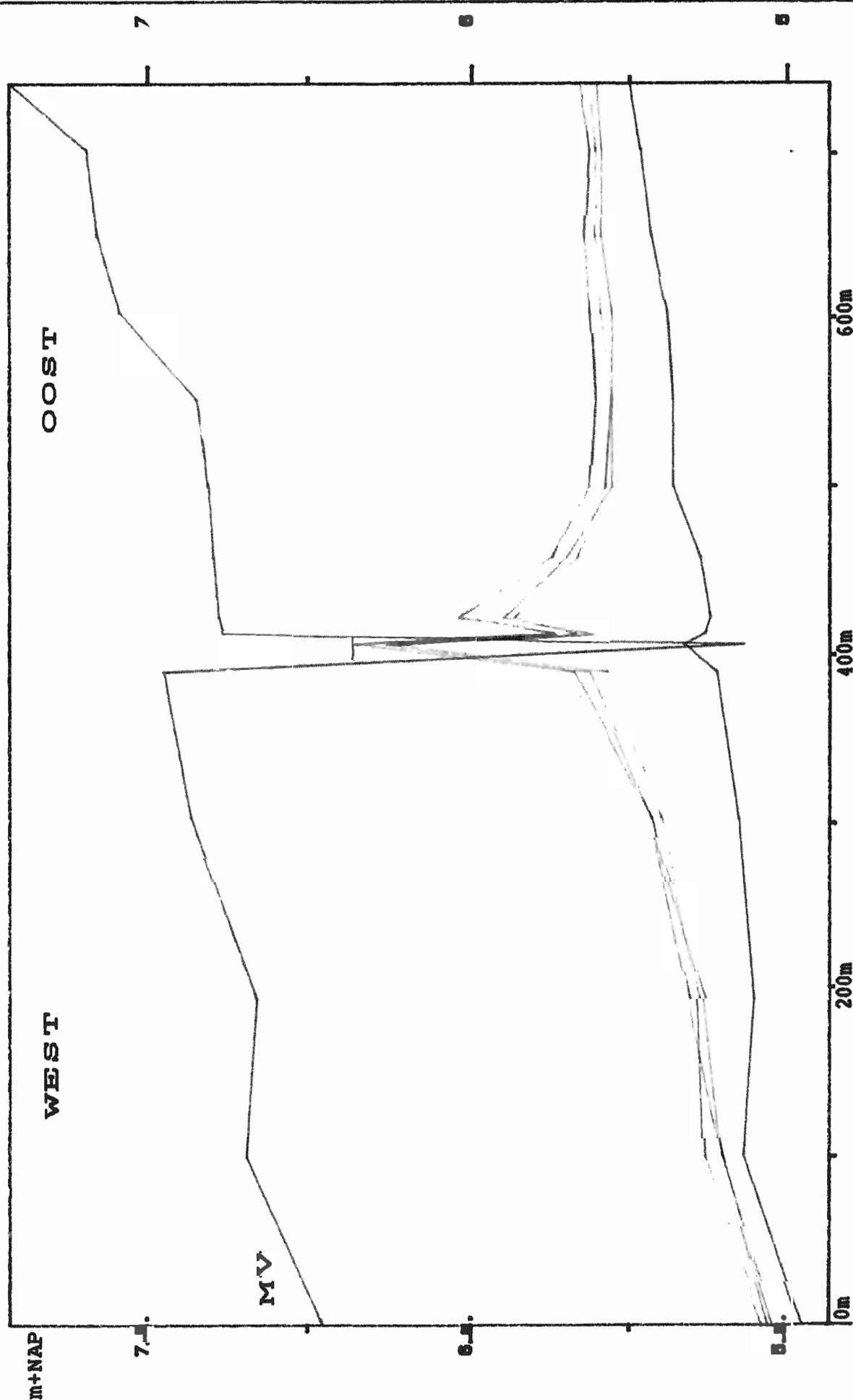
J 27HG70j.BS _____ K 27HG70c.BS _____ D27HL0002.BS _____



DWARSPROFIEL OOST-WEST RAAI

Opnamedatum: 03-06-1996
09-06-1996
15-06-1996
21-06-1996

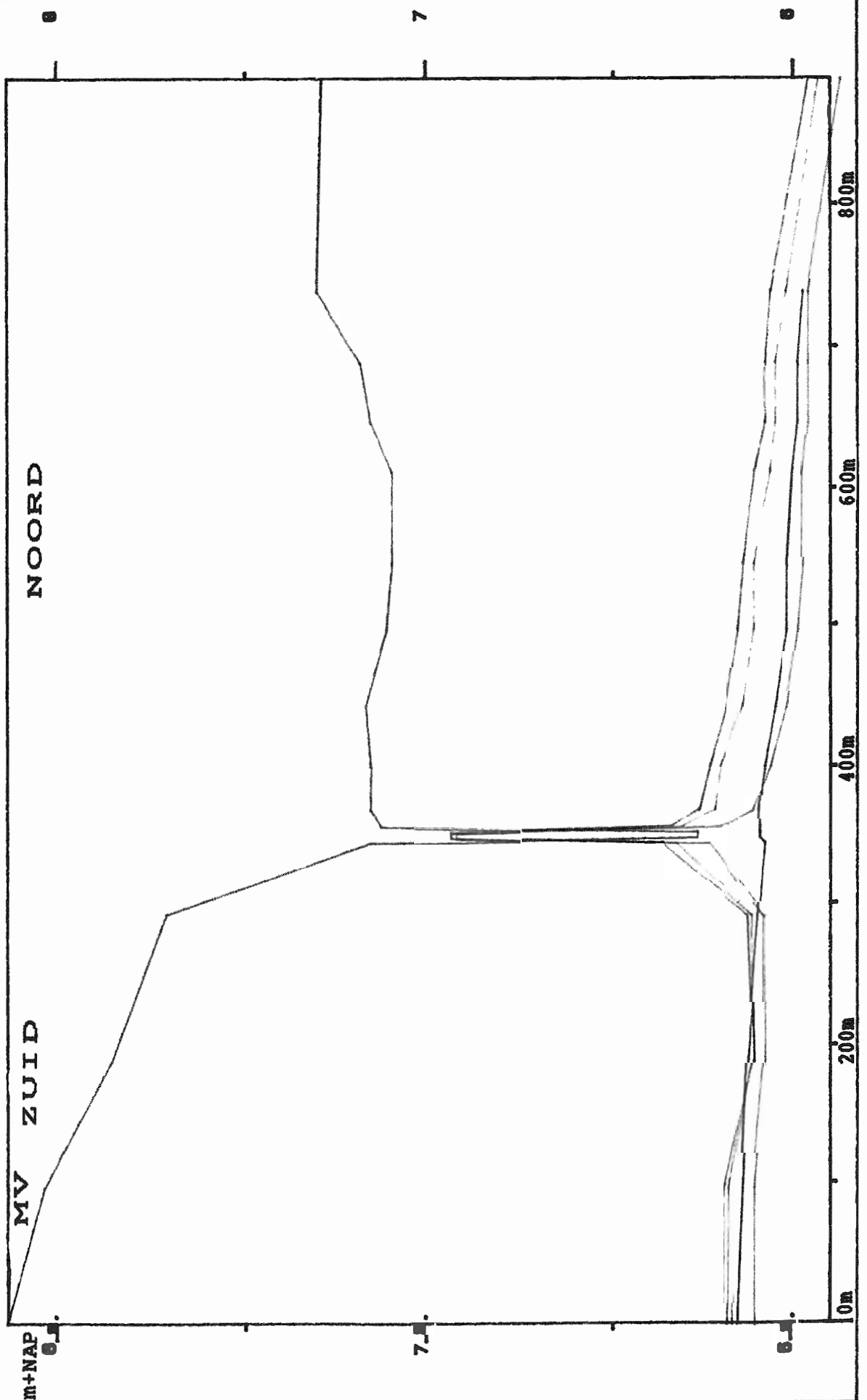
Schaal X: Y= 5238



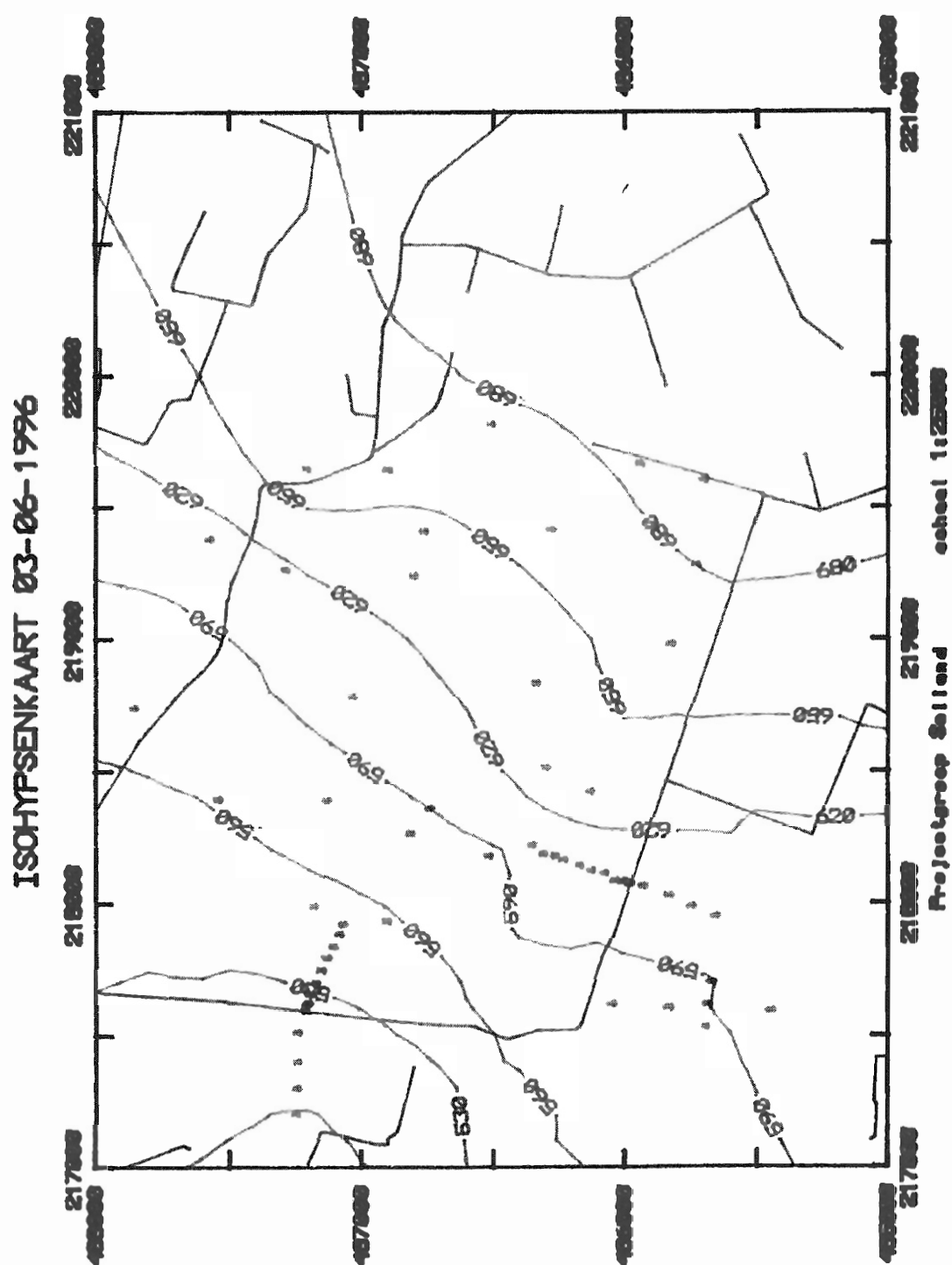
DWARSPROFIEL NOORD-ZUID RAAI

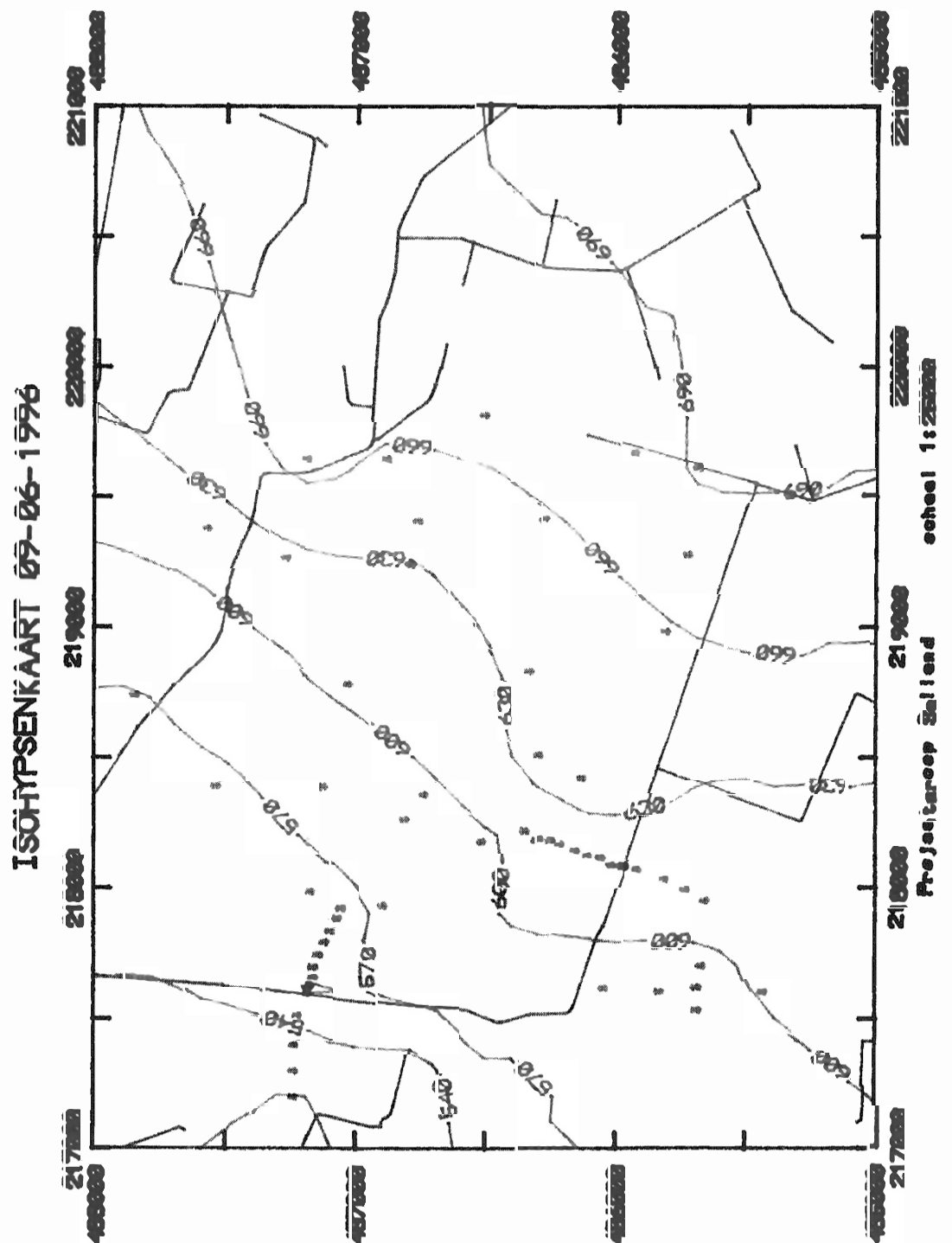
Schaal X: Y= 3827

Opmatedatum: 03-06-1996
09-06-1996
15-06-1996
21-06-1996

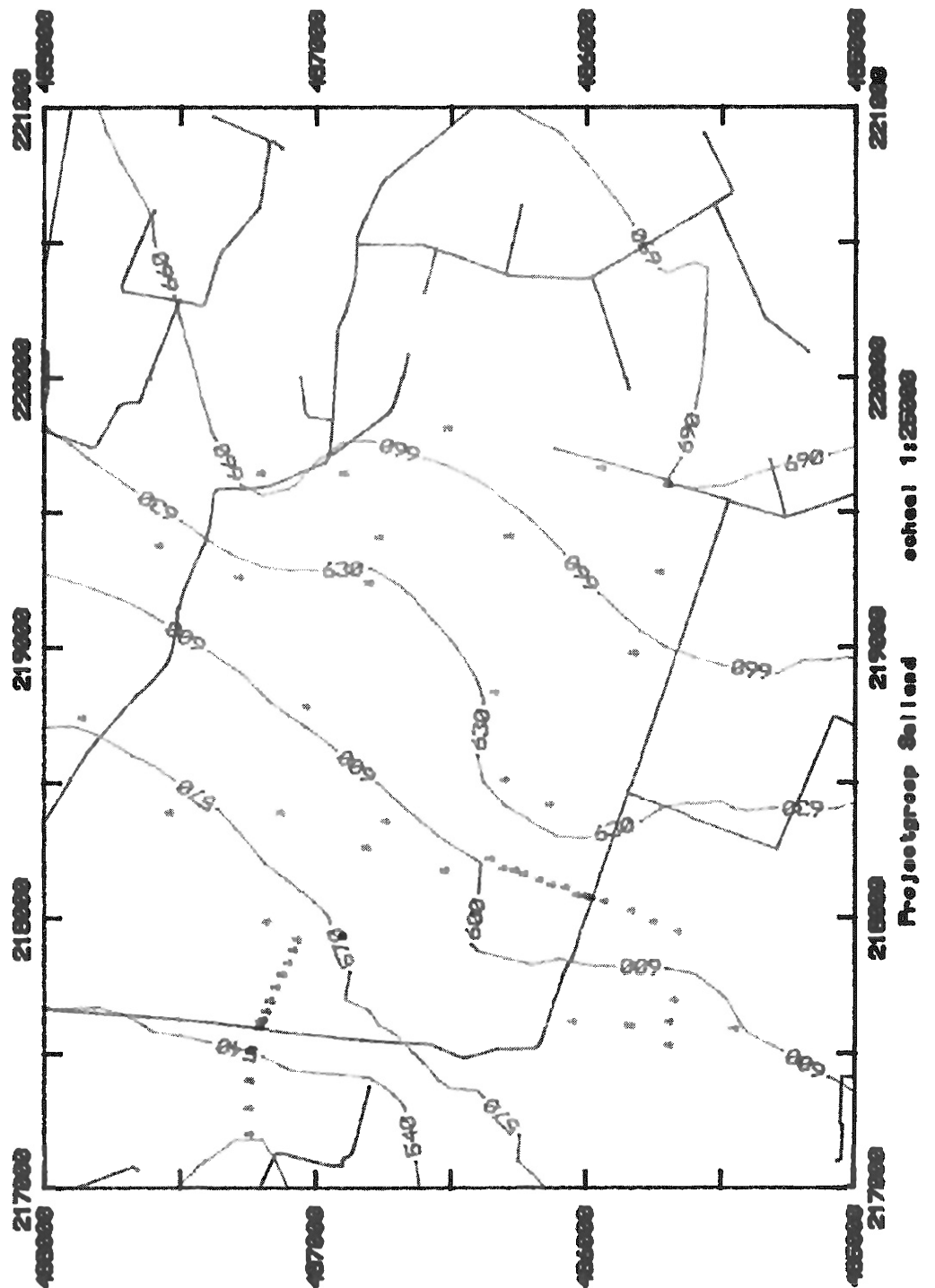


FIGUUR 11A

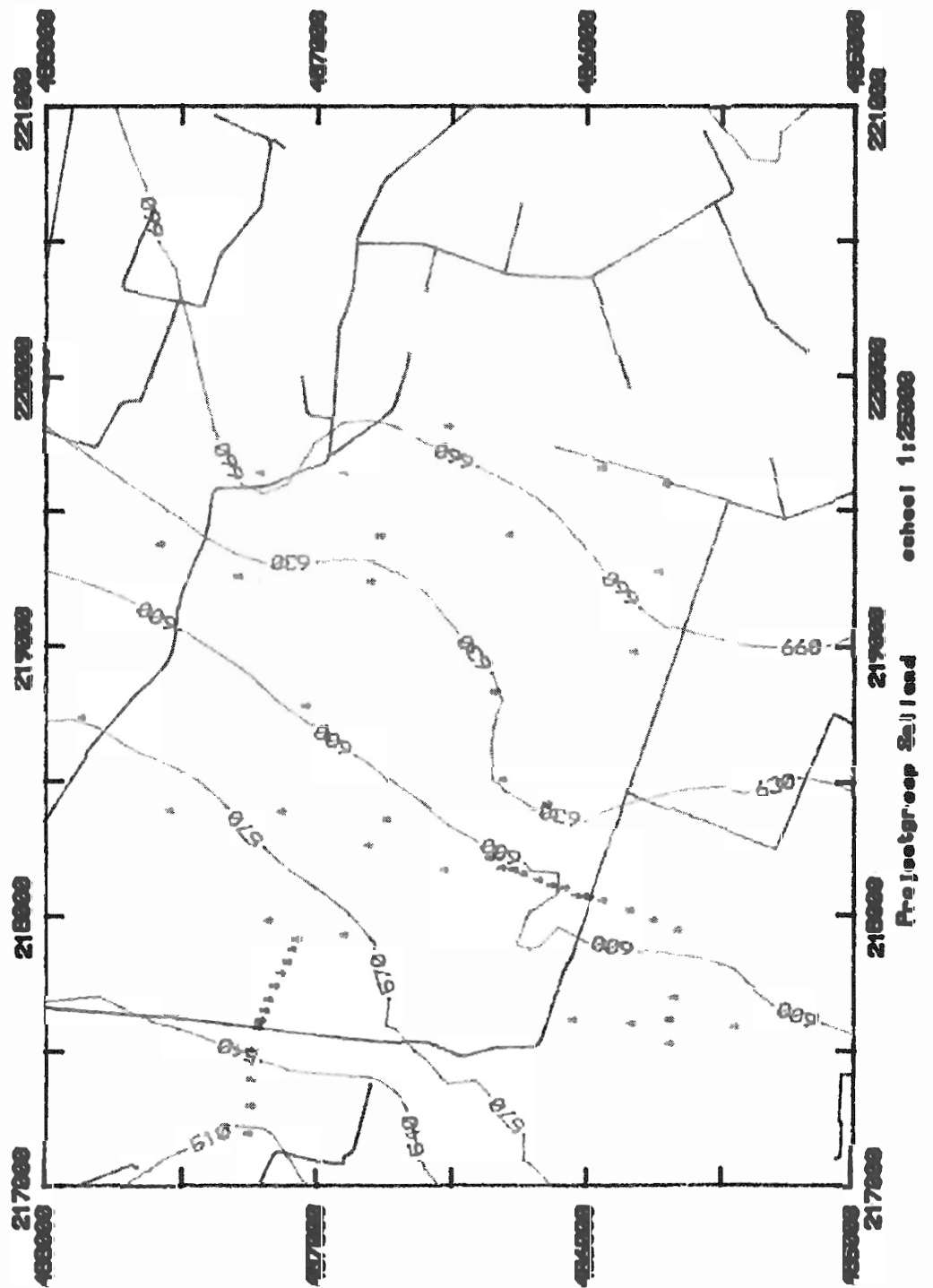




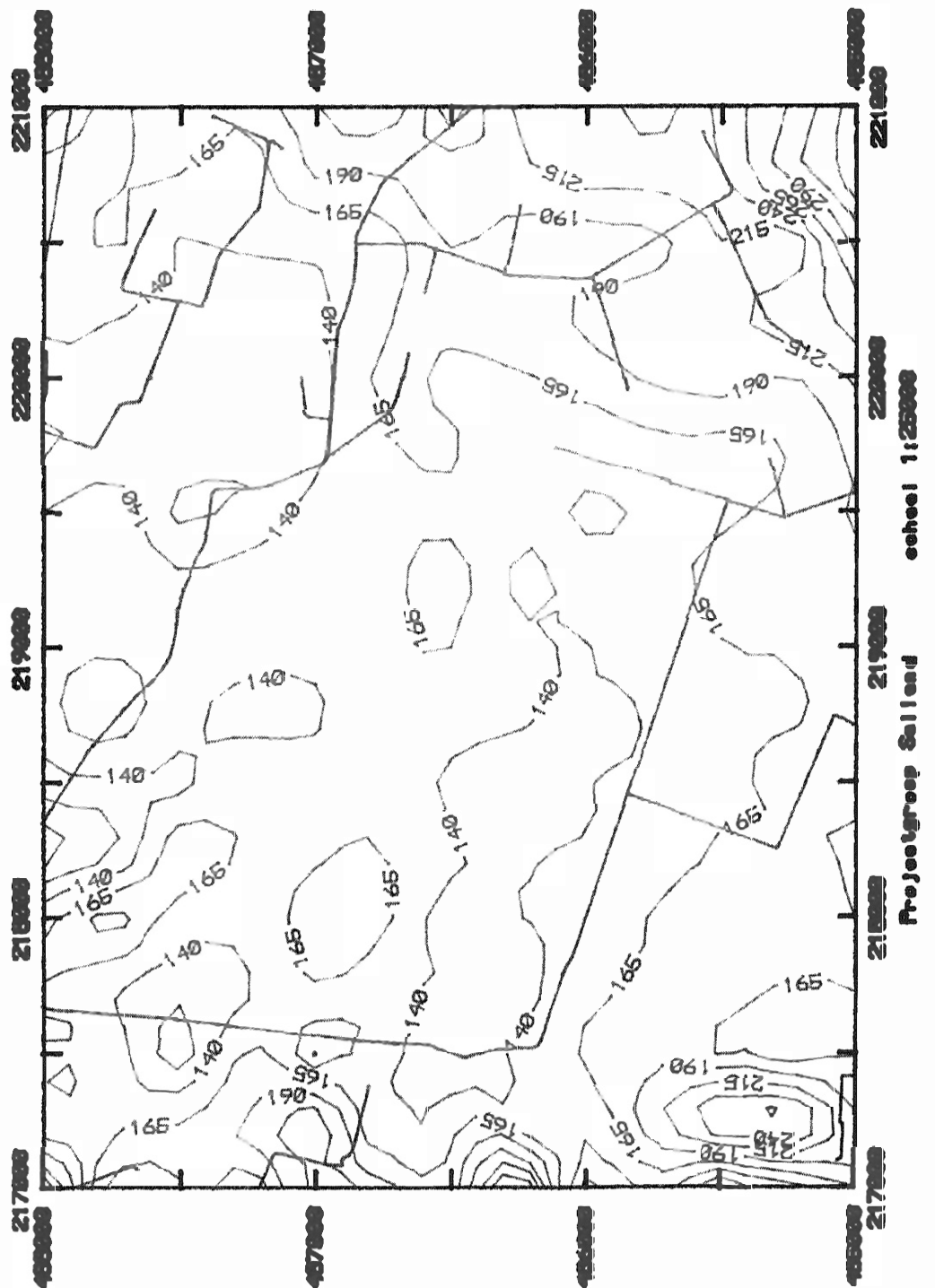
ISOHYPSENKAART 15-06-1996



ISOHYFSENKAART 21-06-1996

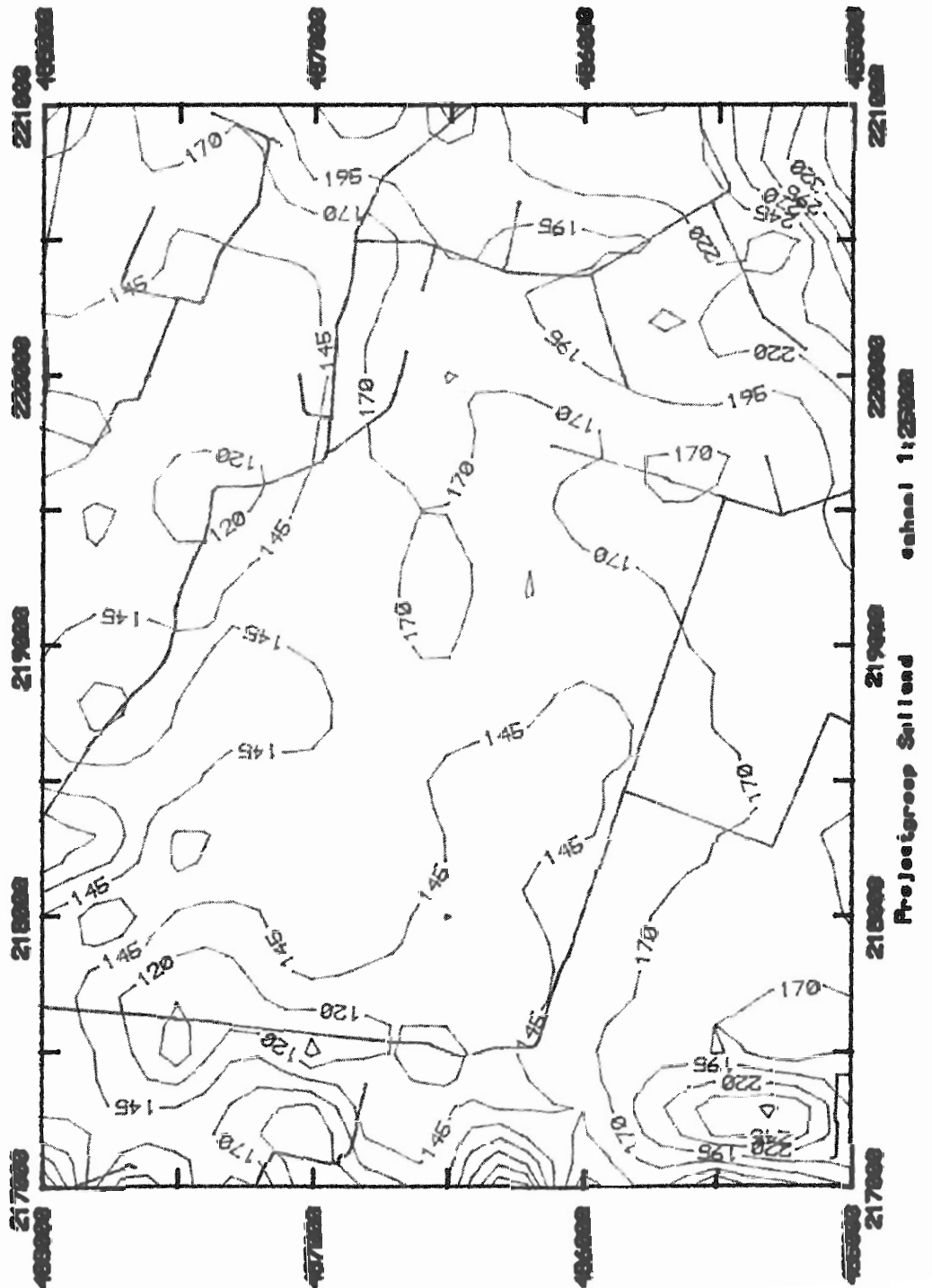


DROGLEGGING OP 03-06-1996

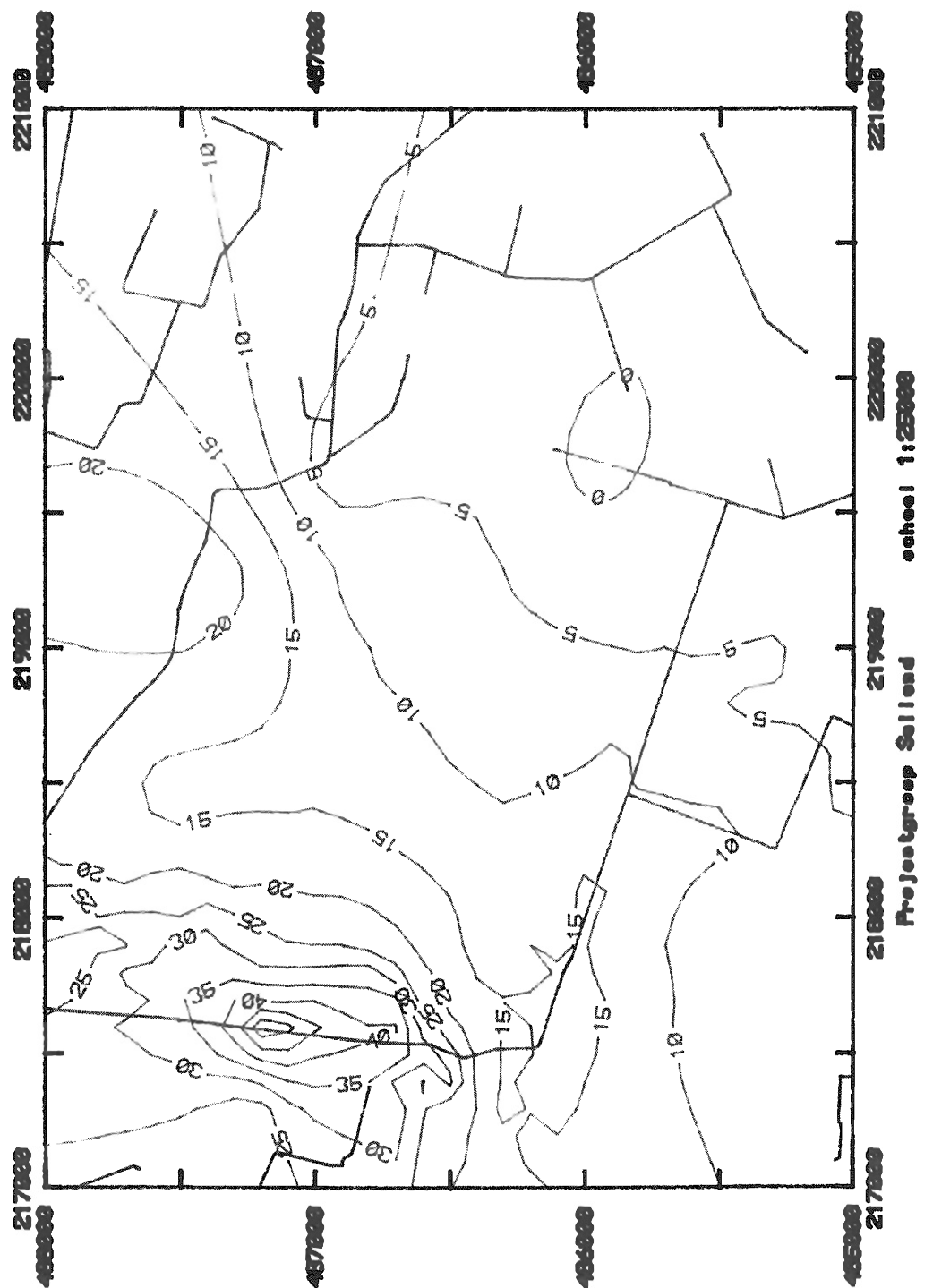


FIGUUR 12B

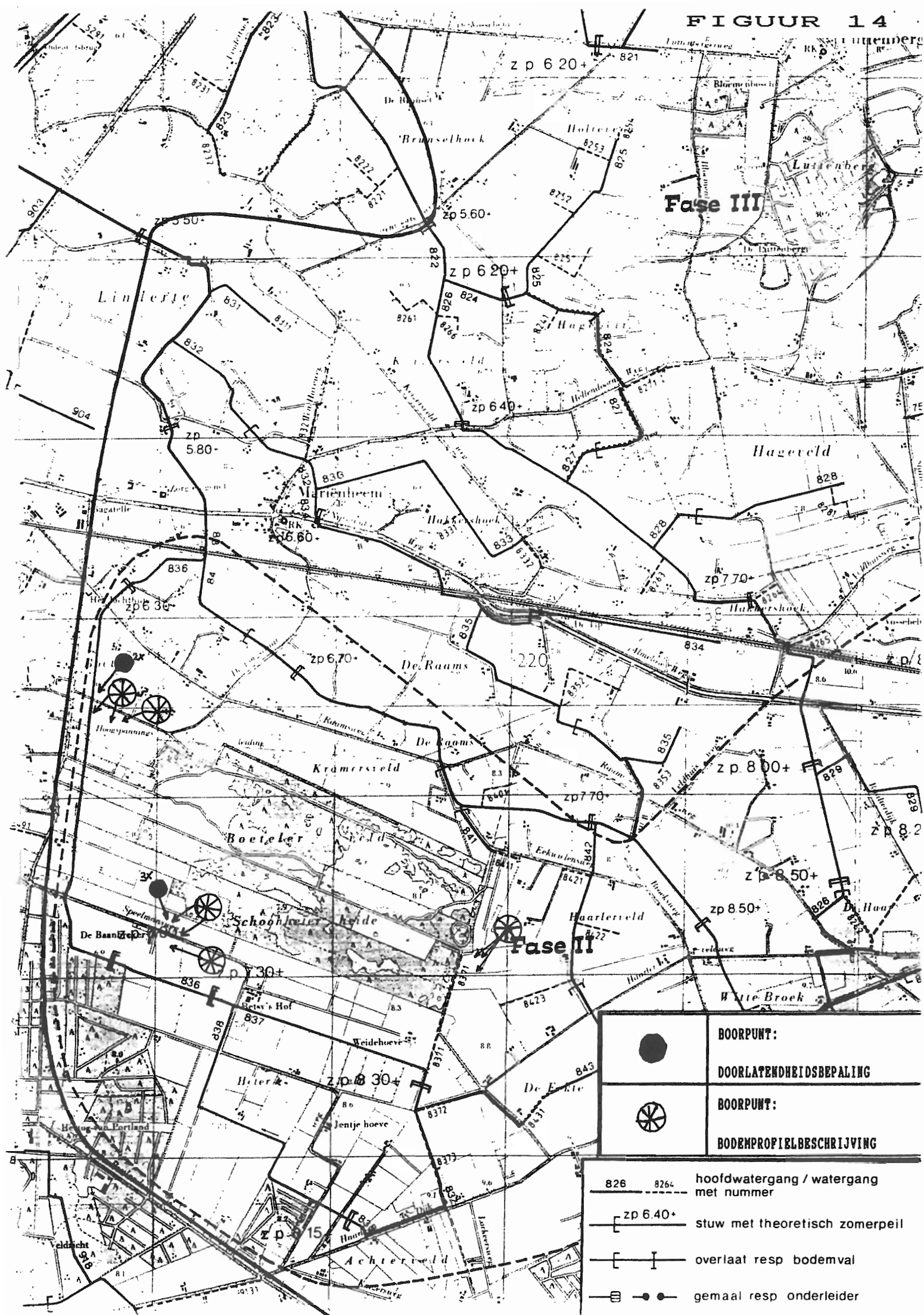
DROOGLEGGING OP 21-06-1996



NETTO STIJGING IN PERIODE 03-06 T/M 21-06



FIGUUR 14





826 8264

zp 6.40+

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \right)$$

TABELLEN

TABEL 1:	Gemiddelde peilen van de waterlopen
TABEL 2:	Gegevens watergangen
TABEL 3:	Neerslag / verdamping
TABEL 4:	Neerslag en verdamping totaal
TABEL 5.1:	Aangevoerde hoeveelheden pomp 1
TABEL 5.2:	Aangevoerde hoeveelheden pomp 2
TABEL 5.3:	Aangevoerde hoeveelheden pomp 3
TABEL 5.4:	Aangevoerde hoeveelheden pomp 4
TABEL 6:	Geïnfiltreerde hoeveelheden water
TABEL 7:	Stijghoogteverschil oppervlaktewater - grondwater
TABEL 8:	Infiltratieweerstand van de slootbodem
TABEL 9:	Oppervlaktewaterpeil juni 1996
TABEL 10:	Overzicht te handhaven meetpunten

TABEL 1
GEMIDDELDE PEILEN VAN DE WATERLOPEN

Week 2

Datum	Tijd	Trace 1		Trace 2		Trace 3		Trace 4	
		OW-peil cm + NAP	Gem. peil cm + NAP	OW-peil cm + NAP	Gem. peil cm + NAP	OW-peil cm + NAP	Gem. peil cm + NAP	OW-peil cm + NAP	Gem. peil cm + NAP
19960609	14,00	577		636		693		651,0	
19960609	21,00		577,0	630	633,0	691	692,0		651,0
19960610	9,00	552		631		694		653,0	
19960610	13,00	575		627		690			
19960610	21,00	577	568,0	625	627,7	693	692,3		653,0
19960611	9,00	576		619		690		631,0	
19960611	15,00	583		609		691			
19960611	21,00	575	578,0	603	610,3	693	691,3	650,0	640,5
19960612	10,00	578		618		691		654,0	
19960612	21,00	576	577,0	622	620,0	692	691,5	655,0	654,5
19960613	10,00	574		614		692			
19960613	17,00	579	576,5	620	617,0	692	692,0	655,0	655,0
19960614	10,00	571		608		691		663,0	
19960614	15,00	579	575,0	610	609,0	691	691,0	662	662,5
19960615	9,00	578		621		693		658	
19960615	20,00		578,0	615	618,0	693	693,0	662	660,0

Gemiddeld waterpeil week 2:

575,6 cm +NAP

619,3 cm +NAP

691,9 cm +NAP

653,8 cm +NAP

TABEL 2
GEGEVENS WATERGANGEN
 Week 2

De onderstaande gegevens zijn berekend aan de hand van het gemiddelde waterpeil gedurende week 2 (zie tabel 1).

Trace	Lengte m	gem. peil cm +NAP	inhoud totaal m3	natte oppervlak m2	boven- breedte m	water- oppervlak m2
1	2220	575,6	12850	17241	7,21	16006
2	2855	619,3	9168	14956	4,64	13246
3	2170	691,9	1387	4945	2,07	4502
4	1075	653,8	2844	4705	3,90	4193

TABEL 3
NEERSLAG / VERDAMPING

Week	Datum	Gewas- verdamping mm	Opp. water verdamping mm	neerslag mm	Netto mm	
Week 1	19960603	-3,40	-4,08	0	-4,08	Totaal: -19,7 mm
	19960604	-2,90	-3,48	0	-3,48	
	19960605	-4,80	-5,76	0	-5,76	
	19960606	-5,00	-6,00	0	-6	
	19960607	-4,30	-5,16	0	-5,16	
	19960608	-3,10	-3,72	8,5	4,78	
Week 2	19960609	-1,60	-1,92	0	-1,92	Totaal: -27,54 mm
	19960610	-4,70	-5,64	0	-5,64	
	19960611	-5,00	-6,00	1,5	-4,5	
	19960612	-3,30	-3,96	0	-3,96	
	19960613	-3,80	-4,56	0	-4,56	
	19960614	-3,00	-3,60	0	-3,6	
	19960615	-4,40	-5,28	0	-5,28	
Week 3	19960616	-4,50	-5,40	0	-5,4	Totaal: -20,08
	19960617	-4,80	-5,76	0	-5,76	
	19960618	-4,20	-5,04	0	-5,04	
	19960619	-0,90	-1,08	2	0,92	
	19960620	-2,00	-2,40	0	-2,4	
	19960621	-2,00	-2,40	0	-2,4	

TABEL 4
NEERSLAG / VERDAMPING (TOTAAL)
 Week 2

trace	water- oppervlak m2	netto verd/neersl mm	totaal m3
1	16006	-27,54	-441
2	13246	-27,54	-365
3	4502	-27,54	-124
4	4193	-27,54	-115

TABEL 5.1

AANGEVOERDE HOEVEELHEDEN POMP 1

week	Datum	Q m3/dag	Q m3/dag	
	19960531	9348	9348	
	19960601	9348	18696	
week 1	19960602	9348	28044	
	19960603	9348	37392	
	19960604	9348	46740	
	19960605	9348	56088	
	19960606	6345	62433	
	19960607	13342	75775	totaal week 1:
	19960608	10427	86202	67506 m3
week 2	19960609	5182	91384	
	19960610	11360	102744	
	19960611	11157	113901	
	19960612	8752	122653	
	19960613	8928	131581	
	19960614	12341	143922	totaal week 2:
	19960615	10393	154315	68113 m3
week 3	19960616	13810	168125	
	19960617	9191	177316	
	19960618	12182	189498	
	19960619	8664	198162	
	19960620	9168	207330	totaal week 3:
	19960621	8664	215994	61679 m3

TABEL 5.2

AANGEVOERDE HOEVEELHEDEN POMP 2

Week	Datum	unit 1		unit 2		unit 1 + 2
		Q m3/dag	V cumm. m3	Q m3/dag	V cumm. m3	V totaal m3
week 1	19960602	0	0			0
	19960603	7638	7638			7638
	19960604	7800	7800			7800
	19960605	6200	14000			14000
	19960606	5136	19136			19136
	19960607	4333	23469			23469
	19960608	3436	26905			26905
week 2	19960609	3838	30743			30743
	19960610	1256	31999	1268	1268	33267
	19960611	796	32795	2490	3758	36553
	19960612	1203	33998	2320	6078	40076
	19960613	988	34986	2310	8388	43374
	19960614	2653	37639	2120	10508	48147
	19960615	2520	40159	1590	12098	52257
week 3	19960616	4000	44159	2410	14508	58667
	19960617	1658	45817	1510	16018	61835
	19960618	3223	49040	1920	17938	66978
	19960619	1488	50528	1040	18978	69506
	19960620	2491	53019	1320	20298	73317
	19960621	1125	54144	930	21228	75372

totaal week 1:
26905 m3

totaal week 2:
25352 m3

totaal week 3:
23115 m3

TABEL 5.3

AANGEVOERDE HOEVEELHEDEN POMP 3

Week	Datum	Q m3/dag	Q m3/dag	
week 1	19960602	0	0	
	19960603	0	0	
	19960604	0	0	
	19960605	1665	1665	
	19960606	1665	3330	
	19960607	1665	4995	
	19960608	1665	6660	totaal week 1: 6660 m3
week 2	19960609	1328	7988	
	19960610	1328	9316	
	19960611	1198	10514	
	19960612	1798	12312	
	19960613	1348	13660	
	19960614	2084	15744	
	19960615	1398	17142	totaal week 2: 10482 m3
week 3	19960616	1155	18297	
	19960617	1155	19452	
	19960618	1173	20625	
	19960619	1274	21899	
	19960620	1274	23173	
	19960621	1164	24337	totaal week 3: 7195 m3

TABEL 5.4

AANGEVOERDE HOEVEELHEDEN POMP 4

week	Datum	Q m3/dag	Q m3/dag	
week 1	19960602	0	0	
	19960603	500	500	
	19960604	0	500	
	19960605	0	500	
	19960606	600	1100	
	19960607	0	1100	
	19960608	2160	3260	totaal week 1: 3260 m3
week 2	19960609	1330	4590	
	19960610	0	4590	
	19960611	2817	7407	
	19960612	2044	9451	
	19960613	2696	12147	
	19960614	1739	13886	
	19960615	2151	16037	totaal week 2: 12777 m3
week 3	19960616	2290	18327	
	19960617	2530	20857	
	19960618	2568	23425	
	19960619	1897	25322	
	19960620	2332	27654	
	19960621	2144	29798	totaal week 3: 13761 m3

TABEL 6

GEINFILTREERDE HOEVEELHEDEN

Week 2

trace	pomp Q m3/week	bruto geinfiltr. Q m3/week	neerslag/ verdamping m3	netto geinfiltr. Q m3/week	geinfiltr. Q m3/week
1	68113	29984	-441	29543	4220
2	25352	14870	-354	14516	2074
3	10482	10482	-124	10358	1480
4	12777	12777	-115	12662	1809

TABEL 7 ZIE VOLGENDE BLADZIJDE

TABEL 8

INFILTRATIESNELHEID EN WEERSTAND VAN DE SLOOTBODEM

Week 2

trace	geinfiltr. Q m3/dag	nat oppervlak m2	infiltratie snelheid i m/dag	potentieel verschil dh m	weerstand c dag
1	4220	17241	0,245	0,596	2,43
2	2074	14956	0,139	0,596	4,30
3	1480	4945	0,299	0,596	1,99
4	1809	4705	0,384	0,596	1,55
totaal alle traces	9583	41847	0,229	0,596	2,60

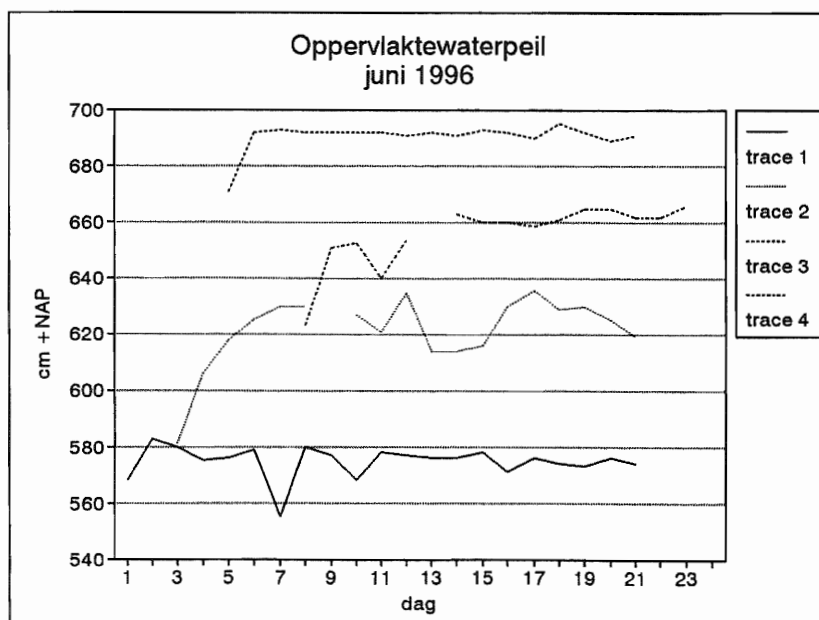
TABEL 7
STIJGHOOGTEVERSCHIL OPP. WATER - GRONDWATER
RAAI NOORD - ZUID
(TRACE 2)

Week	Datum	Tijd	Peil waterloop cm +NAP	Gem. peil waterloop /dag cm +NAP	Buis 1 (27HR81a) (4m) cm +NAP	dH 1 cm	Buis 2 (27HR82a) (4m) cm +NAP	dH 2 cm	gem. dH 1+2 cm	Gem. dH / dag cm	Buis 3 (27HR81aa) (15m) cm +NAP	dH 3 cm	Gem. dH / dag cm
week 1	19960605	11,00	641		614	27	613	28	27,5		612	29	
	19960605	12,00	658		617	41	618	40	40,5		614	44	
	19960605	13,00	665		620	45	621	44	44,5		615	50	
	19960605	15,00	682		624	58	625	57	57,5		618	64	
	19960605	16,00	678		624	54	626	52	53,0		618	60	
	19960605	21,00	694	669,7	630	64	631	63	63,5	47,8	622	72	53,2
	19960606	8,00	690		631	59	635	55	57,0		624	66	
	19960606	10,00	695		633	62	635	60	61,0		624	71	
	19960606	12,00	692		632	60	634	58	59,0		624	68	
	19960606	15,00	691		632	59	634	57	58,0		624	67	
	19960606	19,00	693	692,2	633	60	635	58	59,0	58,8	625	68	68,0
	19960607	8,00	695		633	62	636	59	60,5		625	70	
	19960607	13,00	694		633	61	636	58	59,5		625	69	
	19960607	16,00	691	693,3	633	58	635	56	57,0	59,0	625	66	68,3
	19960608	20,00	692		634	58	637	55	56,5		626	66	
	19960608	8,00	692	692,0	632	60	635	57	58,5	57,5	624	68	67,0
	19960609	13,00	693		633	60	636	57	58,5		625	68	
	19960609	20,00	691	692,0	634	57	635	56	56,5	57,5	626	65	66,5
	19960610	9,00	694		633	61	635	59	60,0		625	69	
	19960610	14,00	690		633	57	636	54	55,5		626	64	
	19960610	21,00	693	692,3	633	60	635	58	59,0	58,2	625	68	67,0
week 2	19960611	9,00	690		633	57	636	54	55,5		626	64	
	19960611	15,00	691		632	59	636	55	57,0		625	66	
	19960611	21,00	693	691,3	633	60	635	58	59,0	57,2	625	68	66,0
	19960612	9,00	691		631	60	634	57	58,5		623	68	
	19960612	21,00	692	691,5	630	62	632	60	61,0	59,8	622	70	69,0
	19960613	10,00	692		629	63	632	60	61,5		622	70	
	19960613	16,00	692	692,0	629	63	632	60	61,5	61,5	622	70	70,0
	19960614	9,00	691		630	61	631	60	60,5		622	69	
	19960614	15,00	691	691,0	629	62	631	60	61,0	60,8	621	70	69,5
	19960615	0,00	693		630	63	632	61	62,0		621	72	
	19960615	20,00	693	693,0	629	64	631	62	63,0	62,5	622	71	71,5
	19960616	21,00	692	692,0	628	64	631	61	62,5	62,5	622	70	70,0
	19960617	9,00	689		629	60	631	58	59,0		623	66	
	19960617	19,00	690	689,5	629	61	631	59	60,0	59,5	623	67	66,5
	19960618	9,00	695	695,0	629	66	632	61	62,5	64,5	622	73	73,0
	19960619	10,00	692		628	64	631	61	62,5	62,5	621	71	71,0
	19960620	11,00	689	689,0	629	60	631	58	59,0	59,0	622	67	67,0
	19960621	11,00	691	691,0	619	72	623	68	70,0	70,0	611	80	80,0

	week 1	week 2	week 3
Gemiddeld stijghoogteverschil op 4 m:	55,76	59,62	63,00
Gemiddeld stijghoogteverschil op 15 m:	64,13	68,50	71,25

OPPERVLAKTEWATERPEIL
JUNI 1996

dag	trace 1	trace 2	trace 3	trace 4
	cm +NAP	cm +NAP	cm +NAP	cm +NAP
1	568			
2	583			
3	580	581		627
4	575	606		
5	576	618	671	
6	579	625	692	657
7	555	630	693	
8	580	630	692	623
9	577		692	651
10	568	627	692	653
11	578	621	692	640
12	577	635	691	654
13	576	614	692	
14	576	614	691	663
15	578	616	693	660
16	571	630	692	660
17	576	636	690	659
18	574	629	695	661
19	573	630	692	665
20	576	625	689	665
21	574	619	691	662
22				662
23				666
24		620	690	



TABEL 10: Overzicht te handhaven meetpunten.

Rou- te	NR.	Meetpunt	X-coörd	Y-coörd	Te handhaven ja/nee
B	REC	27HC80	218000	487045	ja
O	1	27HL0002	217986	487171	ja
E	2	27HG70b	218389	487122	ja
T	3	27HG70c	218783	487023	ja
E	4	27HG70d	219238	486789	ja
L	5	27HG70e	219407	486753	ja
E	7	27HG70g	219815	486500	ja
R	9	27HG70i	219410	486274	ja
V	12	27HG70l	218829	486329	ja
E	15	27HG70o	218357	486730	ja
L	18	27HG70r	217930	486888	ja
D	19	27HG70s	218262	486800	nee
N	20	27FG812a	218392	487529	ja
O	23	27FG812d	219261	487275	ja
O	26	27FG812g	219644	486884	nee
R	27	27FG812h	219644	487197	ja
D	29	27FG812j	219375	487565	ja
.	33	27FG812n	218738	487847	ja
Z	10	27HG70j	219664	485928	nee
D.	16	27HG70p	218510	486291	ja
O	37	27FG812r	218420	486122	ja
O	38	27FG812s	218980	485814	ja
S	39	27FG812t	219279	485718	nee
T	40	27FG812u	219602	485689	ja
T	41	28AL0014	220930	492750	ja
N	42	28CP0109	221250	487270	ja
O	43	28CL0111	220030	484850	ja
.	44	27HP0035	218480	485270	ja

.	45	27HL0007	216742	485826	ja
.	46	27HR82e	217947	485648	nee
R	47	27HR82d	217985	485740	ja
A	48	27HR82c	218027	485822	nee
A	49	27HR82b	218062	485921	nee
I	50	27HR82a	218074	485970	nee
.	51	27HW82z	218076	485975	nee
.	52	27HR82m	218076	485976	nee
.	53	27HR82f	218077	485976	nee
N	54	27HW82n	218077	485977	nee
O	55	27HR81a	218078	485982	nee
O	56	27HR81aa	218080	485995	nee
R	57	27HR81b	218083	486023	nee
D	58	27HR81c	218111	486063	nee
-	59	27HR81cr	218110	486063	nee
Z	60	27HR81d	218121	486115	nee
U	61	27HR81e	218140	486160	nee
I	62	27HR81f	218163	486220	nee
D	63	27HR81g	218177	486253	nee
.	64	27HR81h	218184	486297	nee
.	65	27HR81i	218218	486342	nee
.	17	27HG70q	218175	486510	ja
.	66	27HX81a	217200	487237	nee
R	67	27HX81b	217301	487237	nee
A	68	27HX81c	217402	487236	ja
A	79	27HX81d	217512	487235	nee
I	70	27HX81e	217594	487201	nee
.	71	27HX81w	217609	487199	nee
.	72	27HX81o	217610	487199	nee
O	73	27HX81f	217616	487197	nee
O	74	27HX81g	217622	487188	nee

S	75	27HX81h	217657	487175	nee
T	76	27HX81i	217697	487160	nee
-	77	27HX81j	217745	487138	ja
W	78	27HX81k	217793	487117	nee
E	79	27HX81l	217834	487093	nee
S	80	27HX81m	217882	487075	nee
T	81	27HX81n	217920	487060	nee
L	82	27HW72a	217740	486097	nee
A	83	27HW72b	217740	486099	nee
N	84	27HR72a	217617	486038	ja
D	85	27HR72b	217603	485823	ja
G	86	27HR72c	217618	485679	ja
O	87	27HR72e	217700	485663	nee
E	88	27HR72f	217530	485680	nee
D	89	27HR72d	217592	485437	ja