

NN31545.1493

EA 1493

II

januari 1984

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

PROJECTGROEP ZUIDELIJK PEELGEBIED 30

DE WATERHUISHOUDING IN DE NATUURRESERVATEN

'DE OUDE GOOREN, DE OETERT EN DE BERKEN'

IN HET ZUIDELIJK PEELGEBIED

ing. P.C. Jansen

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussies van onderzoekresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking



ISN - 204305-02

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. DE ONTWIKKELING VAN NATTE GEBIEDEN EN VENNEN	2
3. DE OUDE GOOREN	4
3.1. Beschrijving van het gebied	4
3.2. De Waterhuishouding	5
4. DE OETERT	11
4.1. Beschrijving van het gebied	11
4.2. De Waterhuishouding	12
4.3. De onverzadigde zone	15
5. DE BERKEN	18
5.1. Beschrijving van het gebied	18
5.2. De Waterhuishouding	19
5.3. De onverzadigde zone	21
6. SAMENVATTING	23
LITERATUUR	

1. INLEIDING

Op het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding wordt een methode ontwikkeld waarmee het kwaliteits- en kwantiteitsbeheer van grond- en oppervlaktewater geoptimaliseerd kan worden. Hierbij wordt rekening gehouden met de dikwijls tegengestelde belangen van landbouw, natuur en openbare watervoorziening. Het studiegebied voor dit onderzoek is het Zuidelijk Peelgebied. De opzet en de doelstelling van het onderzoek zijn nader omschreven in nota 1256 (DRENT, 1981).

Voor de bestudering van het natuurlijke milieu zijn in het hele studiegebied de gebieden met (potentiële) natuurwaarden geïnvesteerd. Van deze gebieden is tevens een globale vegetatiekartening gemaakt. De meest waardevolle vegetatietypen zijn over het algemeen op de nattere gronden aangetroffen. Daarom wordt in het tweede hoofdstuk op de ontwikkeling van de natte gebieden in het studiegebied ingegaan.

In een drietal gebiedjes met een voor het studiegebied waardevolle vegetatie, heeft een gedetailleerd onderzoek plaatsgevonden. Hierbij zijn de vegetatie en een aantal milieufactoren nader in beschouwing genomen. Dit onderzoek werd enerzijds verricht om inzicht te krijgen in de vegetatie zoals die in vroeger tijd op grote schaal in het studiegebied aanwezig is geweest en anderzijds om aan te kunnen geven welke vegetatietypen potentieel aanwezig zijn in gebieden met een geringere natuurwaarde.

Twee van de geselecteerde gebiedjes liggen in het beekdal van de Aa. Het derde gebiedje, De Berken, neemt een positie in tussen een duidelijk kwel- en een duidelijk infiltratie gebied. Voor de gebieden met een duidelijk infiltratiekarakter zijn de grote veencomplexen, Mariapeel, en Groote Peel representatief geacht. Deze gebieden zijn al intensief geïnventariseerd, zodat hier een gedetailleerd onder-

zoek achterwege kon blijven.

Vanaf het derde hoofdstuk worden met name de waterhuishouding en de bodemopbouw van de drie detailgebiedjes besproken. De hydrochemie en de vegetatie worden in een afzonderlijke nota behandeld. (KEMMERS, (1983)).

2. DE ONTWIKKELING VAN NATTE GEBIEDEN EN VENNEN

Wijzigingen in het landgebruik en in de waterhuishouding hebben ertoe bijgedragen dat de samenstelling van de vegetatie in de loop van de jaren is veranderd. Er mag verondersteld worden dat op plaatsen waar weinig essentiële ingrepen gepleegd zijn, de grootste kans aanwezig is om fragmenten van oorspronkelijke vegetatietypen aan te treffen. Het lijkt daarom zinvol om de ontwikkeling van het landschap te reconstrueren met behulp van oude topografische kaarten. Daartoe zijn drie kaarten van het Peelgebied in beschouwing genomen. De oudste kaart dateert van $\pm$ 1855. Tot die tijd waren er in het Peelgebied weinig grote veranderingen te zien geweest. Daarnaast zijn oudere kaarten vaak minder nauwkeurig en bevatten minder informatie. Verder is er een topografische kaart uit $\pm$ 1900 gebruikt. De verveningen waren rond die tijd op hun hoogtepunt. Voor de beschrijving van de huidige situatie zijn de meest recente topografische kaarten gebruikt.

In 1855 was de afwatering van het gebied nog erg slecht (fig. 1A). Alleen met de ontwatering van het veen was op beperkte schaal een begin gemaakt. De natte gebieden bestonden enerzijds uit uitgestrekte veencomplexen in het oosten en in het zuiden en anderzijds uit de beekdalen die voornamelijk in het noordwesten van het gebied gesitueerd zijn. De vennen lagen voornamelijk langs de randen van het veencomplex en op de 'Hooge'heidevelden. In de veencomplexen hebben ongetwijfeld ook vennen gelegen. Waarschijnlijk zijn deze als gevolg van de ontoegankelijkheid van deze gebieden niet gekarteerd. Het is mogelijk dat een aantal natte gebieden en vennen zijn ontstaan als gevolg van kwel die in het Peelgebied langs een aantal geologische breuken optreedt. Eén en ander is echter niet goed meer te reconstrueren.

In de periode van 1855 tot 1900 is er in het gebied veel veranderd (fig. 1B). De centrale gedeeltes van de veencomplexen waren diep ontwatert ten behoeve van de vervenningen. Aan de randen was het veen minder dik. Hier waren de ontwatering en de afgraving van van het veen minder grootschalig.

Rond 1900 blijken de beekdalen veel minder van wateroverlast te lijden te hebben dan een halve eeuw daarvoor. De afwatering is in de tussentijd sterk verbeterd als gevolg van een toename van het aantal kanalen, wijken en verbeterde beken.

Het aantal vennen is tussen 1855 en 1900 met 90% gereduceerd. Een aantal ervan waren drooggelegd en ontgonnen tot landbouwgebied, terwijl veel andere vennen geheel of gedeeltelijk verdroogd waren. Alleen ten zuidoosten van Asten was nog een complex met meerdere grote vennen te vinden.

Voor de beschrijving van de recente situatie is gebruik gemaakt van de grondwatertrappenkaart van het gebied (STIBOKA, 1967, 1973). In figuur 1C zijn de gebieden met een Gt I en een Gt II aangegeven. De natte gebieden van de figuren 1A en 1B komen waarschijnlijk beter overeen met een Gt I en het 'natte' gedeelte van Gt II. In dat geval zouden de twee gebieden ten noorden van Meyel en enkele beekdalen in de omgeving van Asten niet meer als nat gekwalificeerd worden. Als gevolg van recente verbeteringsmaatregelen zouden deze gebieden op dit moment zelfs niet meer als Gt II gekarteerd worden.

Het opzetten van het peil in de Groote Peel heeft tot gevolg gehad dat grote delen van het reservaat inundeerden. Een soortgelijke ingreep heeft recent ook in de Mariapeel en in de Deurnsche Peel plaatsgevonden. De gevolgen hiervan staan nog niet in figuur 1C aangegeven.

Opvallend is, dat aan het einde van de vorige eeuw juist in grote delen van de huidige reservaten de eerste grootschalige ontwatering en veenaafgravingen hebben plaatsgevonden.

Van de vele vennen resteert alleen nog het Buntven, dat gelegen is tussen Helmond en Deurne. De vennetjes aan 'de Paardekop' ten zuiden van IJsselsteyn zijn nagenoeg verdroogd en dichtgegroeid.

Uit de drie kaarten blijkt, dat 'de Groote Peel' de benedenloop van de Aa en de Astensche Aa de omvangrijkste gebieden zijn waar nog steeds van een natte situatie sprake is.

In de benedenloop van de Aa liggen, hoewel aan de westzijde van de Zuid-Willemsvaart, twee gebiedjes, t.w. 'de Oetert' en 'de Oude Gooren' waar detailonderzoek naar de vegetatie en hun milieufactoren heeft plaatsgevonden. Verondersteld mag worden dat de kans relatief groot is om in deze gebiedjes fragmenten van oorspronkelijke vegetatie-typen aan te treffen. Voor het gebiedje 'De Berken', dat een onderdeel vormt van de middenloop van de Astensche Aa en waar eveneens detailonderzoek heeft plaatsgevonden geldt deze veronderstelling niet, aangezien dit gebiedje in 1900 al niet meer als 'nat' staat aangegeven.

3. DE OUDE GOOREN

3.1. B e s c h r i j v i n g v a n h e t g e b i e d

De Oude Gooren is een natuurreservaat van ruim 8 ha. Het ligt ongeveer 4 km. ten zuiden van Helmond aan de westzijde van de Zuid-Willemsvaart. Het gebied is in bezit van Staatsbosbeheer. In fig. 2 is een overzichtskaart van het reservaat afgebeeld. Hierop is te zien dat ongeveer $\frac{1}{4}$ gedeelte van de oppervlakte wordt ingenomen door een graslandvegetatie. De rest van het gebied bestaat grotendeels uit een nat elzenbroekbos. Alle graslandpercelen worden twee maal per jaar gemaaid, met uitzondering van het meest oostelijke gelegen perceel. Dat wordt eenmaal aan het einde van de zomer gemaaid. Het maaibeheer betekent een voortzetting van het gebruik in vroeger tijden, toen deze percelen als extensief hooiland gebruikt werden. Voor een uitvoerige beschrijving van de vegetatie wordt verwezen naar KEMMERS (1983).

De Oude Gooren is door de aanleg van de Zuid-Willemsvaart (1822-1829) als een geïsoleerd gedeelte van het beekdal van de Aa aan de westzijde van het kanaal komen te liggen.

Het reservaat is, met uitzondering van het zuidwestelijke gedeelte met veen bedekt. De veendieptekaart van de Oude Gooren (fig. 3) laat zien, dat de onderzijde van het veen onregelmatig van vorm is. Plaatselijk is het veen meer dan 2,5 m. dik.

Noch op de veendieptekaart, noch op de hoogtelijnenkaart van het

reservaat (fig. 4) is de oorspronkelijke loop van de Aa goed te herkennen. Deze liep nl. met een bocht van het zuidoosten naar het noordoosten van het reservaat.

Op de bodemkaart (STIBOKA, 1973) staat de bodem van het reservaat als een meerveengrond met een zandondergrond ondieper dan 120 cm. aangegeven. Alle veen-, zand- en eventuele leemlagen tot een diepte van 6 m - N.A.P. horen tot de Nuenen Groep. De doorlatendheid van deze formatie is klein. Onder de Nuenen Groep komen de Formaties van Veghel en Stersel die tesamen het eerste watervoerende pakket vormen. De k_D -waarde hiervan bedraagt ongeveer $3000 \text{ m}^2 \cdot \text{etm}^{-1}$.

3.2. D e W a t e r h u i s h o u d i n g

De waterhuishouding in het reservaat is sterk beïnvloed door de aanleg van de Zuid-Willemsvaart. De afwatering werd erg slecht. Tijdens de ruilverkaveling (1955-1960) werd langs de noord-, west- en zuidzijde van het reservaat een bovenloop van de Goorloop gesitueerd. Het gedeelte van de oorspronkelijke waterloop binnen het reservaat diende daarna uitsluitend voor de afwatering van het reservaat. De afwatering op de bovenloop van de Goorloop gebeurt via een betonnen duiker met een vaste drempel aan de noordzijde van het reservaat. De detailontwatering geschiedt via ondiepe greppels. De belangrijkste waterlopen in de Oude Gooren staan op de overzichtskaart van fig. 2 aangegeven.

Voor het hydrologisch onderzoek zijn een aantal grondwaterstandsbuizen geplaatst. Op iedere lokatie staat één buis met een filter op ongeveer 50 cm beneden maaiveld en één buis met het filter tot in de zandondergrond. In de Oude Gooren zijn de buizen genummerd van K 30 tot en met K 47, waarbij de buizen met het filter in de zandondergrond een even nummer en de buizen met de ondiepe filters de opvolgende oneven nummers hebben. Op de overzichtskaart van figuur 2 zijn alleen de buizen met de even nummers aangegeven. Bij buis K 48/K 49 ontbreekt het veen. Daar begint op 45 cm beneden het maaiveld het c-materiaal. In de Oude Gooren is bij K 28 een buis (K 28) met het filter op 11 m een buis (K 29) met het filter op 7 m beneden het maaiveld geplaatst. Er bevindt zich boven het diepste filter een dun, dicht leemlaagje.

Vanaf half maart 1982 zijn rond de 14e en de 28e van iedere maand de grondwaterpotentialen en de beekpeilen gemeten. Een aantal buizen konden één of meerdere keren niet worden gebruikt. Verder kwamen enkele ondiepe buizen tijdens een droge periode droog te staan.

Op de bodemkaart staat voor het grondwaterregime een grondwatertrap II aangegeven. Dit houdt in, dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand (G.H.G.) minder dan 40 cm en de gemiddeld laagste grondwaterstand (G.L.G.) 50-80 cm beneden maaiveld bedraagt. De fluctuatie van het grondwater is beperkt. De waarnemingen die gedurende de meetperiode verricht zijn, bevestigen dit. Als voorbeeld is in figuur 5 de tijd-stijghoogtelijn van een centraal gelegen buis in de Oude Gooren (K 41) gegeven. De lijn van buis K 17 die eveneens in dit figuur is opgenomen betreft een centraal gelegen buis in het zuidelijker gelegen reservaat de Oetert. In figuur 6 zijn de hoogste grondwaterstand (H.G.) en de laagste grondwaterstand (L.G.) die in de meetperiode optraden in een doorsnede van het reservaat ingetekend. De ligging van de doorsnede is in fig. 2 met B-B aangegeven. Gedurende de meetperiode zijn vrij extreme weerssituaties opgetreden. De zomer van 1982 was droog, het voorjaar van 1983 was erg nat en de zomer van 1983 was weer erg droog.

De grondwaterstandgegevens van de ondiepe buizen en de gegevens van de beekpeilen zijn gebruikt om een gemiddeld isohypsenbeeld van het groeiseizoen van 1982 en een beeld van de situatie rond 1 april 1983 mee te construeren. Deze tijdstippen zijn gekozen ten behoeve van een nog uit te voeren onderzoek naar de gevolgen van verschillende ontwateringsdiepten op min of meer natuurlijke vegetatietypen in het Zuidelijk Peelgebied. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de methode die daarvoor ontwikkeld is (JANSEN, 1983).

De grondwaterstanden rond 1 april komen goed overeen met het gemiddelde van het winterhalfjaar. Dit blijkt ook uit figuur 5. Voor de Oude Gooren zijn de isohypsenkaartjes van de gemiddelde zomersituatie van 1982 en de situatie rond 1 april 1983 afgebeeld in respectievelijk de figuren 7 en 8.

Uit de isohypsenkaartjes blijkt, dat er relatief weinig verschil is tussen de zomer- en de wintersituatie. De drainerende werking van de waterloop binnen het reservaat is 's winters duidelijk waarneembaar.

De drainerende werking van de beek die dan drie zijden rond het reservaat loopt is beperkt. Het lage beekpeil heeft geen merkbare invloed op de grondwaterstand van de dichtst bij de beek geplaatste buizen K 42/K 43.

De horizontale stroomsnelheid door de afdekkende veenlaag is erg klein. Behalve in de buurt van de waterlopen bedraagt het verhang(i) van het grondwater hooguit 0,01. Als voor de doorlaatfactor (k) van het veen een waarde van $0,15 \text{ m.etm}^{-1}$ wordt aangehouden dan bedraagt de filtreersnelheid (V) hoogstens $k (0,15) \times i (0,01) = 0,015 \text{ m.etm}^{-1}$. De doorlaatfactor van $0,15 \text{ m.etm}^{-1}$ is een gekozen waarde die overeenkomt met de orde van grootte van de doorlaatfactoren voor dit type veen.

De vergelijking van de stijghoogtes van het grondwater in de verschillende bodemlagen geeft inzicht in de verticale stromingsrichting van het grondwater. Dit is voor dezelfde perioden gedaan als waarvoor de isohypsenkaarten zijn samengesteld. Deze potentiaalverschillen zijn in de figuren 9 en 10 afgebeeld. Het potentiaalverschil tussen het grondwater in de direkt onder de veenlaag gelegen zandondergrond (P 2) en in de veenlaag (P 0,5) is met een onderbroken lijn in de figuren aangegeven. Het blijkt dat in een strook langs de Zuid-Willemsvaart het hele jaar door een positief verschil aanwezig is. Deze ondiepe kwel wordt veroorzaakt door het hoge peil in de Zuid-Willemsvaart.

In dezelfde figuren is tevens het verschil tussen de potentiaal van het grondwater in de zandondergrond op ongeveer 11 meter (P11) en op 0,5 meter (P 0,5) met een ononderbroken lijn aangegeven. Zomers treedt de grootste kweldruk in het noordwesten van het gebied op. 's Winters neemt deze kweldruk met ongeveer een halve meter toe. In het reservaat komt vrijwel geen gedeelte voor met een negatieve kweldruk. Een negatieve kweldruk duidt op infiltratie. Langs de Zuid-Willemsvaart is zomers wel een neerwaarts gerichte stroming in de zandondergrond aanwezig. Hierboven treedt echter de ondiepe kwelstroom vanuit het kanaal op. Om deze laatste kwelstroom te kunnen kwantificeren kan worden uitgegaan van de volgende formules van Mazure (LANDBOUWHOGESCHOOL, 1973):

$$S = \frac{q_0}{\lambda} \cdot e^{-\frac{x}{\lambda}} \quad (1)$$

$$\phi = \frac{q_0}{\beta} \cdot e^{-\frac{x}{\lambda}} \quad (2)$$

met $q_0 = \frac{\beta \cdot \Delta H}{2 + B/\lambda}$ en $\lambda = \sqrt{kDc}$ en $\beta = \sqrt{kD/c}$

Hierin is (zie ook fig. 11):

$$S = \text{kwel (m.etm}^{-1}\text{)}$$

$$q_0 = \text{debiet onder de dijk per m dijkslengte (m}^2\text{.etm}^{-1}\text{)}$$

$$x = \text{afstand tot de hiel van de dijk (m)}$$

$$\Delta H = \text{verschil tussen het kanaalpeil en het grondwaterniveau in de Oude Gooren (m)}$$

$$kD = \text{doorlatenheid (transmissibiliteit) van de ondergrond (m}^2\text{.etm}^{-1}\text{)}$$

$$c = \text{weerstand van de veenlaag (etm)}$$

$$\phi = \text{potentiaalverschil (positief) tussen het grondwater in de zand-ondergrond en in de veen-bovengrond (m).}$$

Gezien de eerder besproken profielopbouw kan het leemlaagje, dat zich op ongeveer 10 meter diepte bevindt, als basis voor de ondiepe kwelstroom vanuit het kanaal worden beschouwd.

De grootte van de kD -waarde en van de c -waarde zijn niet bekend. Om uitsluitend ten behoeve van het vegetatiekundig onderzoek toch een globaal inzicht te krijgen in de kwantiteit van deze kwelstroom zijn deze waarden geschat. Als voor de doorlatendheid van de zandondergrond (k) een waarde van 1,2 m wordt aangehouden en voor de dikte (D) 8,5, dan bedraagt de kD -waarde ongeveer $10 \text{ m}^2\text{.etm}^{-1}$. De weerstand van het afdekkende veenpakket is gelijk aan c en is geschat op ongeveer 10 etmalen, uitgaande van een dikte van de veenlaag (D) van 1,5 m en een doorlatendheid (k) van $0,15 \text{ m.etm}^{-1}$.

Volgens de figuren 9 en 10 is het potentiaalverschil (ϕ) langs het kanaal het hele jaar nagenoeg gelijk. Op 10 meter vanuit de hiel van de dijk bedraagt dit verschil 0,10 à 0,15 m. Het verschil tussen het kanaalpeil en grondwater (ΔH) bedraagt ongeveer 1,5 m.

Met de bovenstaande gegevens kan worden berekend dat

$$x = \sqrt{10 \cdot 10} = 10 \text{ m en } \beta = \sqrt{10/10} = 1. \text{ Als de breedte van de dijk (B) ongeveer 25 m bedraagt, is } q_0 = \frac{1 \cdot 1,5}{2 + 25/10} = 0,33 \text{ m}^2\text{.etm}^{-1}.$$

$$\text{Voor } x = 10 \text{ m volgt uit } \frac{q_0}{\beta} \cdot e^{-\frac{x}{\lambda}} \text{ dat } \phi = \frac{0,33}{1} \cdot e^{-\frac{10}{10}} = 0,12 \text{ m.}$$

Op ruim 2 m van de dijk bedraagt $\phi = 0,25$ en op 50 m van de dijk is $\phi = 0,002$ m. Deze waarden komen goed overeen met de in de figuren 9 en 10 aangegeven invloedssfeer van het kanaal. De kwel kan worden berekend uit $S = \frac{q_0}{\lambda} \cdot e^{-\frac{x}{\lambda}}$. Volgens deze formule bedraagt de kwel op 2 m vanuit het kanaal: $0,0270 \text{ m.etm}^{-1}$, op 10 m vanuit het kanaal: $0,0121 \text{ m.etm}^{-1}$, op 25 m vanuit het kanaal: $0,0027 \text{ m.etm}^{-1}$, op 50 m vanuit het kanaal: $0,0002 \text{ m.etm}^{-1}$.

In verband met een voorgenomen verbreding en een wijziging van het peil van de Zuid-Willemsvaart wordt op het ogenblik door Rijkswaterstaat nagegaan welke wijzigingen er in de waterhouding in de omgeving van het kanaal op zullen gaan treden. In verband hiermee is door WIT (1983) is voor het traject Den Dungen-Erp de kanaalweerstand vastgesteld. Hij vond hiervoor waarden die variëren van 0,5 tot $1,3 \text{ etm.m}^{-1}$. Tussen de potentiaal op 11 en op 0,5 m beneden het maaiveld bestaat, behalve zomers langs het kanaal, het hele jaar door een positief verschil. De tussenliggende leemlaag heeft een zekere weerstand. Deze kwelstroom veroorzaakt geen duidelijk potentiaalverschil tussen het grondwater in de veenbovengrond (P 0,5) en de direkt daaronder gelegen zandlaag (P 2). Ten behoeve van het eerder vermeldde onderzoek naar het effect van verschillende ontwateringsdiepten op de vegetatie is voor een centraal gedeelte van de Oude Gooren met behulp van het agro-hydrologische model SWATRE (BELMANS, e.a., 1981) berekend dat de kwel (K) in het zomerhalfjaar van 1982 gemiddeld $1,45 \text{ mm.etm}^{-1}$ bedroeg. Op deze plek was het potentiaalverschil (ϕ) volgens figuur 9 0,26 meter zodat uit $c = \frac{\phi}{K}$ een c-waarde van 180 etmalen kon worden berekend. Op grond van de potentiaalverschillen van de figuren 9 en 10 en een c-waarden van 180 etmalen variëerde de gemiddelde infiltratie c.q. kwel in de zomer van 1982 van $-1,4 \text{ mm.etm}^{-1}$ in het oosten tot ongeveer $2,5 \text{ mm.etm}^{-1}$ in het noordwesten met een gemiddeld voor het hele reservaat van ongeveer $1,3 \text{ mm.etm}^{-1}$. In de winterperiode bedroeg de kwel $1,4 \text{ mm}$ in het oosten tot bijna $5,0 \text{ mm.etm}^{-1}$ in het westelijk helft van reservaat, met een gemiddelde voor het hele gebied van ongeveer $4,0 \text{ mm.etm}^{-1}$.

Het positieve potentiaalverschil tussen P 11 en P 0,5 wordt waarschijnlijk grotendeels veroorzaakt door het regionale grondwaterregime.

In fig 12 is op een oost-west doorsnede door de Oude Gooren te zien dat het grondwater in het achterland opbult. Op dit figuur is tevens te zien dat de Aa, die aan de oostzijde van de Zuid-Willemsvaart ligt, diep in het beekdal insnijdt.

In het reservaat zijn geen afvoermetingen verricht, maar volgens visuele schattingen varieerde de afvoer van 0.1 l. sec^{-1} tijdens een langdurig droge periode in de zomer tot meer dan 10 l. sec^{-1} gedurende een natte periode in de winter. Afgezien van een eventuele horizontale aan- of afvoer kan op grond van de hierboven aangehouden waarden en potentiaalverschillen worden berekend dat voor het 8 ha grote reservaat ten gevolge van diepe en ondiepe kwel in het winterhalfjaar de afvoer gemiddeld ongeveer $0,0050.80\ 000 = 400 \text{ m}^3 \cdot \text{etm}^{-1}$, ofwel $4,6 \text{ l. sec}^{-1}$ zal bedragen. Stel dat het neerslagoverschot 300 mm bedraagt en dat dit in het winterhalfjaar wordt afgevoerd, dan bedraagt de afvoer $400 + \frac{0,300}{182} \cdot 80\ 000 = 532 \text{ m}^3 \cdot \text{etm}^{-1}$, ofwel $6,2 \text{ l. sec}^{-1}$. Zomers bedraagt de diepe en de ondiepe kwel gemiddeld ongeveer $0,0014.80\ 000 = 112 \text{ m}^3 \cdot \text{etm}^{-1}$ ($1,3 \text{ l. sec}^{-1}$). Als het neerslagtekort 150 mm zou bedragen en in het zomerhalfjaar optreedt, dan bedraagt de afvoer $112 - \frac{0,150}{182} \cdot 80000 = 46 \text{ m}^3 \cdot \text{etm}^{-1}$ ($0,5 \text{ l. sec}^{-1}$).

In feite moet het gedeelte van het reservaat dat ontwaterd wordt door de beek die het gebied aan drie zijden omringd, in mindering worden gebracht. Uit een berekening aan het einde van dit hoofdstuk blijkt, dat het om een beperkte hoeveelheid gaat. Gezien de ruwe schatting van een aantal waarden, is er hier verder geen rekening meer gehouden.

De beek die aan de zuid-, west- en noordzijde van het reservaat loopt heeft slechts een beperkte ontwaterende functie voor het reservaat. De invloed van het lage beekpeil is dicht bij de beek niet merkbaar. Er is alleen een radiale stroming van beperkt belang. Volgens ERNST (1954) is: $hr = \frac{q \cdot 2x}{\pi \cdot k} \cdot \ln \frac{D}{u}$ met

hr = verschil tussen grondwaterpeil op afstand x van de beek tot het beekpeil (m)

q = afvoer ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{etm}^{-1}$)

x = afstand tot de beek (m)

D = dikte van de laag waarin de radiale stroming optreedt (m)

u = hydraulische straal van de beek (m)

Deze formule geldt voor een homogene grond met $D > \frac{1}{4} L$. Gezien het verschil in bodemopbouw langs de beek kan met deze formule hooguit een inzicht worden verkregen in de orde van grootte van de optredende radiale stroming. Een zeer voorzichtige schatting van bovengenoemde parameters leverden voor de 750 m dat de beek aan het reservaat renst in het zomerhalfjaar een toestroming vanuit het reservaat op van enkele $m^3 \cdot etm^{-1}$. 's Winters is hr en dus de toestroming tweemaal zo groot. In verhouding tot de hoeveelheid water die via de hoofdwaterloop uit het reservaat wordt afgevoerd betreft dit een kleine hoeveelheid.

4. DE OETERT

4.1. B e s c h r i j v i n g v a n h e t g e b i e d

Veel van de facetten die in het vorige hoofdstuk bij de beschrijving van het natuurreservaat 'De Oude Gooren' en bij de bespreking van de waterhuishouding er van aan de orde zijn gekomen gelden nagenoeg ongewijzigd voor het natuurreservaat 'De Oetert'. De Oetert ligt 7 km ten zuiden van Helmond en is evenals de Oude Gooren een geïsoleerd gedeelte van het deel van de Aa. De oppervlakte bedraagt ruim 16 ha. Van dit reservaat, dat in bezit is van Staatsbosbeheer bestaat ongeveer $\frac{1}{4}$ gedeelte van de oppervlakte uit graslanden die tweemaal per jaar worden gemaaid. Naast broekbosachtige vegetaties komt er ook een klein bosgedeelte met eiken voor (zie ook KEMMERS, 1983).

In figuur 14 is een overzichtskaartje afgebeeld. Langs de westgrens van het reservaat loopt de Kleine Aa. Deze beek watert een gebied van een paar honderd ha af. Vroeger liep deze beek van het zuidwesten naar het noorden van het reservaat. Voor de aanleg van de Zuid-Willemsvaart kwam de Klein Aa in het noorden van het huidige reservaat in de Aa uit. De Aa stroomde vanaf het westen het gebied binnen. Op de hoogtelijnenkaart (fig. 15) is de oorspronkelijke loop

van de Kleine Aa en van de Aa te herkennen als die gedeeltes waarvan het maaiveld beneden de 21 m + N.A.P. is gelegen. Ten westen van het reservaat ligt een relatief hoog en oud bouwland dat op de bodemkaart (STIBOKA, 1973) als een lage enkeerdgrond staat aangegeven. Het hoogste gedeelte van dit bouwland ligt op 24 m + N.A.P.

In het reservaat komt volgens de bodemkaart een meerveengrond voor, met zand ondieper dan 120 cm. Gedetailleerder bodemonderzoek toonde echter aan dat het veen veel onregelmatiger van dikte is en dat in het zuidoosten geen veen voorkomt. In een deel van het zuidwestelijk gedeelte van het reservaat komt een humeuze, leemhoudende zandlaag voor die het veen en verder naar het zuiden de zandondergrond bedekt. De dikte van deze humeuze laag bedraagt maximaal 1 meter. Op de veendiepte kaart van figuur 16 is de verspreiding van het veen en van de humeuze zandlaag te zien. In dit figuur is tevens te zien dat het dikste veenpakket (> 3 m) plaatselijk in het noorden van het reservaat voorkomt. In het zuidwesten komt een plek voor met meer dan 2 m dik veen.

Tot een diepte van 2 m + N.A.P. horen alle zand-, veen-, en leemlagen tot de Nuenen Groep. Onder deze slecht waterdoorlatende formatie komt het eerste watervoerende pakket dat bestaat uit de Formaties van Sterksel en van Veghel en dat een kD -waarde heeft van $3\ 000\ m^2\ etm^{-1}$.

4.2. De Waterhuishouding

De ontwikkeling van de waterhuishouding in de Oetert vertoont grote gelijkenis met die in de Oude Gooren. Na de ruilverkaveling (1955 - 1960) had de Oetert een eigen waterhuishouding. De oude loop van de Kleine Aa diende voor de afwatering van het reservaat. De Kleine Aa en de Vuile Sloot zijn genormaliseerde beken die aan de west- en zuidzijde van het reservaat lopen. In het gedeelte van het reservaat dat ligt tussen deze beken en de Zuid-Willemsvaart is het meeste onderzoek verricht. Dit gedeelte watert via een betonnen drempel met een schuif af op de Kleine Aa. Deze schuif wordt alleen geopend tijdens de twee perioden dat de graslandpercelen worden gemaaid. Bij de stuw in de Kleine Aa (zie fig. 14) kan in principe water uit deze beek in het reservaat worden binnengelaten. Hiervan wordt echter

nooit gebruik gemaakt. Tijdens perioden met zware regenval stijgt het peil in de Kleine Aa sterk, waardoor er over dit inlaat punt en over de betonnen drempel aan de noordoostzijde water het reservaat binnenstroomt en laag gelegen gedeelten inundeert.

De waterlopen en de belangrijkste greppels die voor de ontwatering zorgen staan op de overzichtskaart van het gebied aangegeven (fig. 14).

De grondwaterpotentiaalbuizen die in de Oetert geplaatst zijn zijn genummerd van K 2 t/m K 23. De buizen met de evennummers hebben het filter in de zandondergrond en de buizen met het opvolgende on-even nummer staan op dezelfde plek en hebben het filter in de veenbovengrond. Alleen buis K 6 staat met het filter op ongeveer 3 meter diepte in het veen en buis K 11 staat met het filter in de humeuze zandlaag. De lokatie van de buizen met de evennummers staan op de overzichtskaart aangegeven (fig. 14). Bij K 22 is een buis geplaatst met het filter op 11 m diepte en tevens een buis (K 23) met het filter op 7 m beneden het maaiveld. Op ongeveer 10 m diepte ligt een dunne leemlaag.

Er is gebruik gemaakt van de metingen van een 6-tal door Rijks-waterstaat geplaatste potentiaalbuizen. Deze buizen zijn in figuur 14 met Romeinse cijfers genummerd. Deze buizen en de beekpeilen zijn op dezelfde wijze opgenomen en verwerkt als de buizen en peilen in de Oude Gooren. Dit resulteerde in de tijd-stijghoogtelijn voor de centraal gelegen buis K 17 (fig. 5). Als maaiveldshoogte is voor K 17 het naastgelegen graslandperceel aangehouden. De grondwaterstands-

fluctuatie in de Oetert is vrij beperkt. Als grondwatertrap staat op de bodemkaart en Gt II aangegeven. In figuur 17 zijn de hoogste en de laagste gemeten grondwaterstanden in een dwarsdoorsnede van het reservaat aangegeven. In fig. 14 is de ligging van deze doorsnede met A-A¹ aangegeven.

De isohypsenkaartjes van de Oetert zijn in de figuren 18 en 19 afgebeeld. Figuur 18 geeft de gemiddelde situatie van de zomer van 1982 en figuur 19 de situatie rond 1 april 1983. Figuur 19 komt ongeveer overeen met een gemiddelde wintersituatie. Het beeld van de isohypsen tussen de zomer en de wintersituatie verschilt vrij weinig van elkaar. Het relatief diepe peil van de Aa en het hoge peil van de Zuid-Willemsvaart hebben geen duidelijke invloed op het freatisch

grondwater. De drainerende werking van de beek die door het reservaat loopt is wel duidelijk zichtbaar.

De potentiaalverschillen van het grondwater op verschillende dieptes zijn voor de gemiddelde zomersituatie van 1982 in figuur 20 en voor de situatie rond 1 april 1983 in figuur 21 gegeven.

Het blijkt dat er geen noemenswaardig potentiaalverschil optreedt tussen het grondwater in de veenbovengrond (P 0,5) en in de dicht daaronder gelegen zandondergrond (P 2). Ook bij de buizen die het dichtst langs het kanaal staan (K 8/K 9) bedroeg het potentiaalverschil hooguit enkele centimeters. Dit verschil met de Oude Gooren kan verschillende oorzaken hebben. De k_D -waarde van de direct onder het veen gelegen zandlaag kan kleiner zijn, mogelijk in combinatie met een geringere weerstand van het afdekkende pakket. Hierdoor wordt λ uit formule 1 van hoofdsuk 3.2 kleiner. Het is ook mogelijk dat q , het debiet onder de dijk, kleiner is door bijvoorbeeld een hogere bodem- en kanaalweerstand van de Zuid-Willemsvaart. Tussen het kanaalpeil en het grondwaterniveau in de Oude Gooren en in de Oetert bestaat weinig verschil.

Tussen het potentiaal van het grondwater in de zandondergrond op 11 meter (P 11) en op 0,5 meter diepte (P 0,5) bestaat 's winters een overwegend positief verschil. In het gedeelte van het reservaat dat tussen de beken en het kanaal ligt, komen twee gedeeltes met infiltratie voor. Deze gedeeltes zijn zomers groter, terwijl het potentiaalverschil dan kleiner is. Indien voor de Oetert verondersteld wordt dat de weerstand van de tussenliggende laag evenals in de Oude Gooren 180 etm. bedraagt, dan varieert de diepe kwel 's winters van ongeveer 0 mm.etm^{-1} tot ongeveer 4 mm.etm^{-1} in de buurt van de waterloop in de noordelijke helft van het reservaat. Zomers is de kwel gehalveerd terwijl er op enkele plekken zelfs water infiltreert. De grootste infiltratie zou op grond van de potentiaalverschillen in het zuidelijke gedeelte van het reservaat voorkomen. Dit is het gedeelte waar het veen ontbreekt en waar het maaiveld relatief hoog ligt. Hier bestaat de bovengrond uit een humeuze en leemhoudende zandlaag. De relatief hoge ligging geldt ook voor de andere gedeeltes in het reservaat waar een negatief potentiaalverschil is. Deze neerwaartse stroming is slechts van zeer locale betekenis.

Op een oost-west doorsnede door het dal van de Aa ter hoogte van het reservaat (figuur 22) blijkt dat het overwegend positieve potentiaalverschil evenals in de Oude Gooren waarschijnlijk door het regionale grondwaterregime wordt veroorzaakt. De opbolling van het grondwater in het achterland is, vooral zomers, geringer dan in de omgeving van de Oude Gooren het geval is.

De ontwaterende functie van de Kleine Aa en de Vuile Sloot is voor de Oetert klein. Er was in de grondwaterstandsbuizen die het dichtst bij de beek geplaatst waren geen invloed van het lage beekpeil merkbaar. Er is alleen sprake van een radiale stroming in de direkte omgeving van de beken. Deze stroming is vergelijkbaar met de in de Oude Gooren gesignaleerde radiale stroming naar de bovenloop van de Goorloop.

In veel opzichten is de waterbeheersing van de Oetert vergelijkbaar met die van de Oude Gooren. Er is in de Oetert echter geen ondiepe kwel in een strook langs de Zuid-Willemsvaart aangetoond. Daarentegen waren er in de Oetert wel enkele gedeeltes waar een neerwaarts gerichte stroming optrad.

4.3. D e o n v e r z a d i g d e z o n e

Met behulp van gamma-transmissie metingen is het mogelijk een inzicht te krijgen in het verloop van het vochtgehalte in een bodemprofiel. Daartoe wordt in één van twee, op 40 centimeter van elkaar evenwijdig opgestelde buizen een stralingsbron en in de andere buis op gelijke diepte een detector neergelaten. De hoeveelheid doorgelaten straling is afhankelijk van de totale tussenliggende massa. De massa van de minerale delen en van de organische stof veranderen niet, zodat het verschil tussen twee metingen veroorzaakt wordt door de verandering van de massa van water. Dit kan per bodemlaag waarover de metingen wordt verricht met behulp van een ijkmeting worden omgerekend tot een vochtverandering in millimeters. De metingen worden om

de 10 centimeter tot een diepte van 1,30 m beneden maaiveld verricht.

In de Oetert zijn in 1982 van 13 mei tot en met 8 december op een tweetal plaatsen gamma-transmissiemetingen verricht. Deze plaatsen staan in figuur 14 aangegeven met de letters A en B. Deze lokaties zijn geselecteerd op grond van verschillen in vegetatie en hoogligging. Lokatie A is gesitueerd in een laag gelegen 'natte' grasland-vegetatie en B in een hoger gelegen en relatief 'drogere' grasland-vegetatie.

Bij de plaatsing van de meetbuizen zijn bodemon monsters genomen waarvan het gewichtspercentage organische stof is bepaald. De resultaten zijn grafisch weergegeven in figuur 23. Bij A bestaat het hele meetprofiel uit veen. Vanaf een diepte van ongeveer 0,50 meter beneden maaiveld ligt het percentage per organische stof tussen de 80 en 90%. Bij B komt een vergelijkbare veenlaag voor op een diepte van 0,50 tot 0,95 meter beneden maaiveld. Boven deze laag ligt een humusrijke zandlaag. De minerale zandondergrond begint bij B op een diepte van 1,20 meter.

De resultaten van de metingen zijn op een aantal verschillende manieren bewerkt en uitgezet. In figuur 24 is het verloop van de vochtverandering tegen de tijd uitgezet. Bij A blijkt dat de vochtverandering en de maximale vochtafname uiterst gering is. Er bestaat geen relatie tussen het vochtverloop in het profiel en het verloop van de hoogte van het freatisch vlak of het beekpeil ter hoogte van de meetplek.

Op lokatie B (fig. 25) verandert het vochtgehalte in de bodem aanzienlijk. Op 13 mei werd bij een grondwaterstand van 0,45 m-m.v. een vochtdeficiet van ruim 20 mm gemeten. De grootste vochtafname werd op 16 september gemeten. Deze bedroeg bijna 60 mm bij een grondwaterstand van 0,80 m-m.v. Tussen het verloop van de vochtafname en de hoogte van het freatisch vlak blijkt op deze lokatie wel een goede relatie te bestaan. Tussen de vochtverandering en het peil in De Kleine Aa bestaat echter geen relatie.

In figuur 26 is van iedere meetdag het vochtdeficiet tegen de bijgehorende grondwaterstand uitgezet. Bij A liggen de punten erg dicht bij elkaar als gevolg van de geringe vochtafname en de geringe fluctuatie van de grondwaterstand. Bij B liggen de punten verder van

elkaar. Hier blijkt wel een goede relatie te bestaan tussen het vochtdeficiet en de grondwaterstand. Vanaf een grondwaterstand van 0,5 m-m.v. is dit verband vrijwel rechtlijnig. Dit duidt er ondermeer op, dat er in het meettraject geen lagen met sterk afwijkende capillaire eigenschappen voorkomen.

In figuur 26 zijn bij lokatie B drie punten tussen haakjes geplaatst. Deze punten representeren de laatste drie metingen. De afwijkende ligging ervan wordt niet veroorzaakt door mogelijke veranderingen in de meetapparatuur aangezien metingen in de verzadigde zone als referentie dienden. Er lijkt hier eerder sprake van een onevenwichtige vochtsituatie in het profiel als gevolg van een neerlagrijke periode.

Het veenprofiel bij lokatie A droogt nauwelijks uit, terwijl bij lokatie B de vochtafname in het bodemprofiel tot zo'n 60 mm kan oplopen. Aangezien de graslandbegroeiing ondiep wortelt, is tevens de grootte van de uitdroging van de bovenste 10 à 20 centimeter van belang. Daartoe is voor de lokaties A en B van de meting met de grootst waargenomen vochtafname in tabel 1 de verdeling gegeven van de volume percentages vaste delen, water en lucht voor de laag van 0-10 cm en van 10-20 cm. Voor lokatie B is de meting op 16-9-1982 gebruikt. Voor lokatie A kwamen meerdere metingen in aanmerking.

Tabel 1. Verdeling van de volume percentages vaste delen, water en lucht tijdens een droge periode in 1982 voor de lokaties A en B

lokatie	diepte (cm)	volume percentages		
		vaste delen	water	lucht
A	0-10	29	69	2
A	10-20	24	75	1
B	0-10	42	40	18
B	10-20	44	39	17

Aan de hand van een vochtkarakteristiek voor een veengrond en voor een humeuze zandgrond (RIJTEMA, 1969) kon worden vastgesteld dat de

vochtspanning in de wortelzone bij lokatie A minimaal -6 cm en bij lokatie B -230 cm bedroeg. Voor het onderzoek naar het effect van de verandering van de waterhuishouding op de vegetatie in het studiegebied van het Zuidelijk Peelproject wordt een vochtspanning van -320 cm in de wortelzone als grens aangehouden tot waar een grasachtige vegetatiepotentiëel kan verdampen. Dit onderzoek zal in de loop van 1984 worden afgesloten. Gezien de overeenkomsten in bodem en waterhuishouding tussen de Oetert en de Oude Gooren, kan uit deze gegevens de conclusie worden getrokken dat de grasachtige vegetaties in het relatief droge jaar 1982 over voldoende vocht kunnen beschikken om potentiëel te verdampen. Op plaatsen met een dik veenpakket en een aanzienlijke kwel blijft het bodemprofiel vrijwel verzadigd.

5. DE BERKEN

5.1. B e s c h r i j v i n g v a n h e t g e b i e d

De Berken is een ongeveer 100 ha groot natuurreserveaat dat in het bezit is van de Stichting Het Brabants Landschap. Binnen het reserveaat liggen een aantal grote graslandpercelen die als wei- of hooiland bij een aantal boeren in gebruik zijn. Deze percelen zijn opgenomen in de overzichtskaart van het gebied (figuur 27).

Door het reserveaat meandert een gedeelte van de middenloop van de Astensche Aa. Buiten het reserveaat is deze beek genormaliseerd.

Volgens de bodemkaart (STIBOKA, 1968) bestaat een groot gedeelte van de bodem aan de noordzijde de beek uit een lemig, fijzandige beekeerdgrond. Vanaf de boerderijen die op de overzichtskaart staan aangegeven tot bij de beek bestaat de bodem uit een lemig, fijnzandige lage enkeerdgrond. Het weiland aan de zuidzijde van de Astensche Aa ligt grotendeels op een fijzandige gooreerdgrond. De overige bodemtypen staan aangegeven als veldpodzolgronden die bestaan uit leemarm en zwak lemig fijn zand. Op deze podzolgronden is vrijwel overal een bosvegetatie aanwezig.

Van het gebied ten oosten van de weg over de houten brug is een hoogtelijnenkaart gemaakt (figuur 28). De maaiveldshoogte van het reserveaat varieert van meer dan 25,5 m + N.A.P. in het noorden tot

minder dan 23 m + N.A.P. langs de beek in de buurt van de houten brug. De ondergrond behoort tot een diepte van 1 m-N.A.P. tot de Nuenen Groep en bestaat uit fijnzandige, lemige en venige lagen. Onder de Nuenen Groep komt het eerste watervoerende pakket met een kD -waarde van $1400 \text{ m}^2 \cdot \text{etm}^{-1}$. Dit pakket bestaat uit de Formaties van Veghel en van Sterksel. De Peelrandbreuk met ten oosten daarvan de Peelhorst ligt op ruim $2\frac{1}{2}$ km afstand van de oostgrens van de Berken.

5.2. D e W a t e r h u i s h o u d i n g

In de Berken zijn een aantal grondwaterstandsbuizen geplaatst. Deze zijn genummerd van K 50 t/m K 79 en K 342/K 343. De buizen met de evennummers hebben een filterdiepte van ruim 2 m in de lage delen tot ruim 2,5 m in de hoge delen van het reservaat. De buizen met een onevennummer hebben een filterdiepte van ongeveer 0,6 m beneden maai-veld. Deze laatste buizen staan zomers kortere of langere tijd droog. Tijdens de droge zomer van 1982 kwamen eveneens twee buizen met een diep filter droog te staan. De buizen K 76 en K 77 konden kort na de plaatsing niet meer opgenomen worden.

Op de bodemkaart staat voor de veldpodzolgronden een Gt VI en voor de rest van het reservaat een Gt III aangegeven. Een Gt VI heeft een GHG van 40-80 cm en een GLG van meer dan 120 cm. Een Gt III heeft een GHG van minder dan 40 cm en een GLG van 80-120 cm beneden maai-veld. Van een plek met een Gt VI en een plek met een Gt III zijn met de gegevens van de buizen K 74 en K 70 tijdstijghoogtelijnen getekend. Deze staan in fig. 29.

De grondwaterstand bij K 70 reageert snel op een hoeveelheid neerslag. De berging is kleiner dan bij K 74, waar de grondwaterstand veel meer afhankelijk is van het neerslagoverschot.

De waterbeheersing in de Berken wordt sterk bepaald door de Astensche Aa en door een kleine waterloop die in het recente verleden op enkele meters ten noorden van de Astensche Aa gegraven is. Deze waterloop watert een gebiedje te zuiden van het reservaat af, evenals het weilandencomplex dat in de noordelijke helft van het reservaat is gelegen. Op ongeveer 300 m ten oosten van de houten brug komt deze waterloop in de Astensche Aa uit.

In de bovenloop van de Astensche Aa wordt zomers water uit het

Kanaal van de Deurne ingelaten. Dit water is indirect afkomstig uit de Maas. Zomers vertoont de sammestelling van het water uit de Astensche Aa dan ook grote overeenkomst met het Maaswater (JANSEN, 1982). Mede door de relatief grote hoeveelheid ingelaten water daalt het peil in de Astensche Aa nauwelijks beneden een gemiddeld laagste peil. Bij de houten brug schommelt het peil meestentijds rond de 21.65 m + N.A.P., maar aan de oostzijde is het peil afhankelijk van de stuw die vlak voor het meanderende deel aan de Astensche Aa staat. Het verval tussen de stuw en de brug varieert van anderhalf tot ruim twee meter. Tijdens een erg natte periode kan het peil in de Astensche Aa echter sterk stijgen en de lage delen van het reservaat inunderen. Dit gebeurt enkele keren per jaar.

De grondwaterstandsgegevens zijn gebruikt om een isohypsenbeeld van de zomer van 1982 en van een wintersituatie samen te stellen. De gemiddeld wintersituatie komt overeen met de situatie op 1 april 1983. Deze isohypsenkaartjes zijn afgebeeld in respectievelijk de figuren 30 en 31.

Zomers en 's winters treedt een vrij gelijkmatig verhang naar de beide beken op. Het grondwaterniveau is 's winters gemiddeld 0,5 tot 1,0 meter hoger dan zomers. 's Winters heeft een aan de zuidzijde gelegen rug invloed op het isohypsenbeeld. Tijdens droge perioden in de zomer vindt er nog wel een globale toestroming in de richting van de beek plaatst, maar door de hoeveelheid ingelaten water staat het peil in de Astensche Aa dan hoger dan het grondwater in de directe omgeving van de beek.

De stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerende pakket varieert in het voorjaar van 22,5 m in het westen tot 23,5 m + N.A.P. in het oosten van het reservaat. Behalve in de lage delen langs de beek is het verschil met het freatisch grondwater negatief. Het grootste positieve verschil bedraagt 10-20 cm. Voor het afdekkende pakket kan op grond van globale schattingen uit de bewerking zijnde gegevens voor het waterkwantiteitsonderzoek in het Zuidelijk Peelgebied in eerste instantie een c-waarde van 200 etmalen worden aangehouden. Dit betekent dat er in de lage delen een kwel van hooguit $\frac{0,20}{200} = 0,001 \text{ m.etm}^{-1}$ optreedt. De stijghoogte van het diepe grondwater fluctueert met een zeker vertraging. Grote verschillen tussen de

kwel- en infiltratie-intensiteit zullen er in de loop van het jaar echter niet optreden.

5.3 De onverzadigde zone

Het principe van gamma-transmissiemetingen is in hoofdstuk 4.3 ter sprake gekomen. In 'De Berken' is op een afstand van ongeveer 10 meter van de Astensche Aa een plek ingericht voor gamma-transmissiemetingen. De bodem bestaat uit een fijnzandige, lemige beekkeerdgrond, die begroeid is met een graslandvegetatie. De geselecteerde locatie is representatief voor grote delen van de bodem in het beekdal en staat aangegeven in figuur 27. De meetplek ligt in het gedeelte van De Berken waar kwel optreedt.

Op de meetplek bedraagt het gewichtspercentage organische stof in de bovenste 20 centimeter 9%. Vanaf een diepte van 30 centimeter ligt het percentage tussen de 2 en 3%, met uitzondering van een op 50 centimeter beginnend laagje waarvan het gewichtspercentage organische stof 1% van bedraagt. De humusrijke bovenlaag van 20 cm is tevens de wortelzone. Op 16 september 1982 werd in de wortelzone de grootste vochtafname van de meetperiode waargenomen (zie tabel 2)

Tabel 2. Verdeling van de volume percentages vaste delen, water en lucht tijdens een droge periode in 1982 in het natuurreservaat 'De Berken'

volume percentages			
diepte (cm)	vaste delen	water	lucht
0-10	51	41	8
10-20	53	41	6

KEMMERS (1983) heeft berekend dat de bijbehorende vochtspanning -112 cm bedraagt. Evenals voor de Oetert geldt hier dat de vegetatie in droog jaar over voldoende vocht beschikt om potentiëel te kunnen

transpireren.

In figuur 32 zijn het beekpeil, het grondwaterniveau en de vochtverandering tegen de tijd uitgezet. Het beekpeil is ter hoogte van de meetopstelling gemeten. Uit het figuur blijkt dat het onderlinge verband tussen de drie uitgezette grootheden varieert.

Als gevolg van de inlaat van water in de bovenloop van de Astensche Aa en het stuwenbeheer is het beekpeil in de zomerperiode vaak hoger dan het grondwaterniveau bij de meetplek. In de herfst liggen beekpeil en grondwaterniveau vrijwel op een gelijk niveau. De relatie tussen het grondwaterniveau en het vochtdeficiet is matig. Dit is goed te zien in figuur 33. Ieder punt in dit figuur geeft de situatie van een meetdag weer. De spreiding is vrij groot. Twee sterk afwijkende metingen zijn tussen haakjes geplaatst. Dit wordt veroorzaakt door een onevenwichtige vochtverdeling in het bodemprofiel als gevolg van bijvoorbeeld een snelle verandering van het kunstmatige beheerste peil in de nabij gelegen beek of door een hoeveelheid neerslag die vlak voor een meting gevallen is. In het eerste geval stijgt het grondwaterniveau terwijl de toename van de hoeveelheid vocht in de onverzadigde zone achterblijft en in het tweede geval neemt de hoeveelheid vocht juist sterk toe terwijl het grondwaterniveau hier in eerste instantie nog niet door beïnvloed wordt.

Bij een onderzoek in het natuurreservaat 'Groot Zandbrink' dat gelegen is in de Gelderse Vallei, is onder andere ook van een lemige beekkeerdgrond de relatie tussen het vochtdeficiet en de grondwaterstand bepaald (JANSEN en KEMMERS, 1982). Beide relaties zijn in figuur 34 afgebeeld. In 'Groot Zandbrink' is de capillaire nalevering bij grondwaterstanden tot 1 meter beneden het maaiveld erg groot als gevolg van de sterke leemhoudendheid van de bodem. Verder valt het freatisch vlak in 'Groot Zandbrink' terug op het regionale grondwaterniveau, waardoor het nauwelijks verder dan 1 meter beneden het maaiveld daalt. Als gevolg van deze verschillen vallen de beide lijnen in figuur 34 niet samen. Desondanks kan gesteld worden dat de gevonden relaties redelijk goed met elkaar overeenkomen.

6. SAMENVATTING

Als onderdeel van de regionale studie in het Zuidelijk Peelgebied is in een drietal natuurgebiedjes de vegetatie onderzocht. Ter ondersteuning van dit onderzoek is eveneens de waterhuishouding in deze gebiedjes aan een onderzoek onderworpen. De drie gebiedjes betreffen de Oude Gooren, de Oetert en De Berken. De eerste twee gebiedjes liggen in het beekdal van de Aa en De Berken ligt in het beekdal van de Astensche Aa.

De Oude Gooren en de Oetert zijn van oudsher natte gebieden die grotendeels met een veenlaag bedekt zijn. In de Oude Gooren treedt in een strook aan de oostzijde een ondiepe kwelstroom vanuit de Zuid-Willemsvaart op. In de rest van het reservaat treedt een kwelstroom op die afkomstig is van regionaal grondwater uit de diepere zandondergrond. Deze kwelstroom wordt, zij het in mindere mate, eveneens in de Oetert aangetroffen. In dit reservaat komen echter ook enkele gedeeltes voor waar water wegzijgt. Verder kon er in het onderzochte gedeelte van dit gebied geen kwel vanuit de Zuid-Willemsvaart worden aangetoond. In de met veen bedekte delen van het reservaat waar kwel optreedt blijft het hele bodemprofiel vrijwel verzadigd. In de delen met (humus) zand in de bovengrond bedraagt de vochtafname bij een lage grondwaterstand van 80 cm beneden maaiveld ongeveer 60 mm. Dit is echter nog voldoende voor de vegetatie om optimaal te kunnen verdampen.

Het derde gebiedje, De Berken, kan al bijna een eeuw niet meer als nat gekwalificeerd worden; dit ondanks het feit dat de Astensche Aa in het reservaat nooit genormaliseerd is. In de lage delen langs de beek is een positief potentiaalverschil tussen het diepe en het ondiepe grondwater waargenomen. In de rest van het gebied is het verschil negatief en treedt een infiltratie op. In de lage delen langs de beek kan de grasachtige vegetatie potentieel verdampen. De vochtafname in de onverzadigde zone bedroeg ongeveer 40 mm bij een vrij diepe grondwaterstand van 1,1 m beneden maaiveld.

LITERATUUR

- BELMANS, D.J., J.G. WESSELING, R.A. FEDDES, 1981. Simulation model of the waterbalance of a cropped soil providing different types of boundary conditions (SWATRE). Nota 1257, I.C.W., Wageningen.
- DRENT, J., 1981. Optimalisatie van het regionale waterbeheer in gebieden met tegengestelde belangen. Onderzoeksvoorstel nota 1256, I.C.W., Wageningen.
- ERNST, L.F., 1954. Het berekenen van stationaire grondwaterstromingen welke in een vlak kunnen worden afgebeeld. Rapp. IV. Landbouwk. Proefstation, Groningen.
- JANSEN, P.C., 1982. De kwaliteit van het oppervlakte water in het Zuidelijk Peelgebied in de periode oktober 1981 - oktober 1982 nota 1373, I.C.W., Wageningen.
- _____, 1983. De gevolgen van veranderingen in de waterhuishouding voor de vegetatie. Nota 1476, I.C.W., Wageningen.
- _____, en R.H. KEMMERS, 1982. Aanvullingen betreffende de hydrologie van het C.R.M. - reservaat in 'Groot Zandbrink' nota 1326, I.C.W., Wageningen.
- KEMMERS, R.H., 1983. Vegetaties van enkele reservaten in beekdalen van het Zuidelijk Peelgebied. Nota 1487, I.C.W., Wageningen.
- LANDBOUWHOGESCHOOL, 1973. Dictaat Agrohydrologie, Landbouwhogeschool, Wageningen.
- RIJTEMA, P.E., 1969. Soil moisture Forecasting. Nota 513, I.C.W., Wageningen.
- STIBOKA, 1967, 1973. Bodemkaart van Nederland. Blad 51 Oost, 52 en 58 West. Stiboka, Wageningen.
- WIT, K.E., 1983. Berekeningen van de kanaalweerstand van Zuid-Willemsvaart in het traject Den Dungen-Erp. Nota 1427, I.C.W., Wageningen.

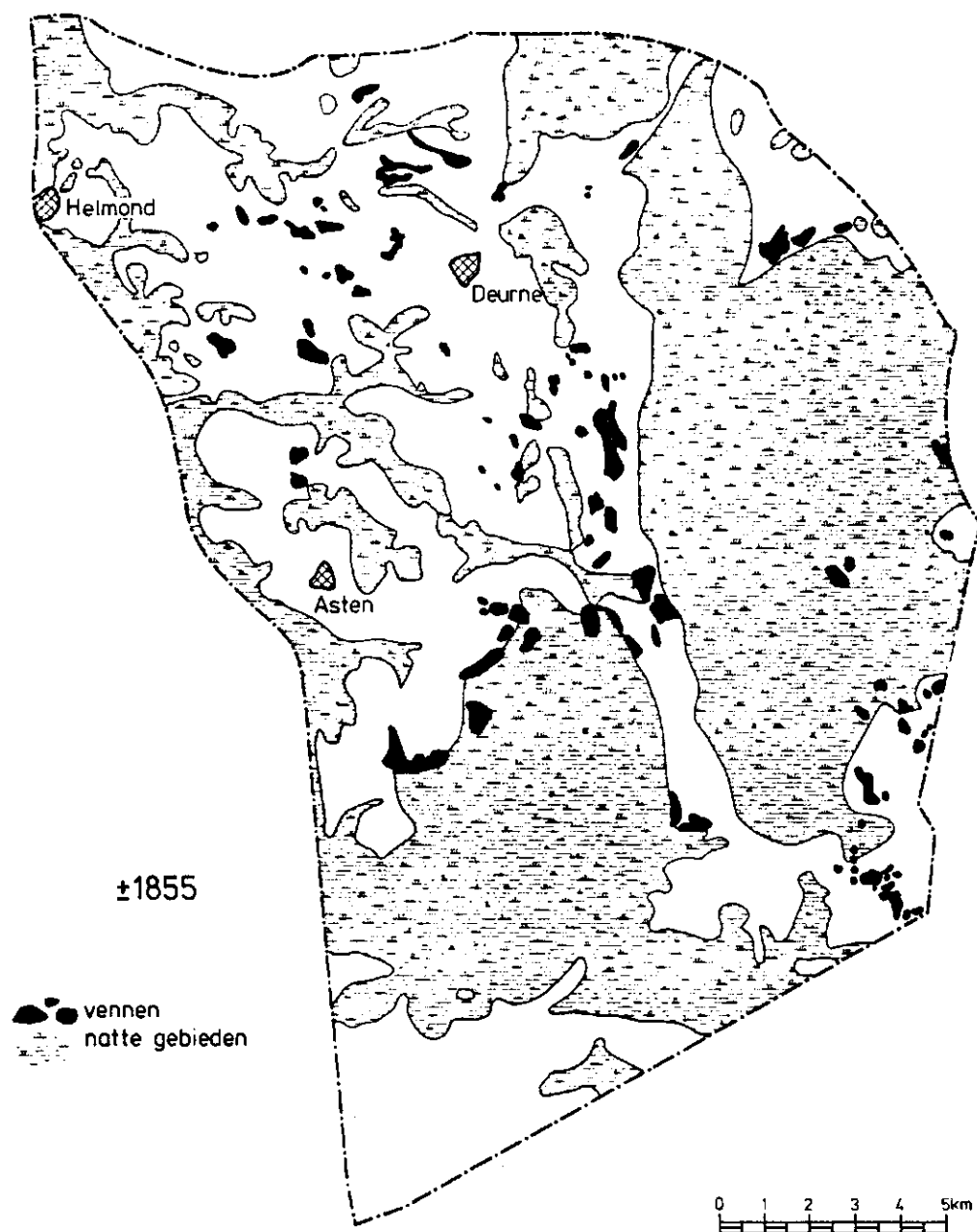


fig. 1a. Vennen en natte gebieden in het Zuidelijk Peelgebied rond 1855.

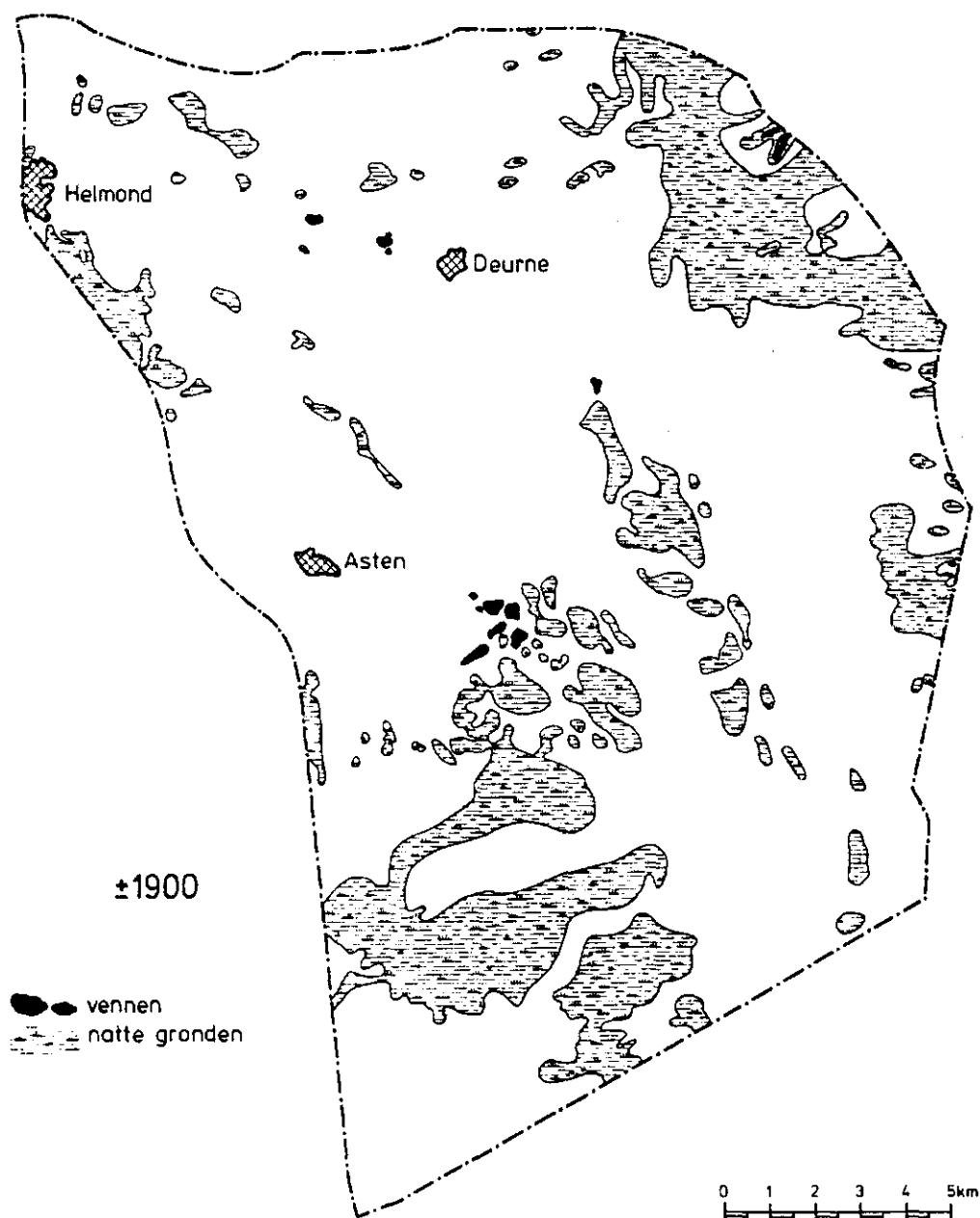


fig. 1b. Vennen en natte gebieden in het Zuidelijk Peelgebied rond 1900.

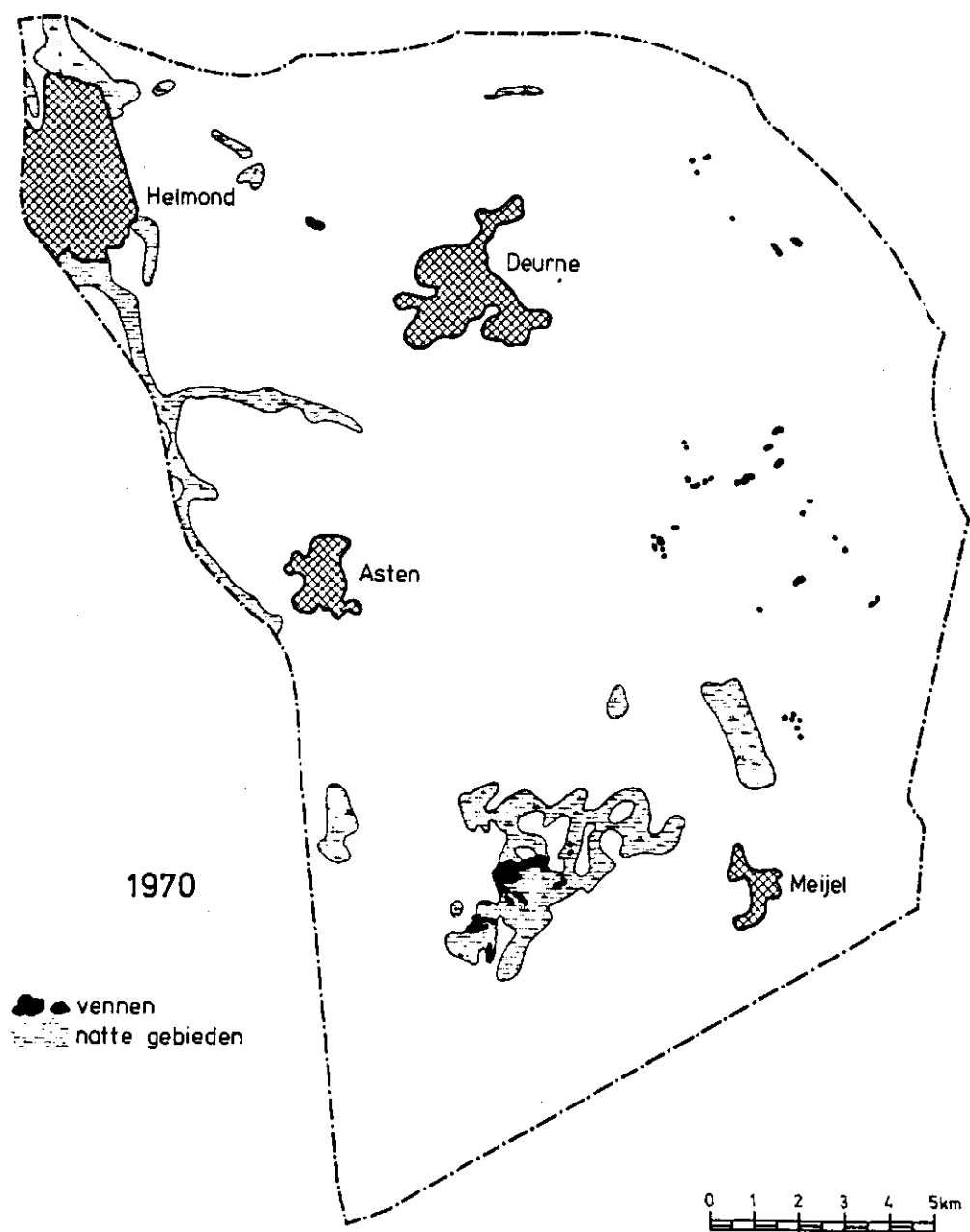


fig. 1c. Vennen en natte gebieden in het Zuidelijk Peelgebied rond 1970.

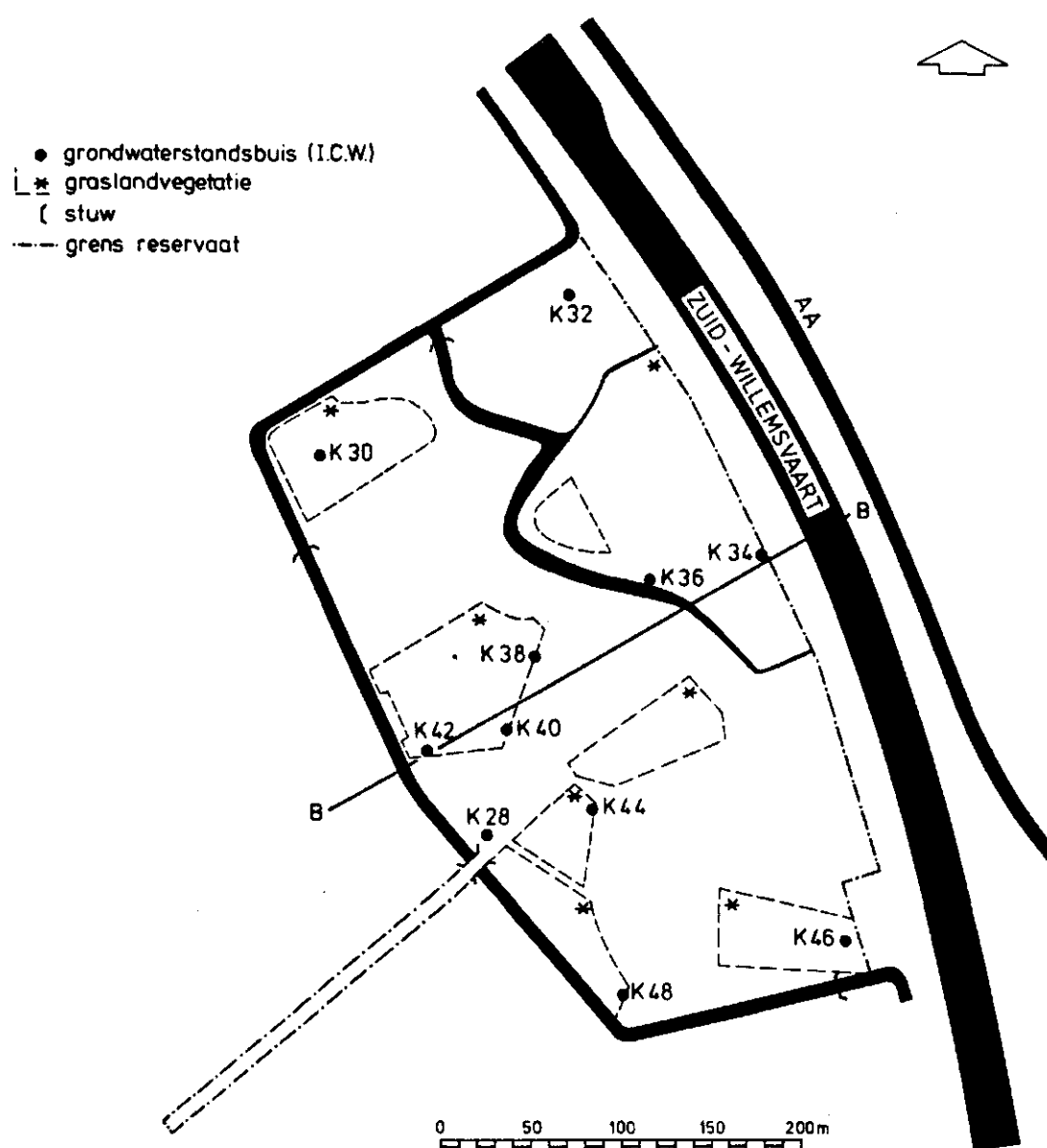


fig. 2. Overzichtskaart van het natuureservaat 'De Oude Gooren'.

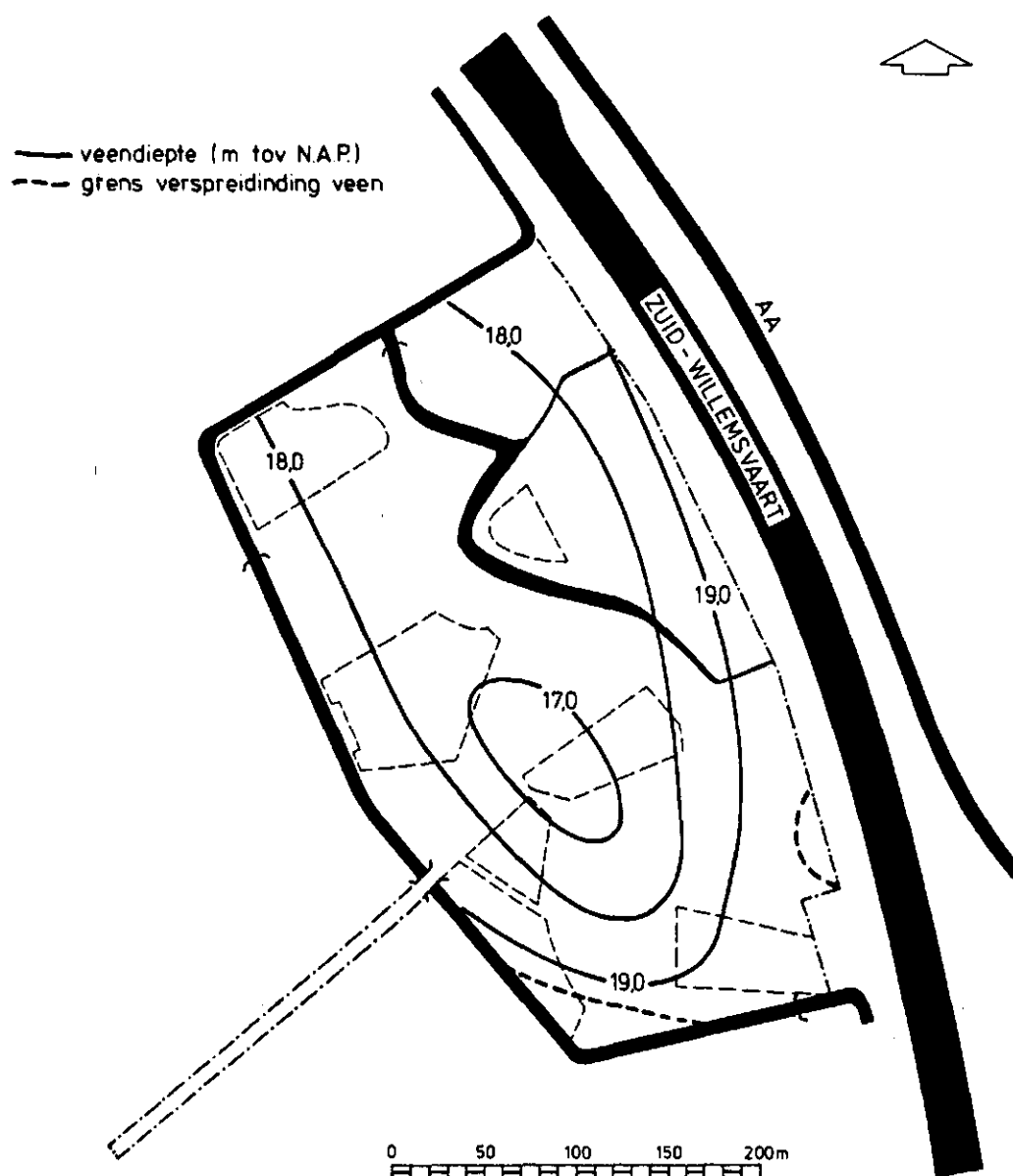


fig. 3. Veendieptekaart van het natuurreservaat 'De Oude Gooren'.

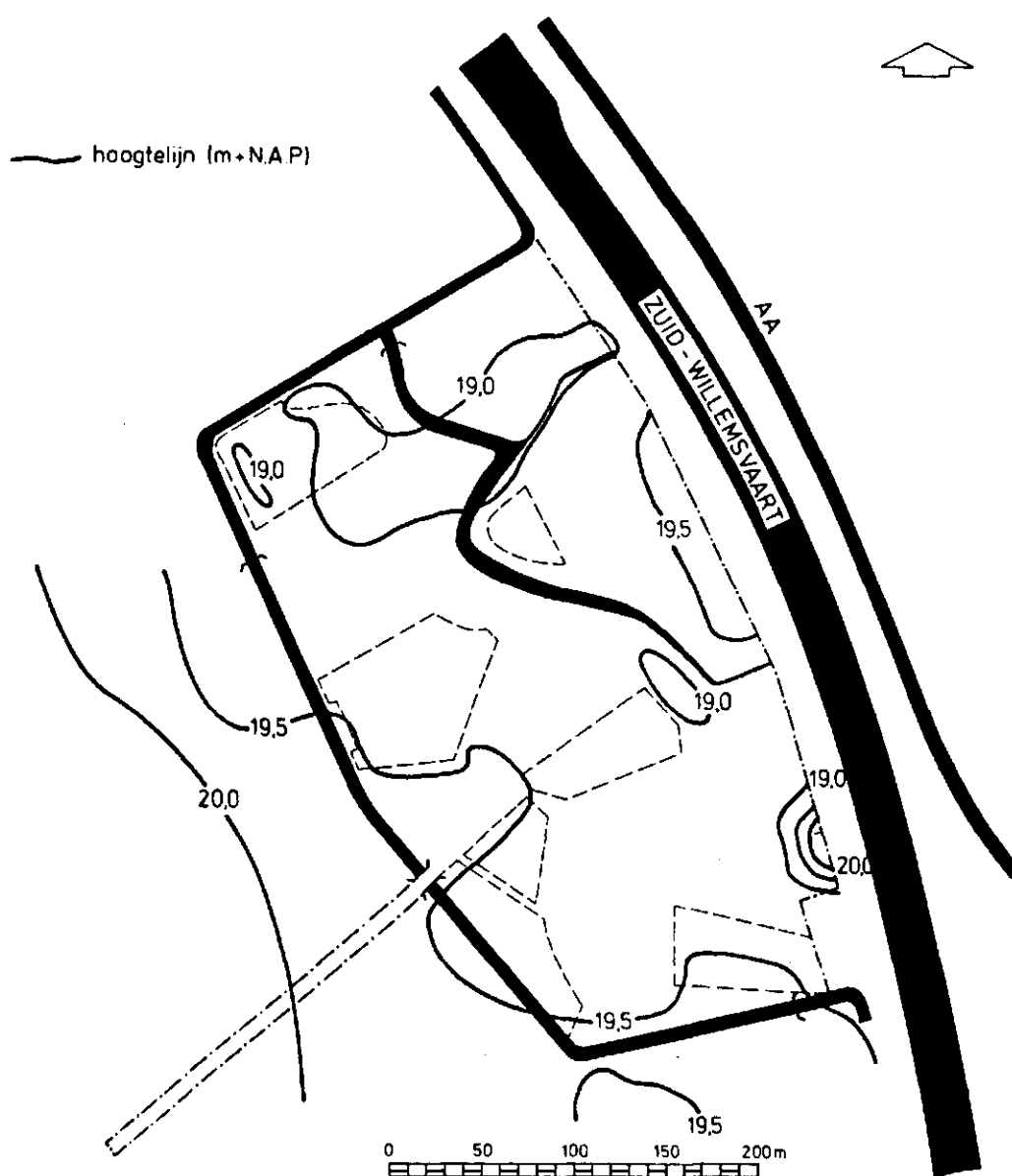


fig. 4. Hoogtelijnenkaart van het natuurreserveaat 'De Oude Gooren'.

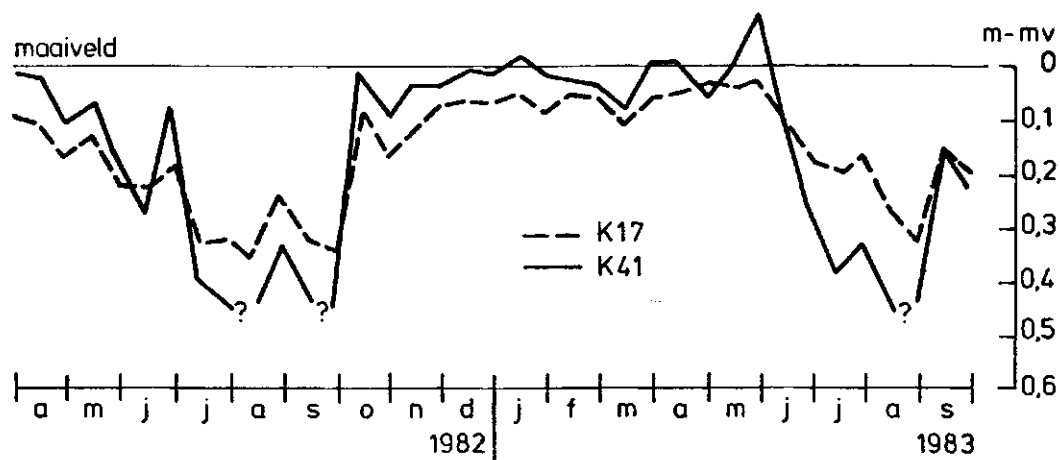


fig. 5. Tijd-stijghoogtelijn van een plek in de Oetert (K 17) en in de Oude Gooren (K 41).

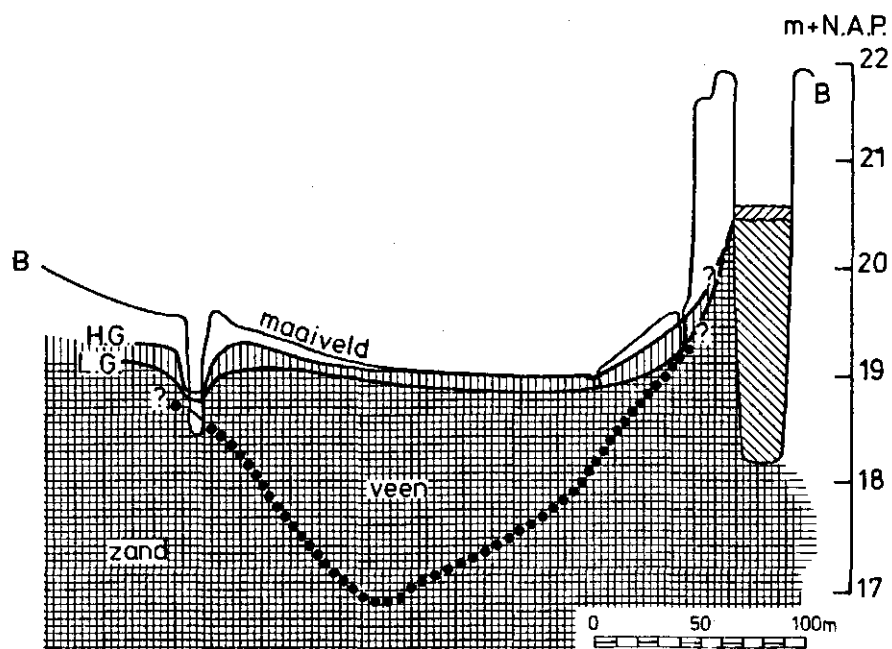


fig. 6. Hoogste en laagste grondwaterstand in een dwars doorsnede van het natuurreservaat 'De Oude Gooren'.

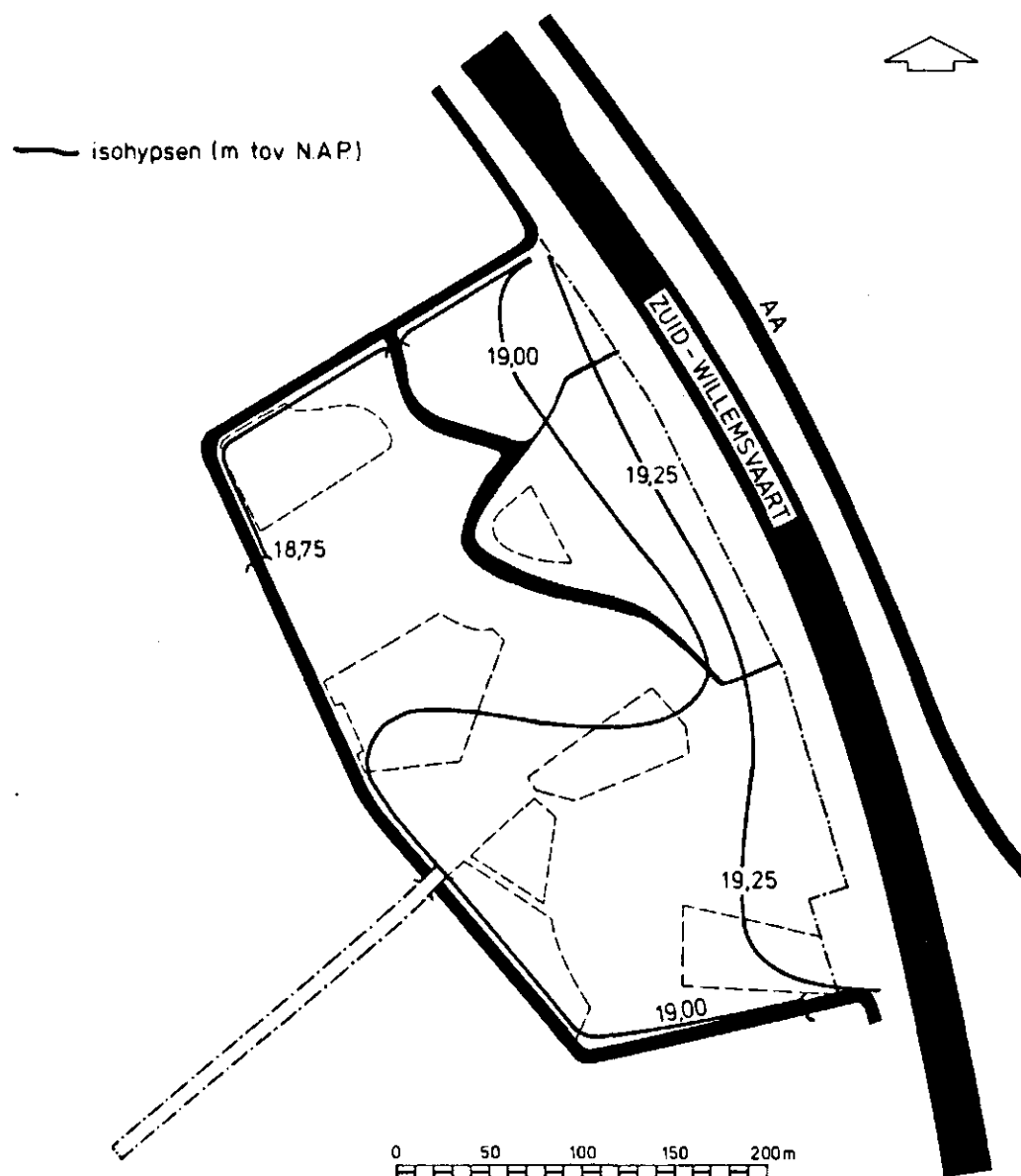


fig. 7. Gemiddeld isohypsenbeeld van het freatisch gronwater in de zomer van 1982 van het natuureservaat 'De Oude Gooren'.

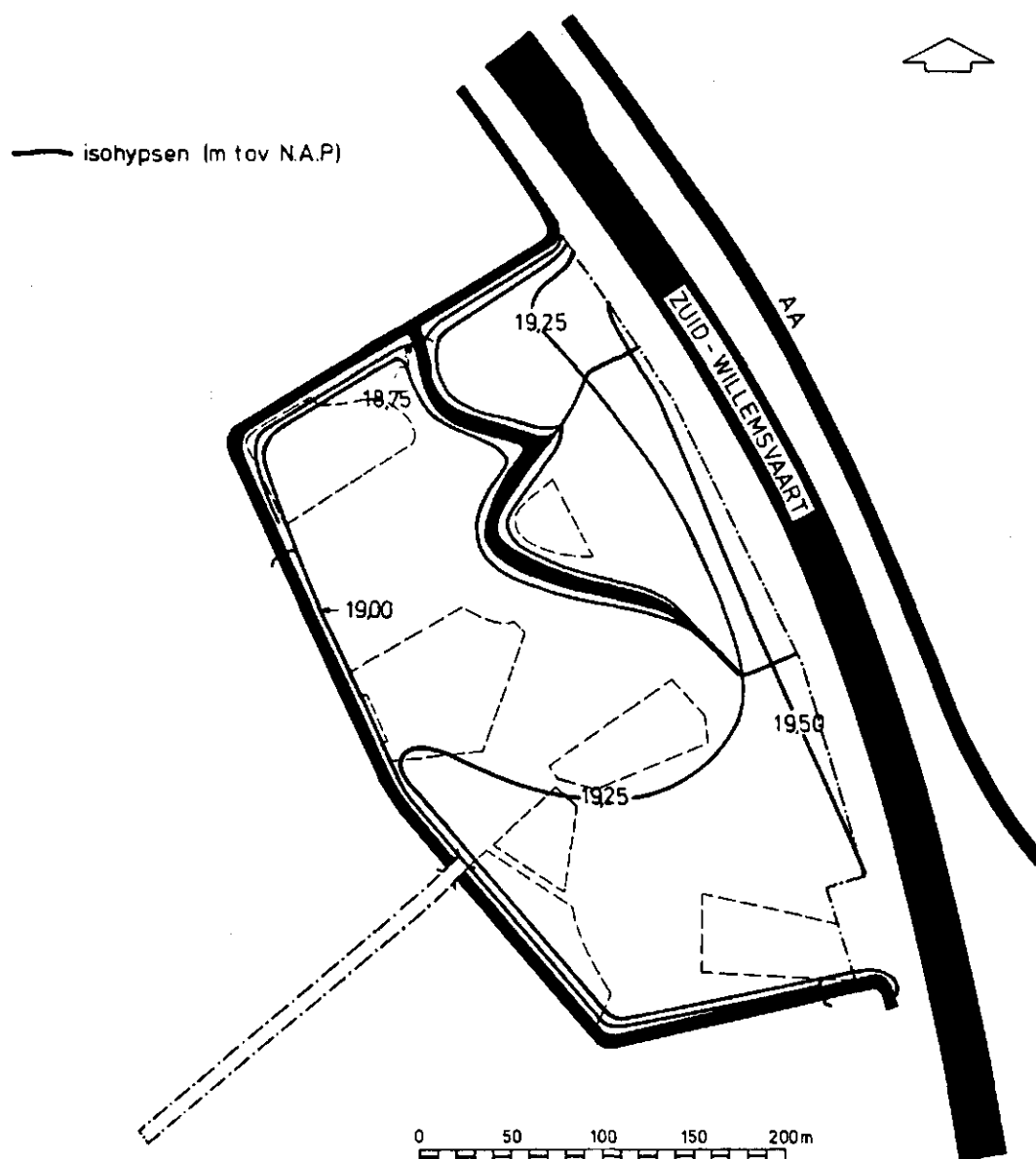


fig. 8. Isohypsen van het freatisch grondwater op 1 april 1983 van het natuurreservaat 'De Oude Gooren'.

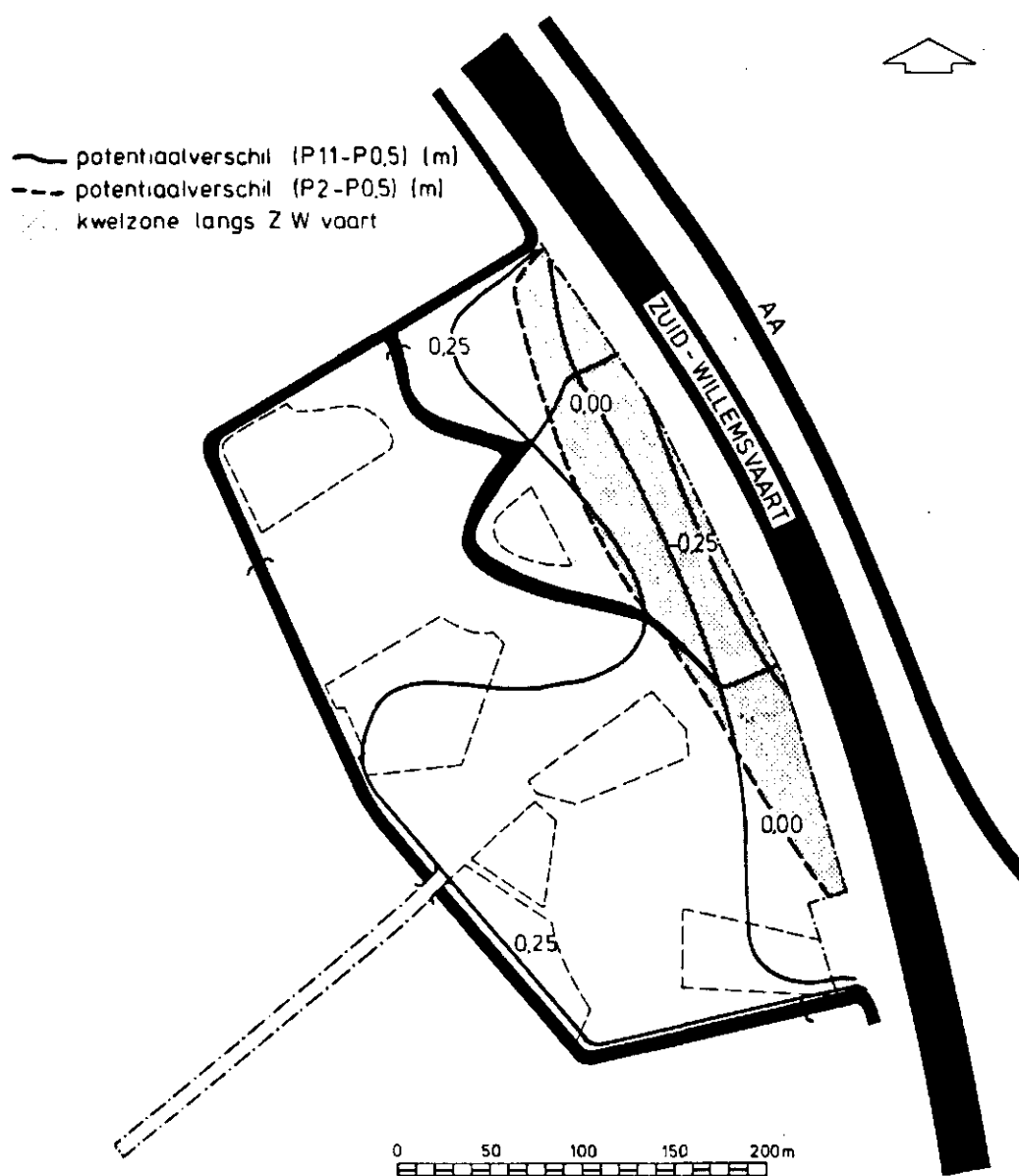


fig. 9. Gemiddelde potentiaalverschillen van het grondwater op verschillende dieptes in de zomer van 1982 in het natuurreserveaat 'De Oude Gooren'.

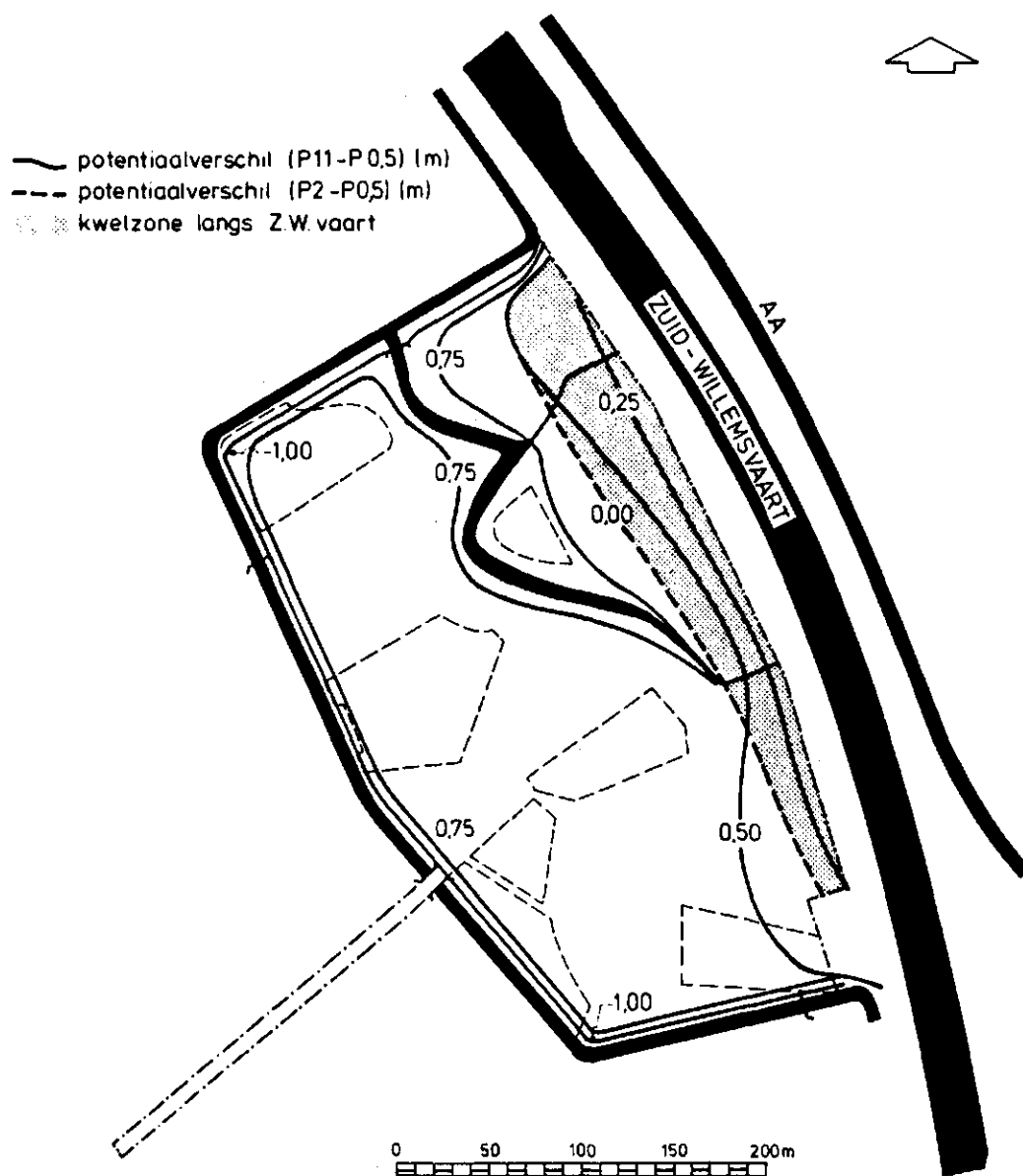


fig. 10. Potentiaalverschillen van het grondwater op verschillende dieptes op 1 april 1983 in het natuurreservaat 'De Oude Gooren'.

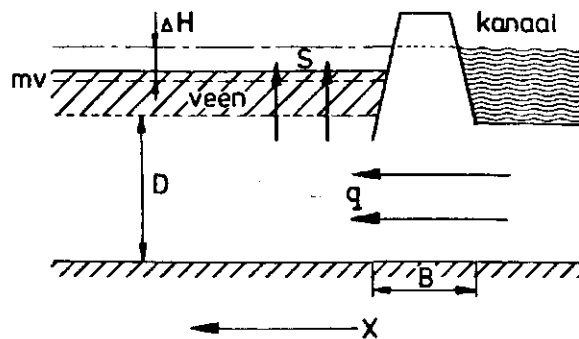


fig. 11. Kwel vanuit de Zuid-Willemsvaart naar het natuurreservaat 'De Oude Gooren'.

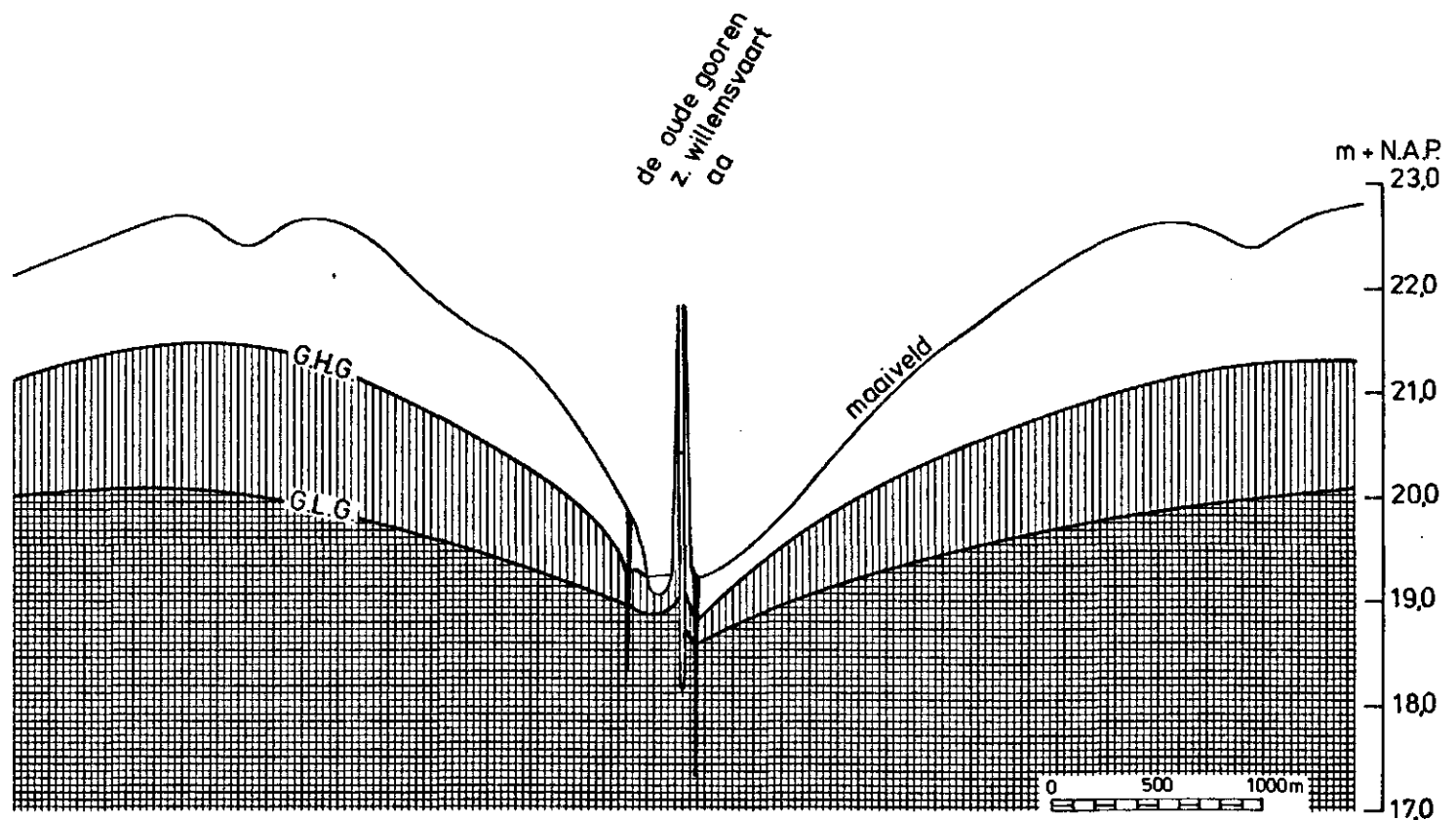


fig. 12. Oost-west doorsnede in het dal van de Aa ter hoogte van het natuurreservaat 'De Oude Gooren', met de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

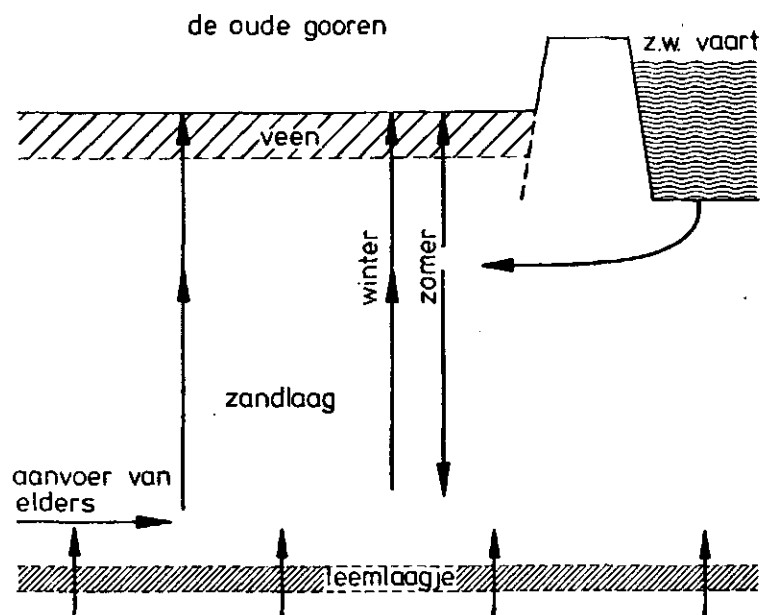


fig. 13. Schematisch overzicht van de stromingsrichtingen in de ondergrond van het natuurreservaat 'De Oude Gooren'.

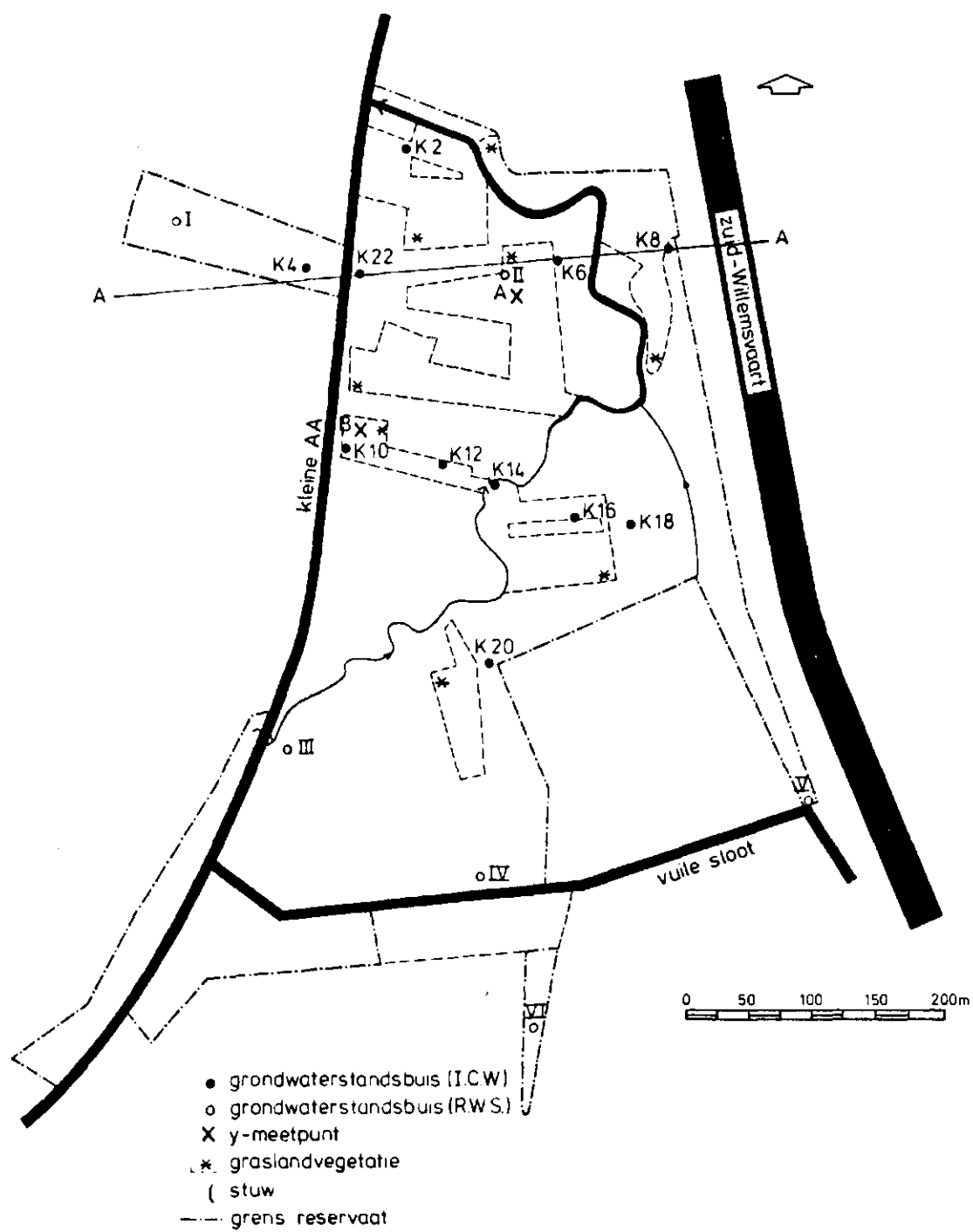


fig. 14. Overzichtskaart van het natuurreervaat 'De Oetert'.

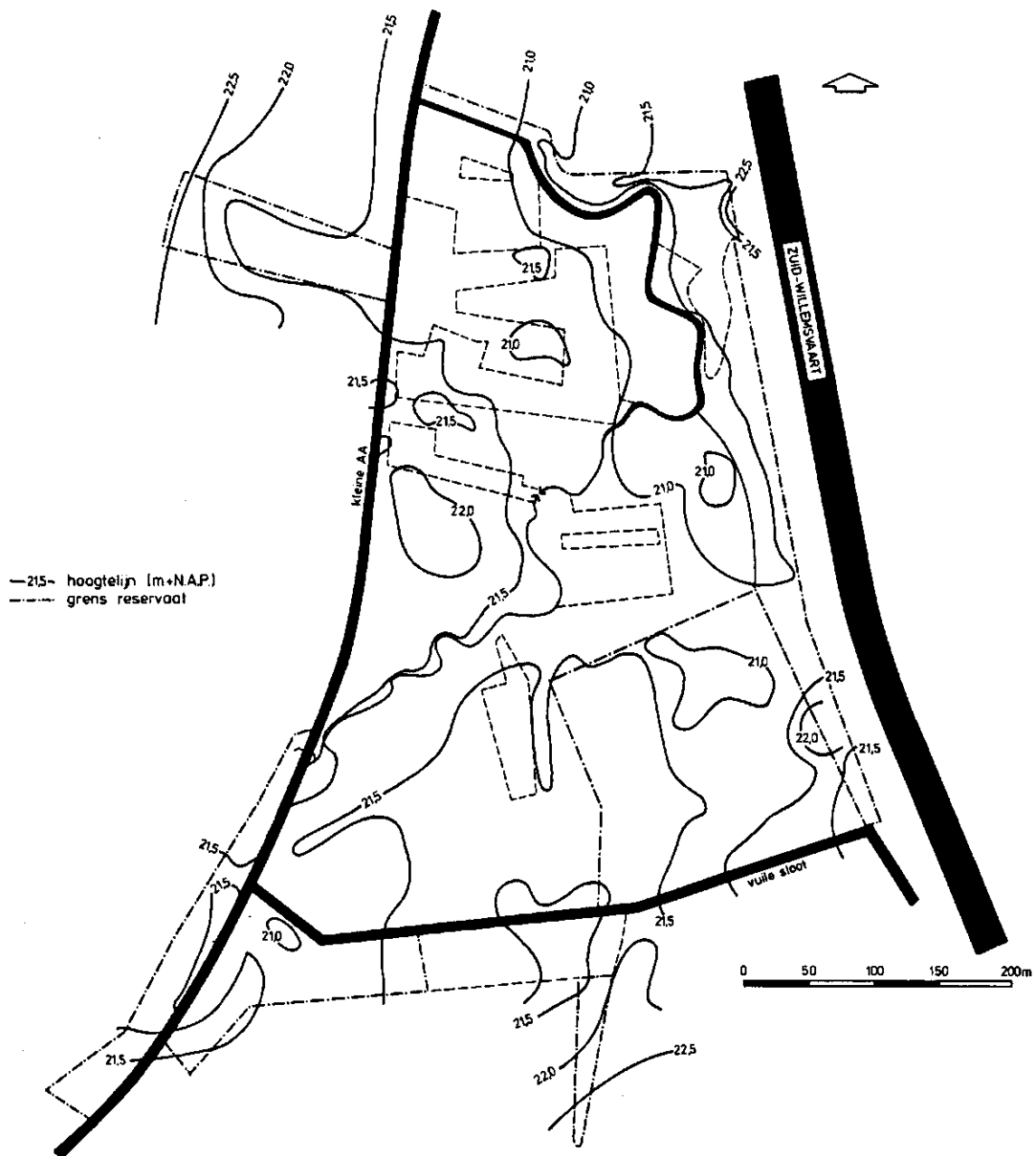


fig. 15. Hoogtelijnenkaart van het natuurreservaat 'De Oetert'.

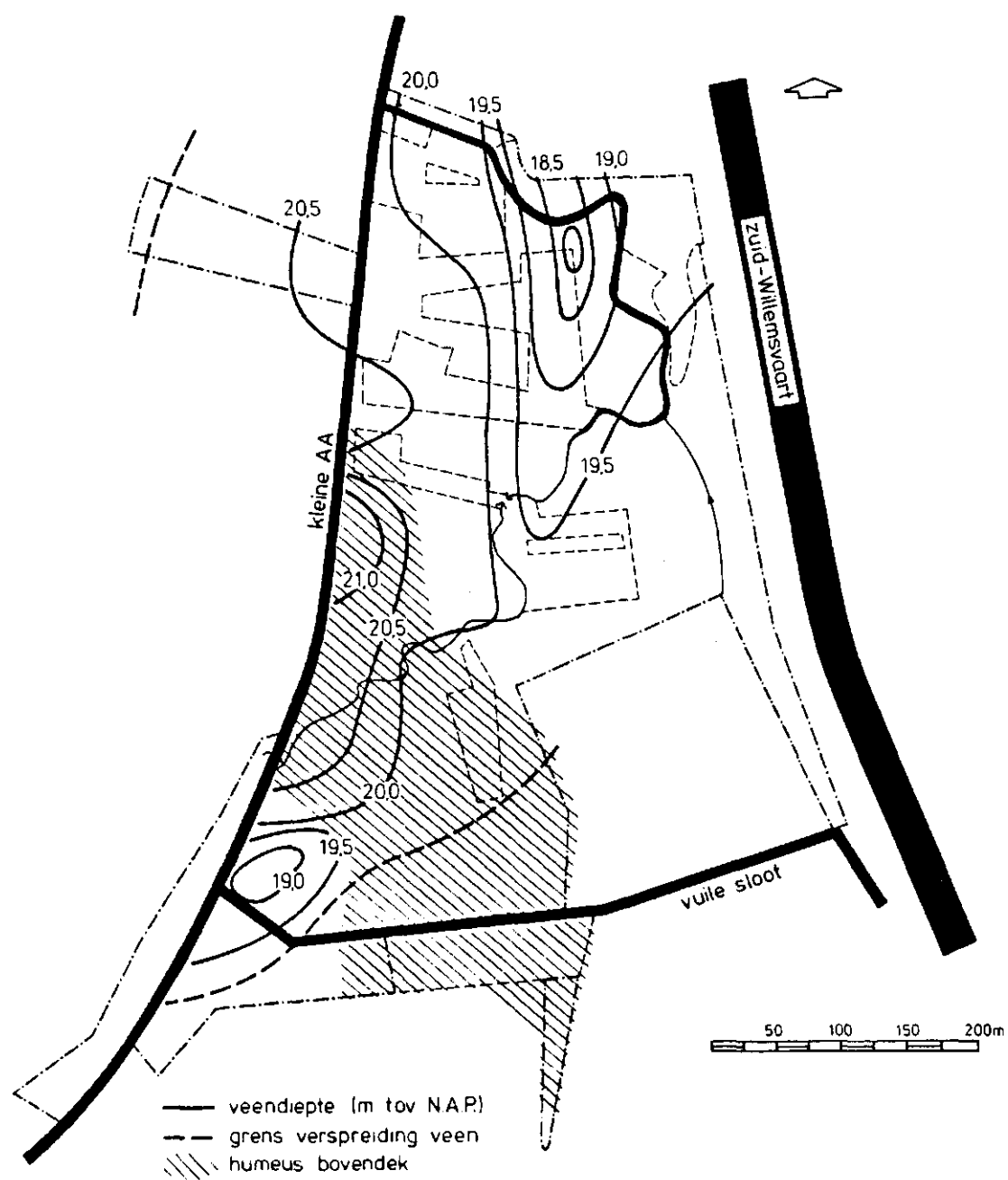


fig. 16. Veendieptekaart van het natuurreservaat 'De Oetert'.

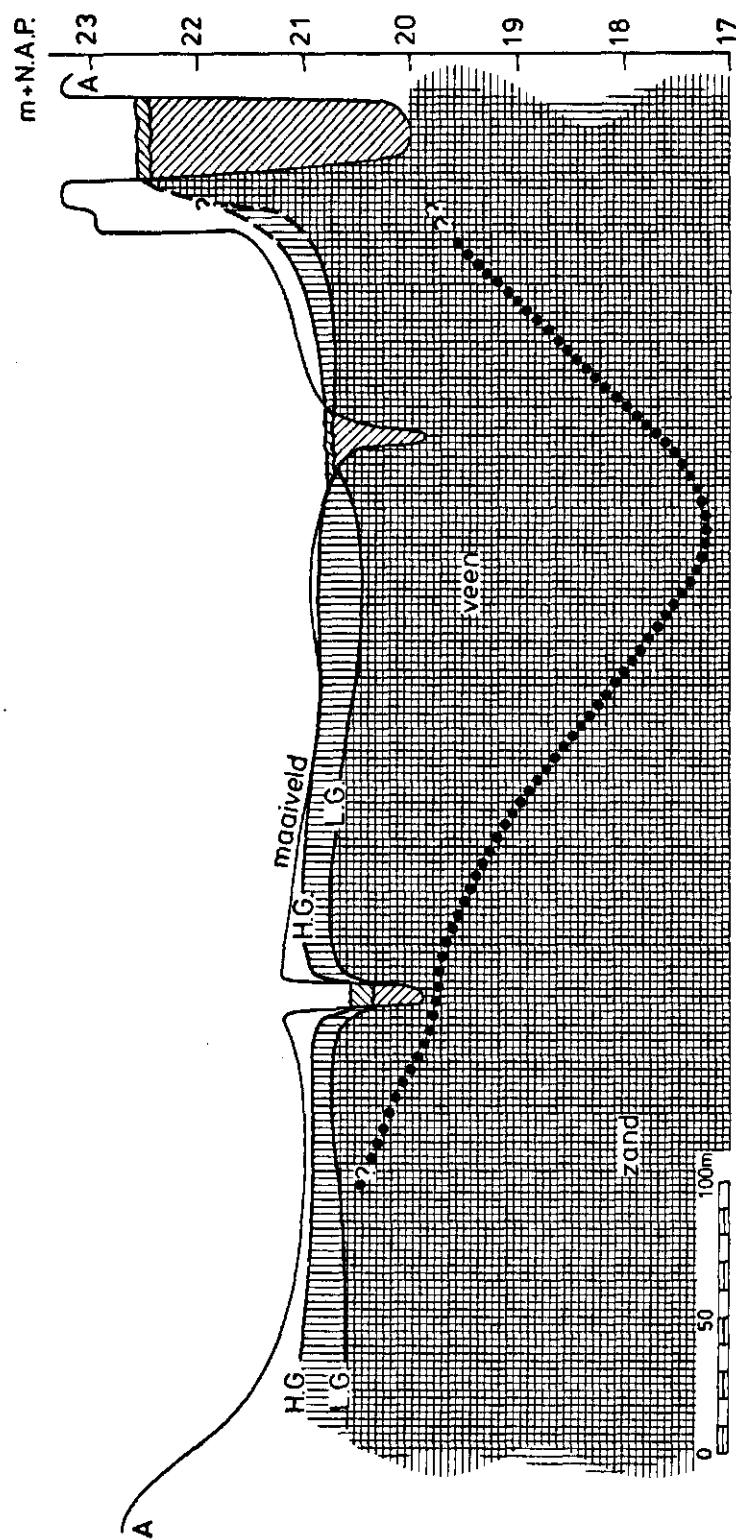


fig. 17. Hoogste en laagste grondwaterstand in een dwars doorsnede van het natuurreserveaat 'De Oetert'.

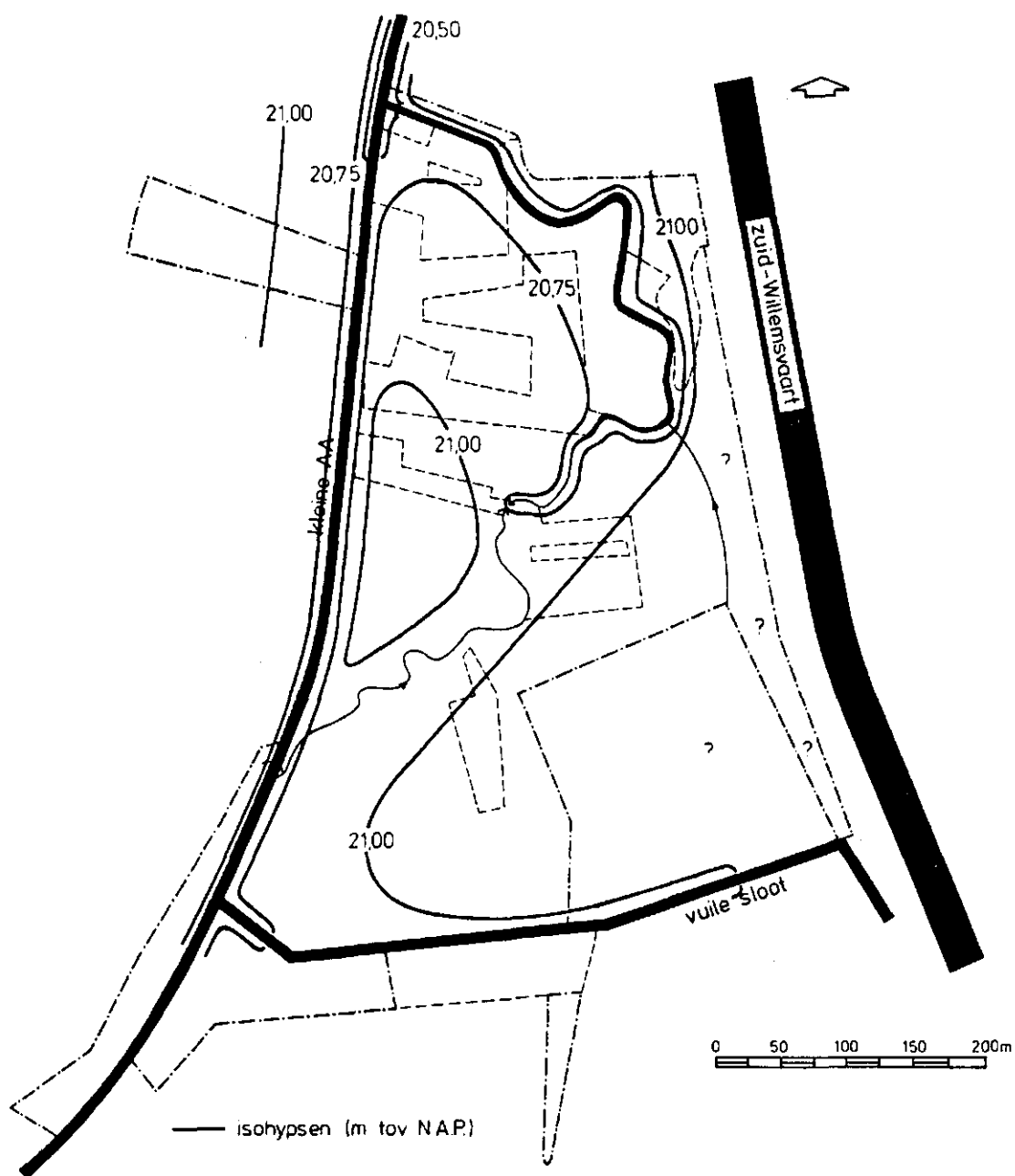


fig. 18. Gemiddeld isohypsenbeeld van het freatisch grondwater in de zomer van 1982 van het natuurreserveaat 'De Oetert'.

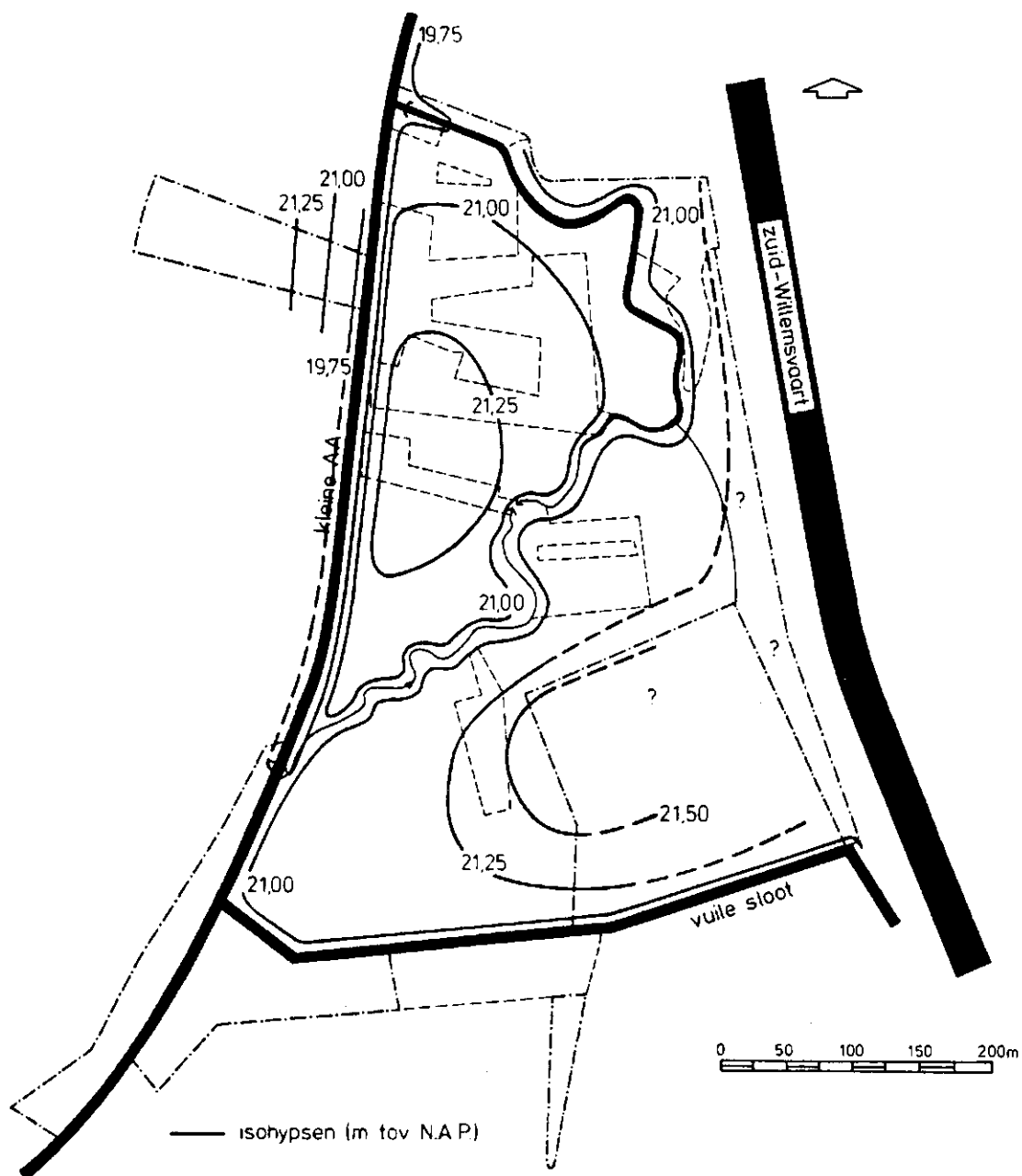


fig. 19. Isohypsens van het freatisch grondwater op 1 april 1983 van het natuurreserveaat 'De Oetert'.

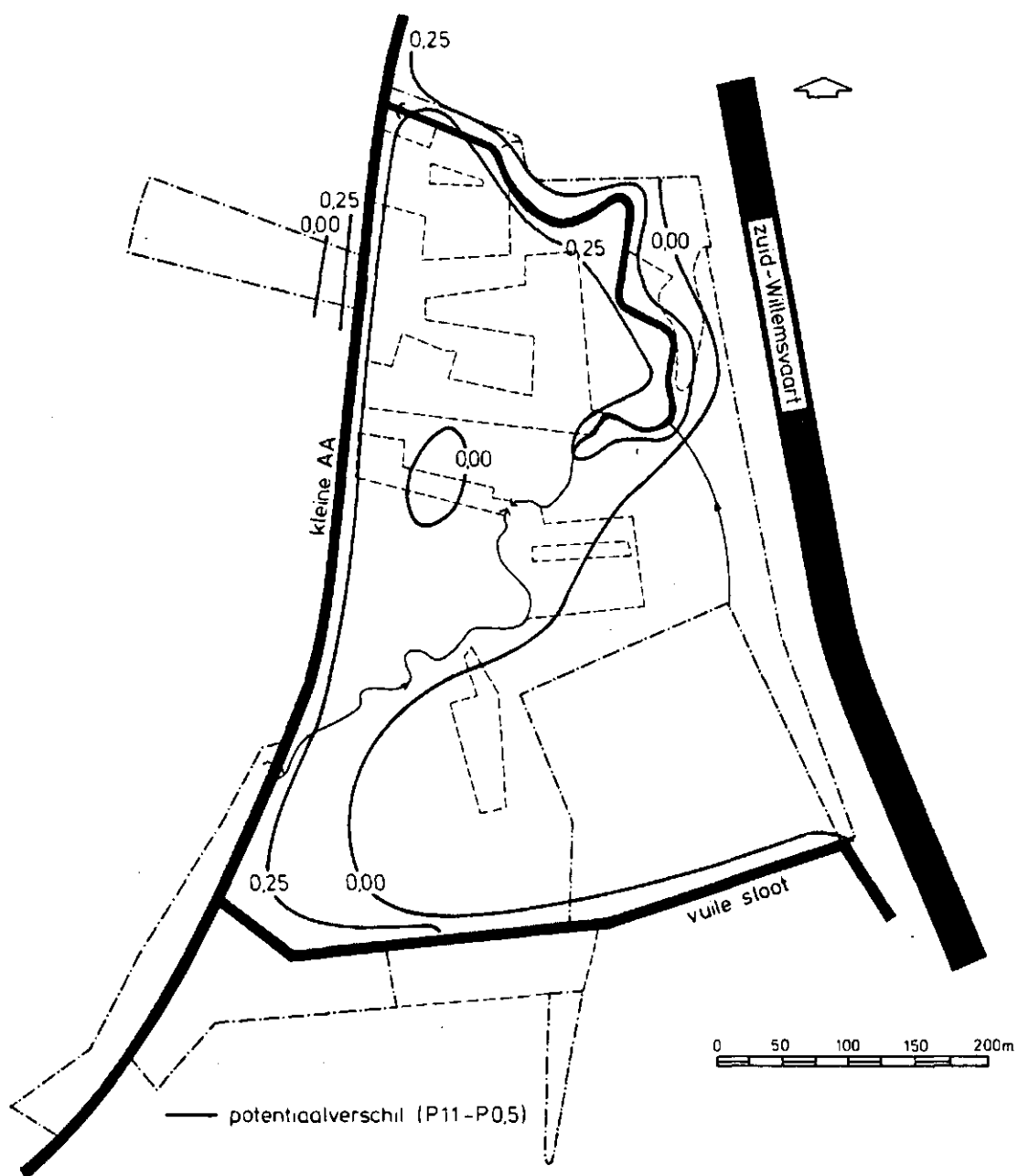


fig. 20. Gemiddelde potentiaalverschillen van het grondwater op verschillende dieptes in de zomer van 1982 in het natuurreservaat 'De Oetert'.

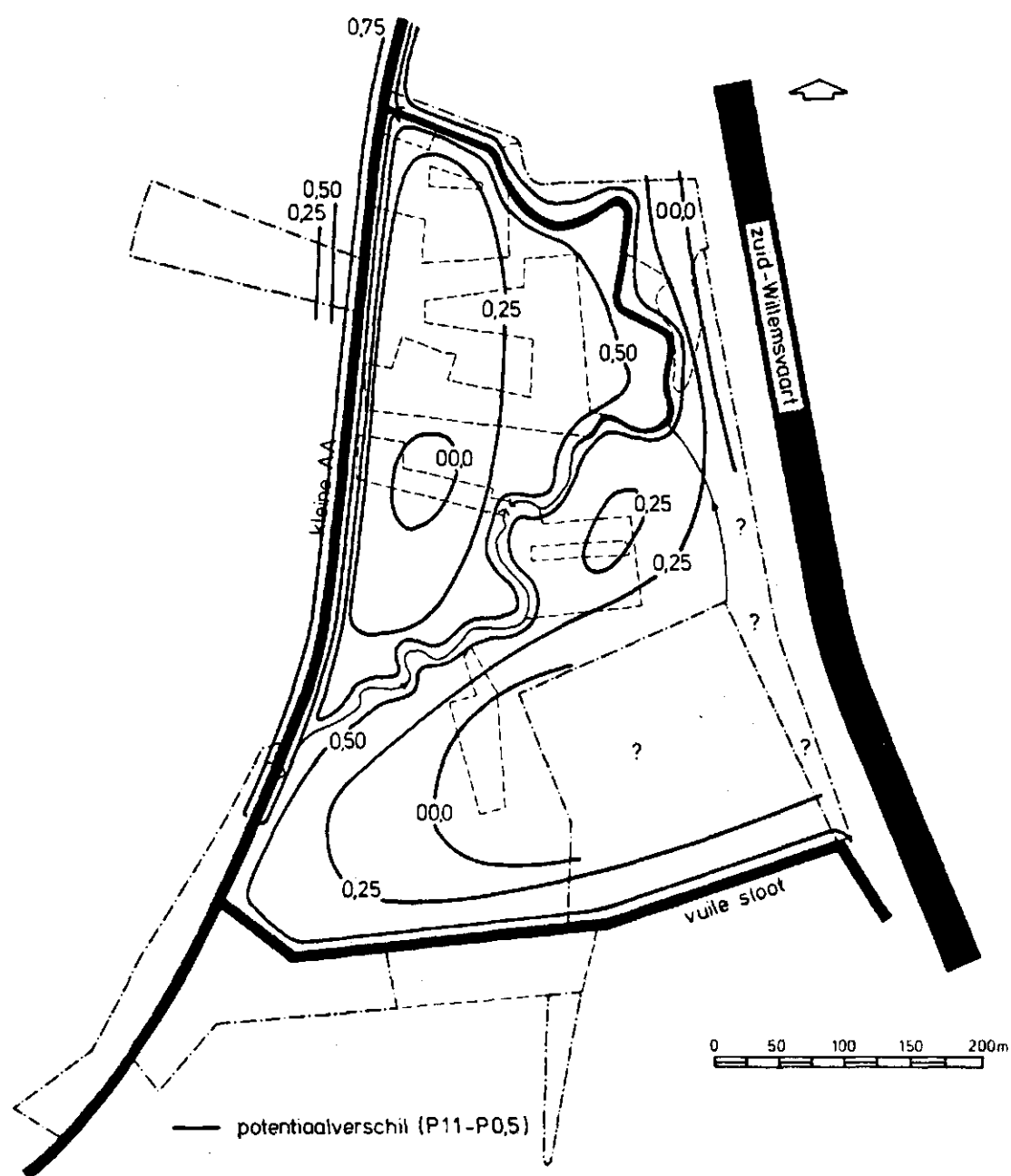


fig. 21. Potentiaalverschillen van het grondwater op verschillende dieptes op 1 april 1983 in het natuurreserveaat 'De Oetert'.

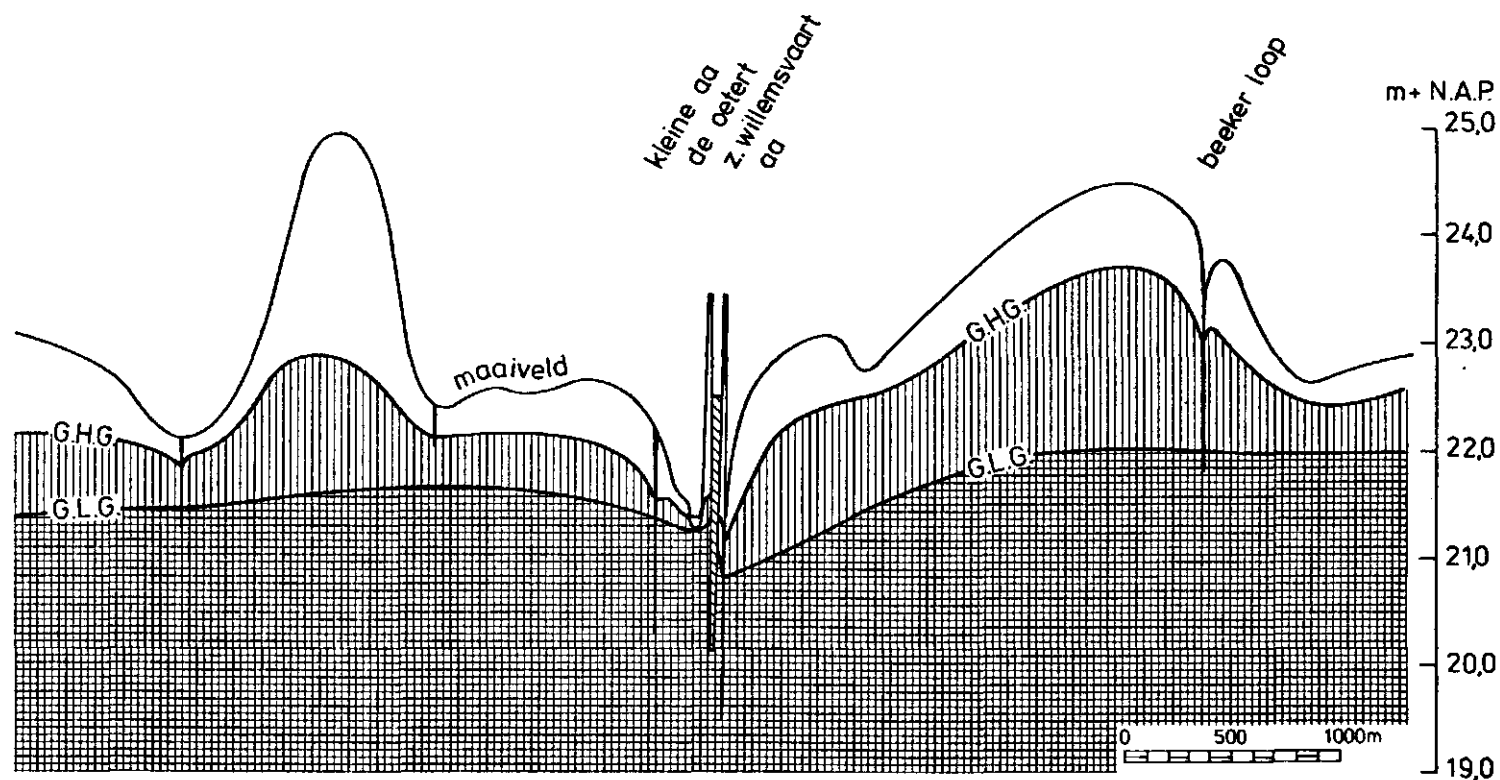


fig. 22. Oost-west doorsnede in het dal van de Aa ter hoogte van het natuurreservaat 'De Oetert', met de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

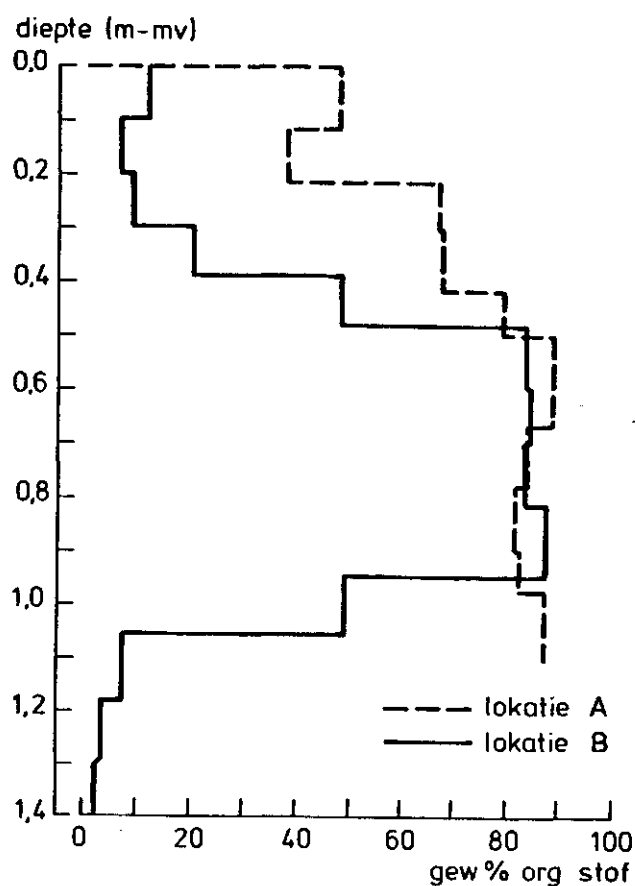


fig. 23. Gewichtspercentages organische stof van een tweetal y-

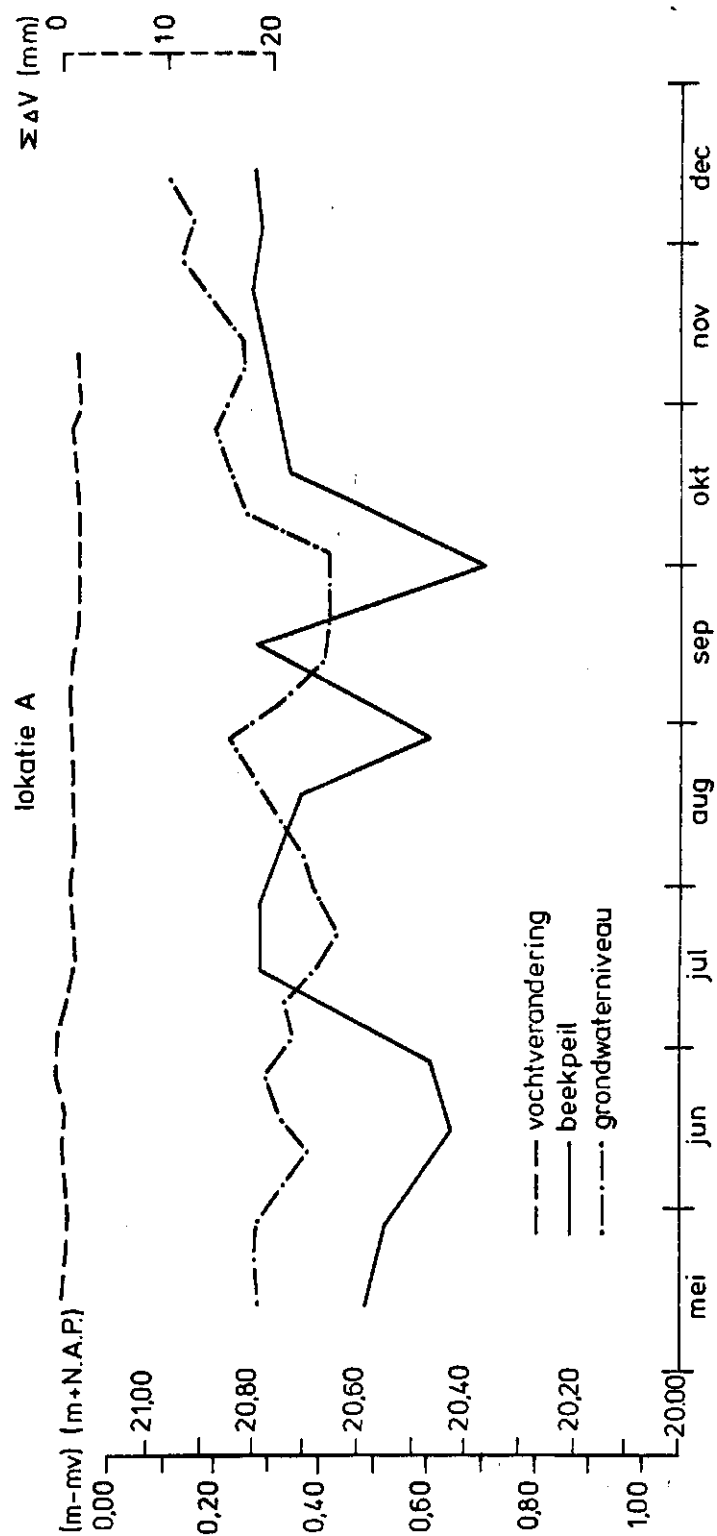


fig. 24. Verloop van het vochtgehalte in de onverzadigde zone, het grondwaterniveau en het beekpeil bij meetpunt A in het natuurreservaat 'De Oetert'.

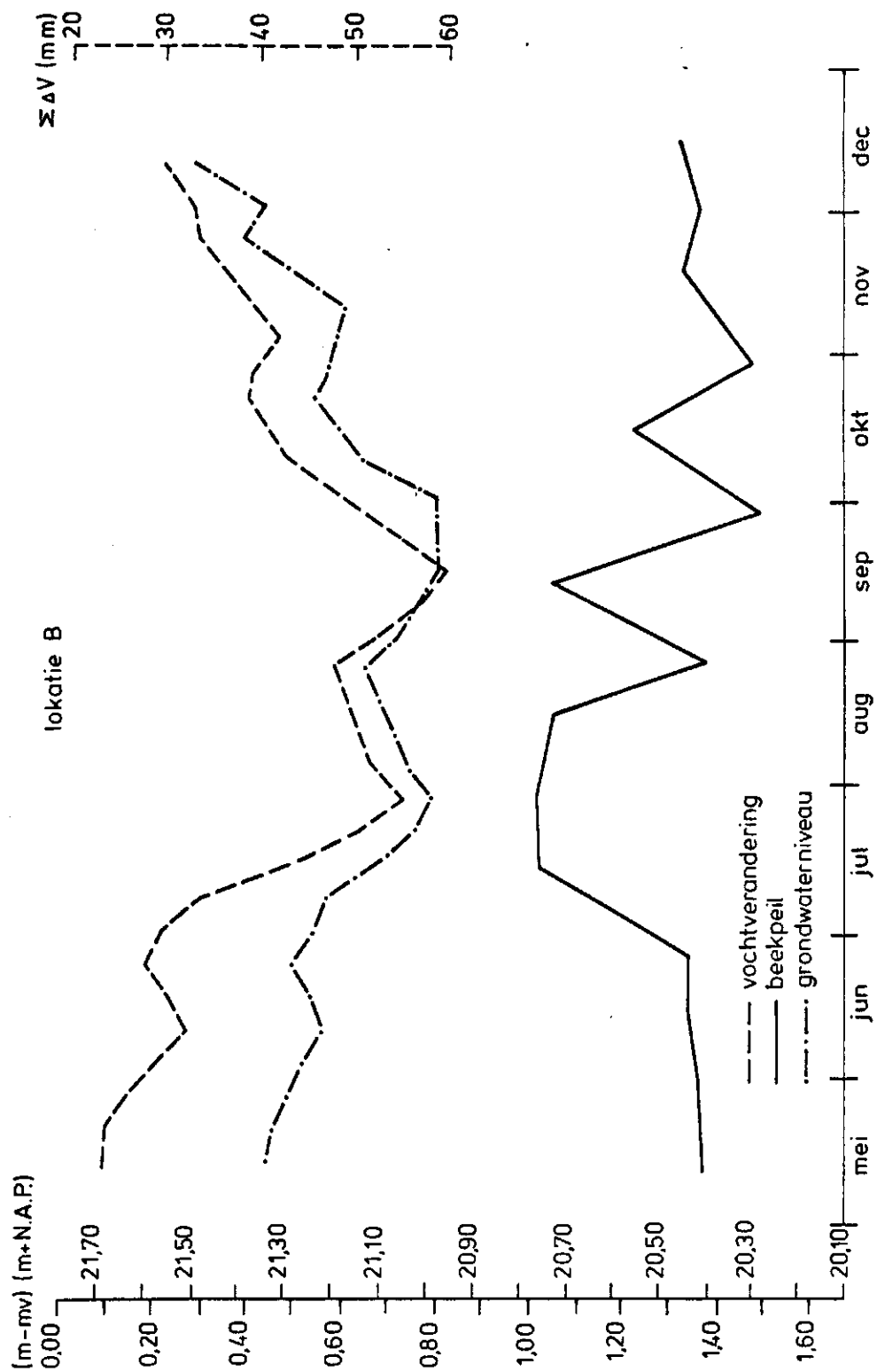


fig. 25. Verloop van het vochtgehalte in de onverzadigde zone, het grondwaterniveau en het beekpeil bij meetpunt B in het natuurreservaat 'De Oetert'.

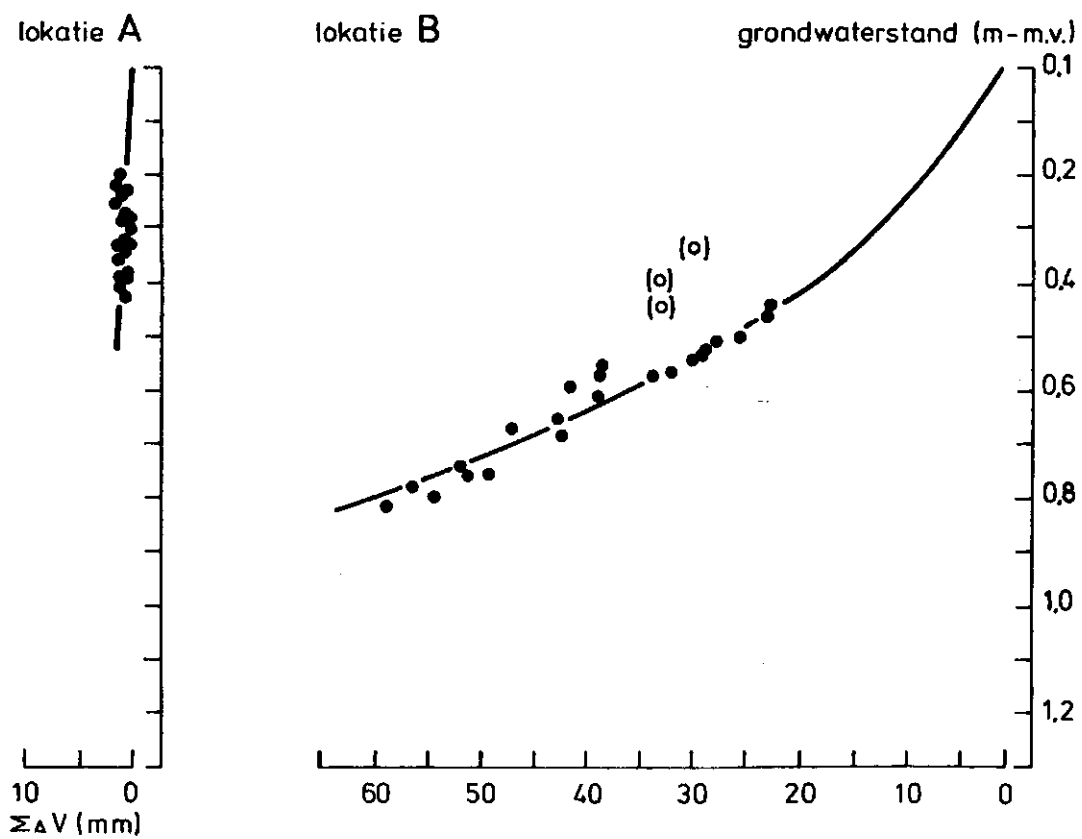


fig. 26. Relatie tussen de grondwaterstand en het vochtdeficiet op twee meetpunten in het natuurreserveaat 'De Oetert'.

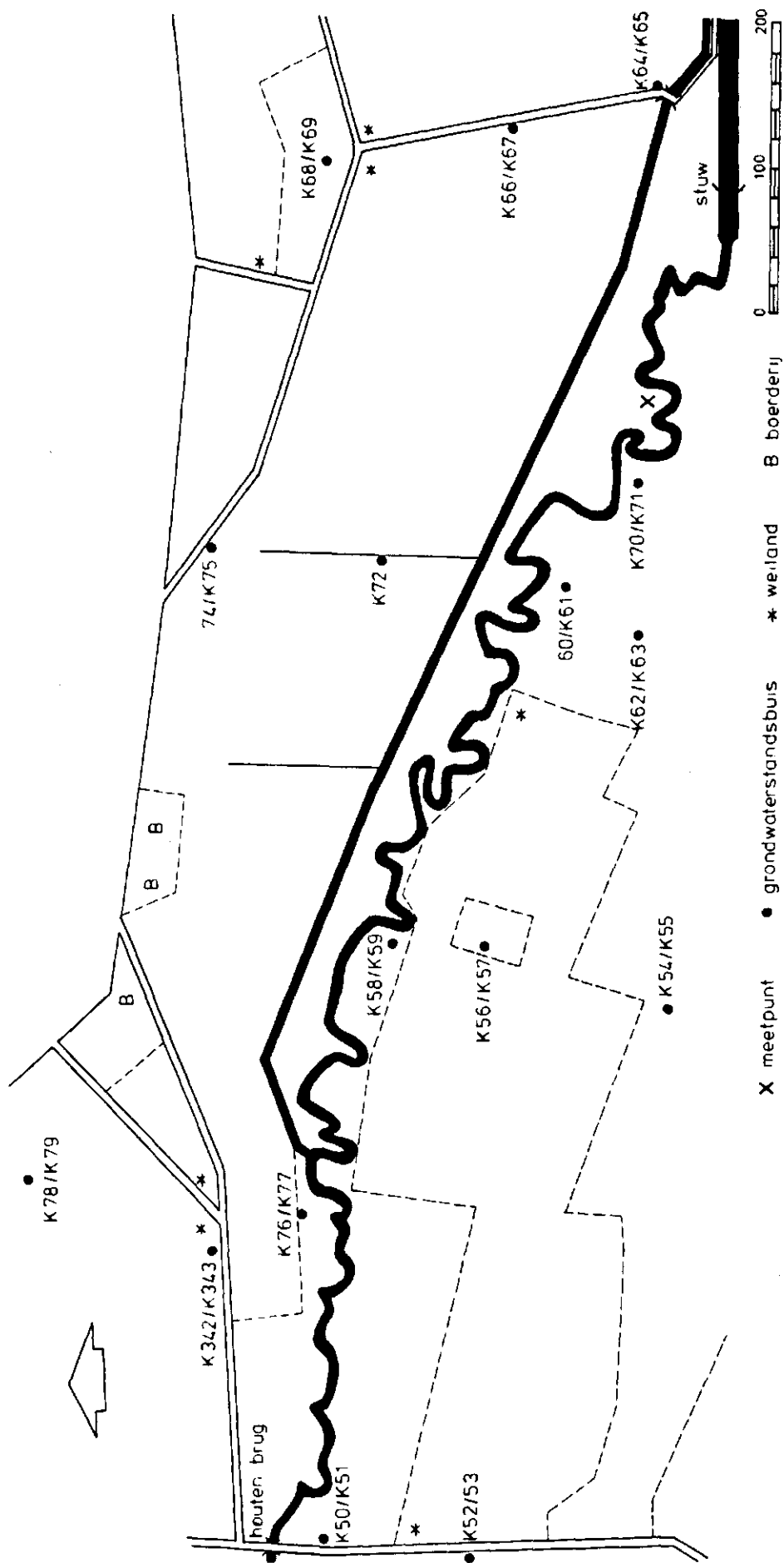


fig. 27. Overzichtskaart van het natuurreservaat 'De Berken'.

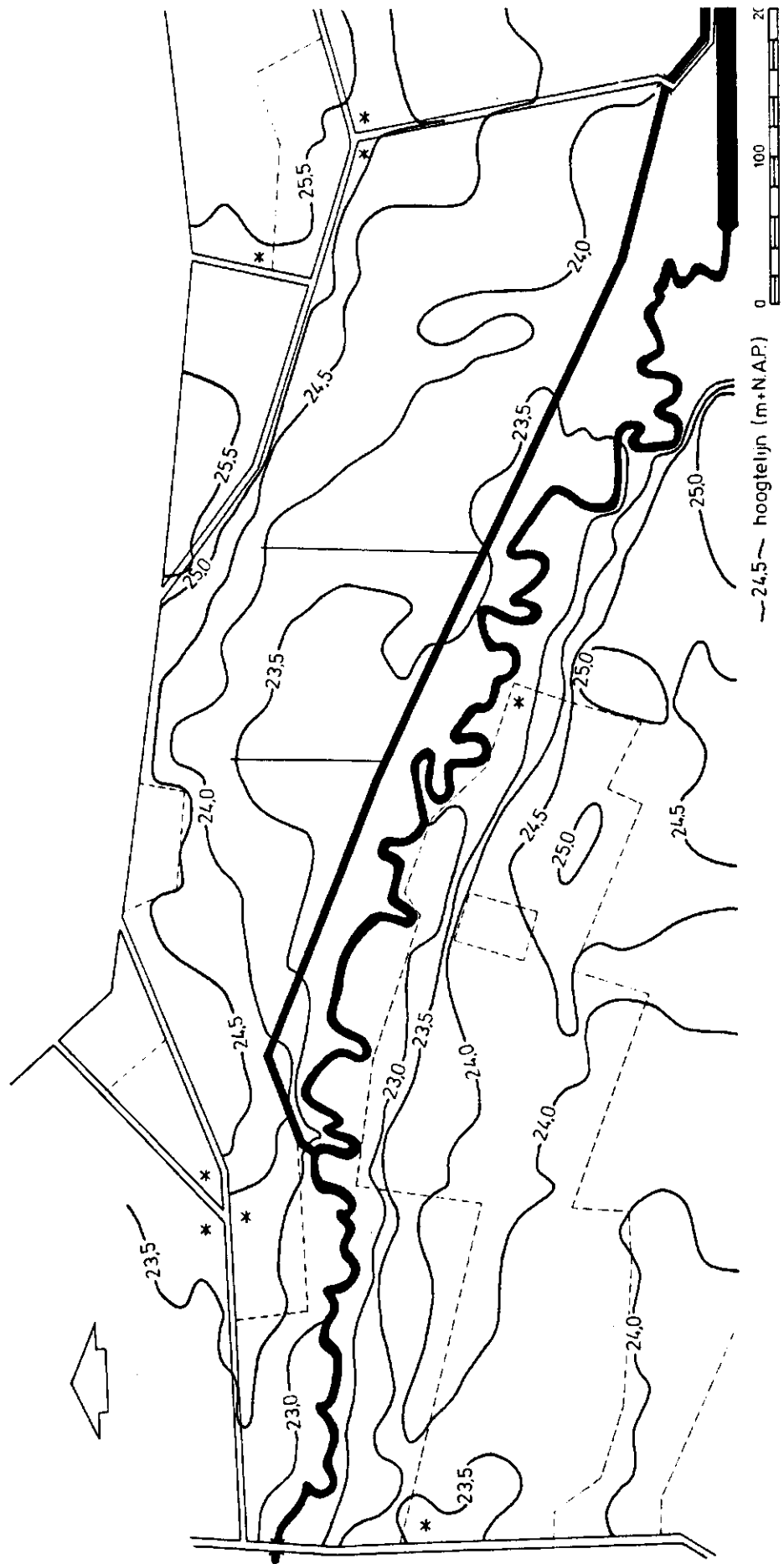


fig. 28. Hoogtelijnenkaart van het natuurreserveaat 'De Berken'.

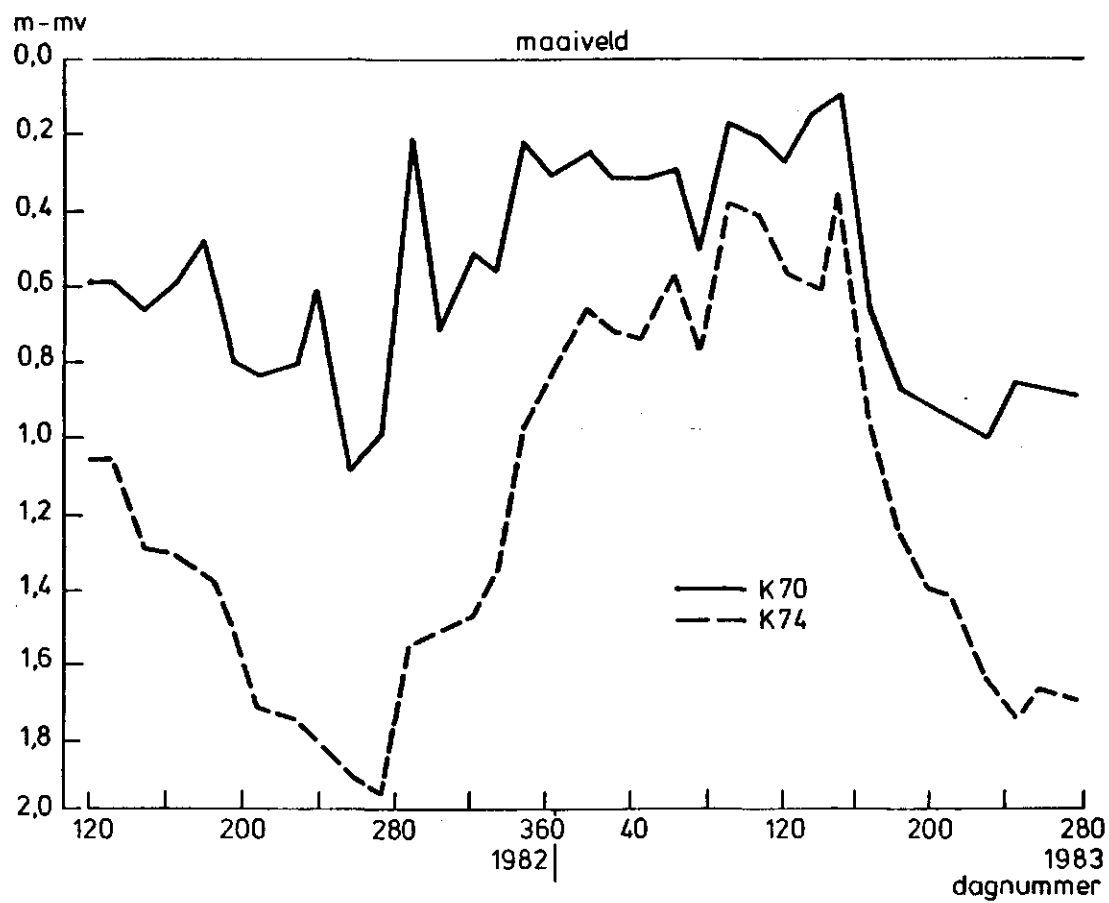


fig. 29. Tijd-stijghoogtelijnen van buis K 74 en K 70 in het natuurreservaat 'De Berken'.

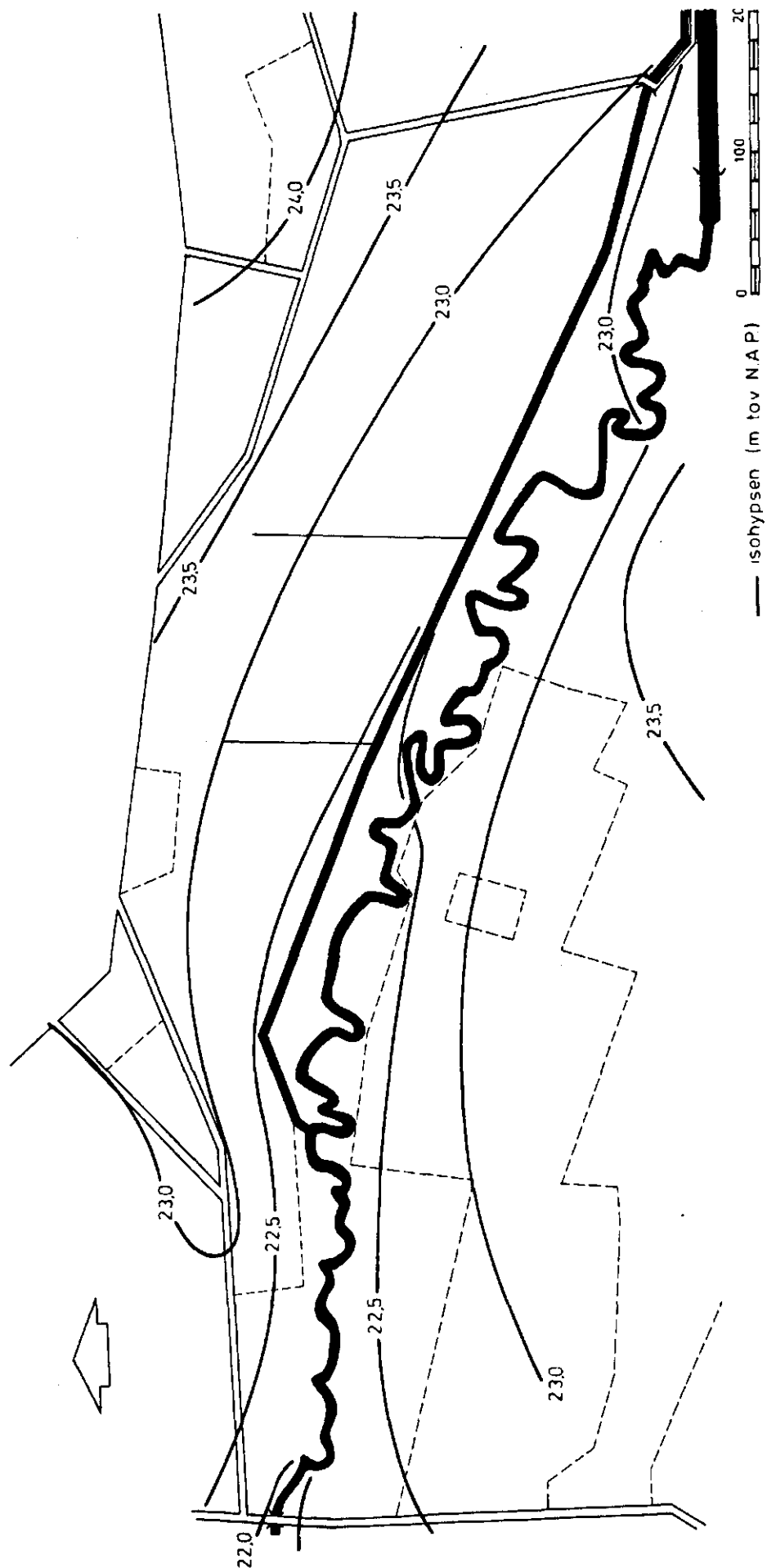


fig. 30. Gemiddeld isohypsenbeeld van het freatisch grondwater van de zomer van 1982 van het natuurreservaat 'De Berken'.

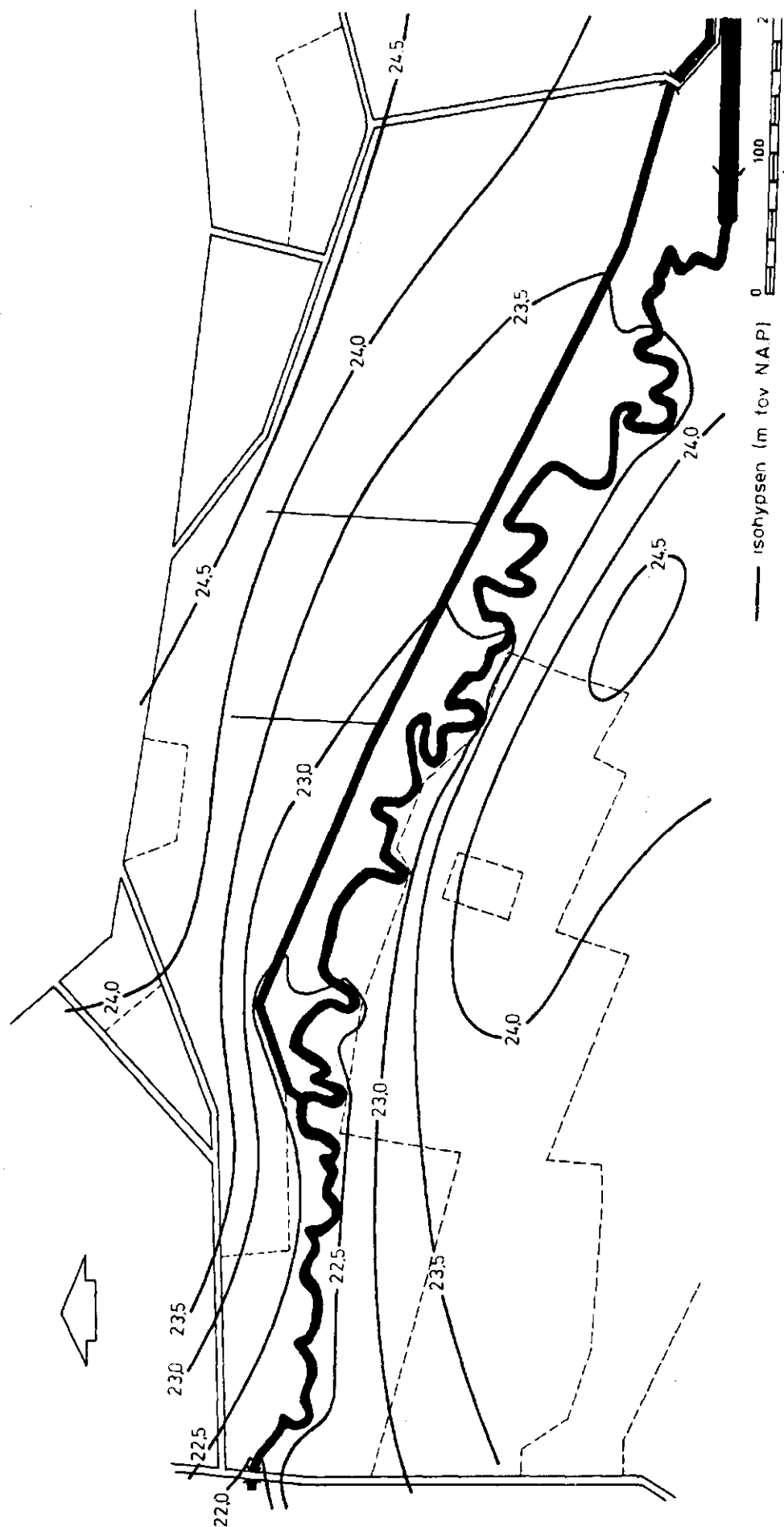


fig. 31. Isohypsens van het freatisch grondwater op 1 april 1983 van het natuurreserveaat 'De Berken'.

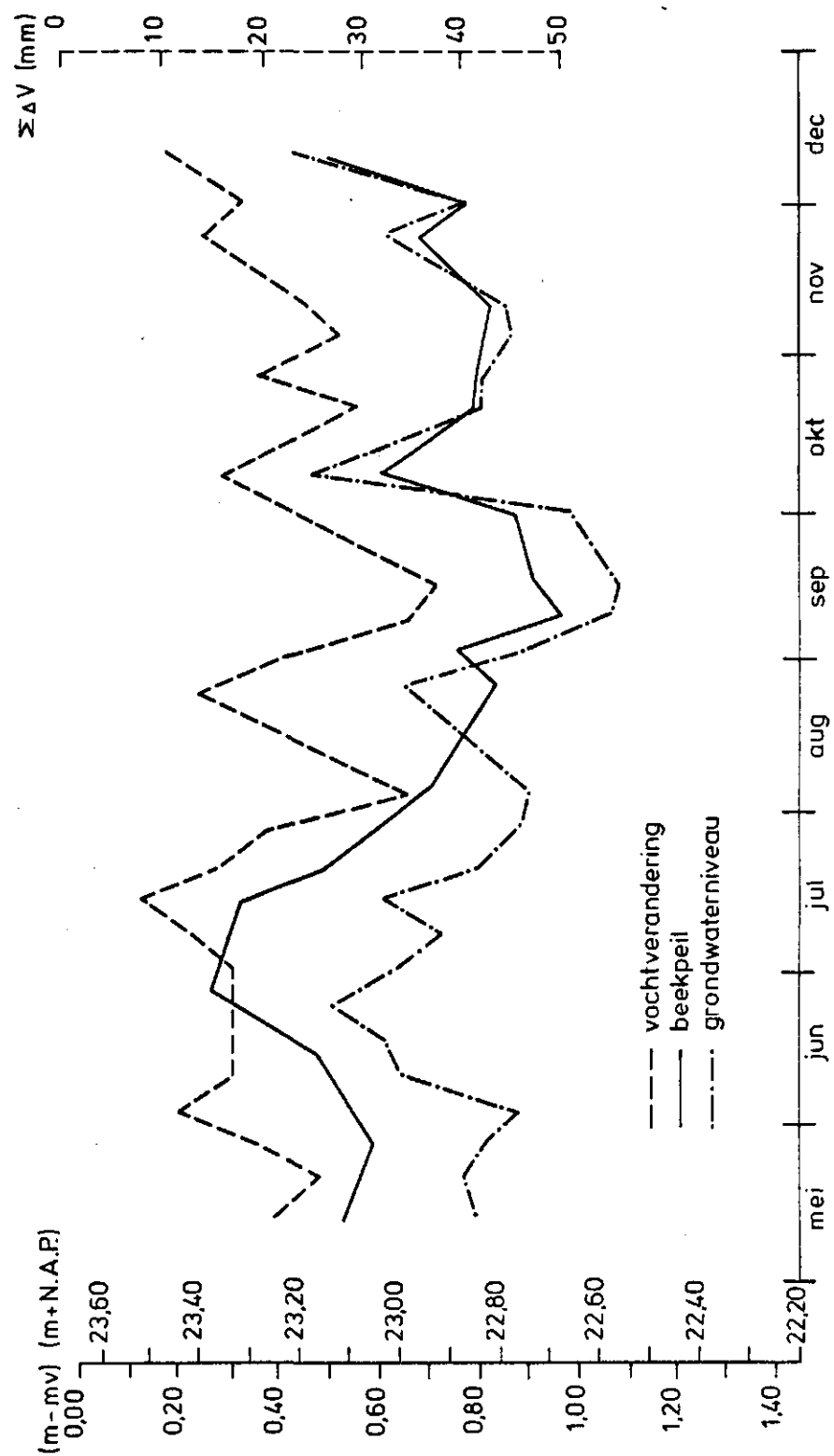


fig. 32. Verloop van het vochtgehalte in de onverzadigde zone, het grondwaterniveau en het beekpeil in een laag gelegen gedeelte van het natuurreservaat 'De Berken'.

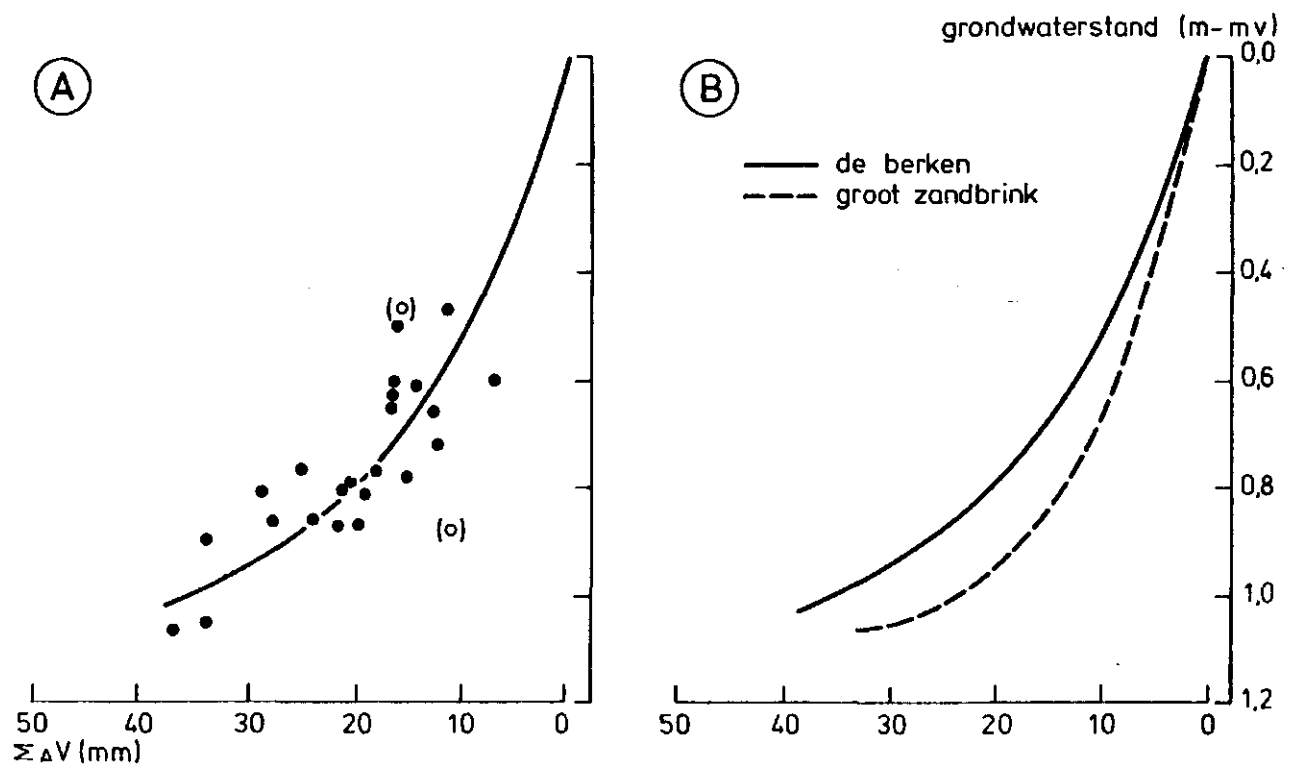


fig. 33. A. Relatie tussen de grondwaterstand en het vochtdeficiet in een laag gelegen gedeelte van het natuurreserveaat 'De Berken'.

B. Relatie tussen de grondwaterstand en het vochtdeficiet in een laag gelegen gedeelte van de natuurreservaten 'De Berken' en 'Groot Zandbrink'.