NOTA 1512 II

januari 1984

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

STARINGGEBOUW

DE GRONDWATERSTROMING IN HET GEBIED HACKFORT

ing. P.C. Jansen en drs. R.H. Kemmers

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 discussie van onderzoeksresultaten. 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

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0082 0684

ISN = 217000 - 02

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. BESCHRIJVING VAN HET GEBIED	1
3. DE OPBOUW VAN DE ONDERGROND	2
4. WERKWIJZE	3
5. ISOHYPSENKAARTEN VAN HET FREATISCH GRONDWATER	6
5.1. Zomer-isohypsenkaart van het freatisch grondwater	6
5.2. Winterisohypsenkaart van het freatisch grondwater	7
6. ISOHYPSENKAARTEN VAN HET DIEPE GRONDWATER	8
6.1. Zomer-isohypsenkaart van het diepe grondwater	8
6.2. Winterisohypsenkaart van het diepe grondwater	9
7. VERTICALE GRONDWATERBEWEGING	10
8. DE RELATIE TUSSEN DE WATERHUISHOUDING EN HALF-NATUURLIJKE VEGETATIE-TYPEN	12
9. SAMENVATTING	14
10. LITERATUUR	16

Tabel 1. Indeling van de grondwatertrappen en de grondwaterstanden die theoretisch gezien op de overgang tussen twee grondwatertrappen voorkomen in het gebied Hackfort.

Grondwatertrap.	II		III		V		VI		VII
Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in cm beneden maaiveld.	--	<40	<40	<40	<40	40	40-80	80	>80
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in cm beneden maaiveld.	50-80	80	80-120	120	>120	>120	>120	>120	--

Voor een nadere bestudering van het grondwaterregime zijn in een drietal noord-zuid geprojecteerde raaien grondwaterstandsbuizen geplaatst. De lokaties van de buizen en van de raaien zijn in figuur 2 aangegeven. In het totaal zijn 48 buizen in raaien en een tweetal solitaire buizen in het westen van het gebied geplaatst. Verder bevond zich even ten zuiden van Vorden een zgn. landbouwbuis van de Dienst grondwaterverkenning van TNO. Alle buizen zijn over de hele lengte geperforeerd. De lengte van de buizen varieert van ongeveer 2 meter op relatief laaggelegen gedeeltes tot meer dan 3 meter op een hoge kamp.

Behalve deze buizen met een filterdiepte van enkele meters staat er één buis in het gebied met een filter in de diepere ondergrond. Van deze buis en van een aantal vergelijkbare buizen in de omgeving van het gebied kon via de Dienst grondwaterverkenning van TNO over meetgegevens worden beschikt. De lengte van deze buizen bedraagt ongeveer 30 meter.

Verder zijn er bij een aantal stuwen peilschalen aanwezig waarop het beekpeil boven- en benedenstrooms van de stuw in meters ten opzichte van N.A.P. kan worden afgelezen.

Tot slot is gebruik gemaakt van een hoogtecijferkaart van het gebied met een schaal van 1:10 000. Hiermee is een hoogtelijnenkaart samengesteld die in figuur 1 staat afgebeeld.

De meeste gegevens waren beschikbaar op kaarten met een schaal van 1:10 000. Deze schaal is eveneens aangehouden voor de constructie van de isohypsenkaarten en van de kaarten waarop de potentiaalverschillen tussen het diepe en het ondiepe grondwater staan aangegeven. Voor de constructie van de isohypsenkaarten zijn de raaien A, B en C die in figuur 2 staan aangegeven overgebracht op de hoogtelijnenkaart, waarna er dwarsraaien ten opzichte van N.A.P. konden worden getekend. In deze doorsneden zijn de grondwaterstandsbuizen opgenomen. Op de gewenste datum kan de grondwaterstand bij de betreffende buis worden ingetekend. De beekpeilen zijn door interpolatie van de peilen bij de stuwen eveneens bekend. Door de punten te verbinden ontstaat een vrij nauwkeurig beeld van de grondwaterstand op de betreffende datum in de betreffende raai.

In de hierboven beschreven methode over het gebruik van de grondwatertrappen bij het vaststellen van de isohypsenkaarten heeft slechts een ondersteunend karakter in twijfelgevallen. Met name met het samenstellen van een isohypsenkaart voor een droge periode kon van deze methode geen gebruik worden gemaakt als gevolg van te grote afwijkingen ten opzichte van de gemeten waarden.

Ter illustratie zijn van de raaien A, B en C de dwarsdoorsneden in figuur 3 opgenomen. Hierin zijn tevens de grondwaterstanden getekend die voor de beide isohypsenkaarten gebruikt zijn.
Behalve deze drie raaien zijn er ook nog vijf oost-west en vier noord-zuid lopende raaien verspreid over het gebied getekend en op dezelfde wijze als de raaien A, B en C verwerkt. Weliswaar zijn er in deze raaien geen reeksen grondwaterstandsbuizen opgenomen, maar op snijpunten met reeds getekende doorsneden, met beken of met verspreide buizen kan toch een redelijk beeld van het verloop van het grondwater worden verkregen.

De hoogte van het grondwater wordt van de doorsneden overgebracht op een kaart, waarna de isohypsen kunnen worden getekend.

Voor de constructie van de kaarten met potentiaalverschillen tussen diep en ondiep grondwater is voor een groot aantal punten in het gebied het verschil tussen de stijghoogte van het diepe en van het ondiepe grondwater op een kaart uitgezet, waarna de lijnen met gelijke stijghoogteverschillen konden worden ingetekend. Voor de on-

diepe grondwaterstanden zijn de beide isohypsenkaarten gebruikt. Voor de stijghoogtes van het diepe grondwater zijn kaarten geconstrueerd voor ongeveer dezelfde data als waarvoor de isohypsenkaarten van het ondiepe grondwater zijn samengesteld. Dit is gedaan aan de hand van de gegevens van de diepe buizen die om en in de omgeving van het gebied staan. Hierbij is het niet nodig om van dwarsdoorsneden gebruik te maken, omdat het verloop van de stijghoogte in de diepere ondergrond veel minder afhankelijk is van de lokale topografie.

5. ISOHYPSENKAARTEN VAN HET FREATISCH GRONDWATER

5.1. Zomer-isohypsenkaart van het freatisch grondwater

In de eerste week van september 1983 werden de laagste grondwaterstanden van dat jaar bereikt. Met de standen die op 8 september gemeten zijn, is een isohypsenbeeld van het freatisch grondwater samengesteld (fig. 4). In deze periode voerden de beken geen water af. In de stuwpanden van de Baakse Beek en van de Veengoot stond het water beneden de stuwhoogte. De andere beken in het gebied stonden droog of nagenoeg droog.

Uit het isohypsenbeeld komt naar voren, dat het grondwater aan het einde van een droge zomer vrij gelijkmatig afhelt in westelijke richting. De hoogte varieert van bijna 10 m tot bijna 6,5 m + N.A.P. Dit verval van 3,5 m wordt bereikt over een afstand van 3,5 km, zodat het verhang $\frac{3,5}{3500}$ = 1/1 000 bedraagt.

De bocht in de 8 m isohypse bij het kasteel Hackfort werd waarschijnlijk veroorzaakt door de forse onttrekking van grondwater door het oude loofbos dat rond het kasteel is gelegen. Hoewel er over de stuwen in de Baakse Beek en in de Veengoot geen water werd afgevoerd, had het peil in de stuwpanden toch enige invloed op het isohypsenpatroon. Benedenstrooms van een stuw had de beek over een zekere lengte een drainerende werking. Aan de andere kant van het stuwpand had de beek bovenstrooms van de volgende stuw over een zekere lengte een infiltrerende werking. In het studiegebied kwam deze invloed tot uiting in een afwijkende ligging van de isohypsen bij de meest boven-

strooms gelegen stuw in de Veengoot en bij een net buiten het studiegebied gelegen stuw in de Baakse Beek. Bij deze laatste stuw begint ook het Groene Kanaal. Het peil in dit kanaal bedroeg begin september 7.25 m + N.A.P., zodat hier ook een infiltrerende werking ten opzichte van de omgeving van uitging.

Bij deze isohypsenkaart dient opgemerkt te worden dat hier de situatie weergegeven is van de droogste periode van een erg droge zomer. In een gemiddelde zomersituatie zal het grondwater enkele decimeters hoger staan, terwijl de ontwaterende functie van de beken mogelijk nog (ten dele) zichtbaar zal zijn en lokale opbollingen van het maaiveld nog enige invloed zou kunnen hebben op het verloop van het freatisch vlak.

5.2. Winterisohypsenkaart van het freatisch grondwater

Voor de samenstelling van een isohypsenkaart van het freatisch grondwater in een natte periode is gebruik gemaakt van peilgegevens van 1 februari 1984. In de voorgaande maand januari had het vrijwel iedere dag geregend. Gedurende de twee dagen die aan de peildatum voorafgingen regende het weinig, waardoor het grondwater wat kon uitzakken. Dit blijkt ook uit figuur 3, waar in de drie dwarsdoorsnede de grondwaterstand van 2 februari 1984 is ingetekend. Lokale opbollingen van het terrein blijken vrijwel nergens van invloed te zijn op het verloop van het freatisch vlak. Een diep beekpeil heeft daarentegen wel een grote invloed op het grondwaterniveau. Een en ander duidt op een goede doorlatendheid van de grond en op een geringe drainageweerstand.

De isohypsenkaart die met behulp van de peilgegevens getekend is, staat afgebeeld in figuur 5. Van de veengoot blijkt bovenstrooms van de stuwen een duidelijke infiltrerende werking en benedenstrooms van de stuwen een duidelijke drainerende werking uit te gaan. De Baaksche Beek bleek tot voorbij het kasteel Hackfort drainerend te werken. Het verval in deze beek bedraagt bij een bij het kasteel gelegen watermolen ongeveer 30 cm. In de rest van het studiegebied komen in deze beek geen stuwen voor en is het verhang vrij gelijkmatig.

Voor zover kon worden nagegaan functioneerde de detailontwatering in het grootste gedeelte van het gebied goed. De lokale effecten hiervan zijn niet in fig. 5 aangegeven. In het noorden van het studiegebied had de Vierakkersche Laak een sterke ontwaterende invloed op de omgeving. Dit is duidelijk zichtbaar aan het isohypsenpatroon.

In het gebied waar de Baaksche Beek, de Veengoot en het Groene Kanaal samenkomen waren enkele weilanden geïnundeerd. De grote wateraanvoer vanuit het bovenstroomsgelegen stroomgebied van met name de veengoot zorgde voor een tijdelijk water bezwaar. Hoewel de toegang tot het Groene Kanaal geheel geopend was, bleek de afvoercapaciteit van dit kanaal onvoldoende, mede als gevolg van een vrij hoog peil van de IJssel. Dit had tot gevolg dat er van het Groene Kanaal en van een gedeelte van de Baaksche Beek en van de Veengoot een infiltrerende werking uitging.

6. ISOHYPSENKAARTEN VAN HET DIEPE GRONDWATER

6.1. Zomerisohypsenkaart van het diepe grondwater

De zomerisohypsenkaart van het diepe grondwater is samengesteld voor dezelfde datum als de zomerisohypsenkaart van het freatisch grondwater, namelijk voor 8 september 1983. Daartoe moesten een aantal gegevens door middel van interpolatie uit bekende peilgegevens berekend worden.

Het isohypsenbeeld dat op deze wijze verkregen is, staat afgebeeld in figuur 6. Door het geringe aantal lokaties waar het diepe peil gemeten wordt, kon geen nauwkeuriger beeld worden verkregen. Voor de droge zomersituatie is dit van minder belang omdat de grote beken nauwelijks of geen drainerende werking hebben en de potentiaal van het diepe grondwater daardoor eveneens nauwelijks zal beïnvloeden. In principe is dit wel mogelijk. Hierop wordt in hoofdstuk 6.2. nader ingegaan. De potentiaal van het diepe grondwater bedroeg op 8 september 1982 in het oosten van het gebied 9,5 m en in het westen van het gebied ruim 6,5 m + N.A.P. In de richting van de meer naar het westen gelegen IJsseldal neemt het verhang van de potentiaal van

het diepe grondwater toe.

6.2. Winterisohypsenkaart van het diepe grondwater

De winterisohypsenkaart van het ondiepe grondwater is samengesteld uit gegevens die op 1 februari 1984 zijn verzameld. De peilgegevens van het diepe grondwater waren voor die datum echter nog niet beschikbaar. Om voor dat tijdstip toch over een zo goed mogelijk isohypsenbeeld van het diepe grondwater te kunnen beschikken, zijn de peilgegevens van het freatisch grondwater die naast de stijgbuis voor het diepe grondwater in het studiegebied worden waargenomen vergeleken met de peilgegevens van het freatisch grondwater van de in raaien geplaatste buizen. Op grond hiervan kon worden gekozen uit peilgegevens van de eerste vijf maanden van 1983. Het beperkte aantal beschikbare gegevens maakte dat er geen nadere tijdsaanduiding kon worden gegeven. Van een aantal diepe buizen waren slechts een paar metingen beschikbaar, zodat de keuze verder beperkt werd. Uiteindelijk is voor zover mogelijk gekozen voor de waarnemingen die op 14 februari 1983 gedaan zijn. Enerzijds zijn dit gegevens van een vrij natte wintersituatie en anderzijds komt het tijdstip overeen met de isohypsenkaart van het freatisch grondwater, zij het dat er een jaar tussen ligt. Van de diepe buizen die op 14 februari 1983 niet gepeild zijn, zijn de gegevens door interpolatie verkregen.

Het isohypsenbeeld dat met de hierboven beschreven gegevens voor het diepe grondwater in een vrij natte wintersituatie kon worden samengesteld, is afgebeeld in figuur 7. Voor het doel van dit onderzoek kan met deze isohypsenkaart worden volstaan. Verder mag er aan dit figuur geen absolute waarde worden toegekend.

In navolging van de isohypsenkaart van het diepe grondwater op 28 april 1966 van de Achterhoek (ERNST, e.a. 1970), is bij de grootste beken in het studiegebied, de Baaksche Beek en de Veengoot, verondersteld dat de drainerende c.q. infiltrerende werking van deze beken invloed heeft op het isohypsenpatroon van het diepe grondwater in het winterhalfjaar. Het watervoerende pakket begint in feite bij het maaiveld en gaat tot grote diepte door. Daardoor ontstaat een verticale en radiale stroming die de in figuur 7 aangegeven in-

vloed op het isohypsenpatroon heeft.

Vergeleken met de zomer-isohypsenkaart van het diepe grondwater (fig. 6) valt op dat de potentiaal 's winters ongeveer 0,75 m hoger is, terwijl het verval tussen de west en de oostgrens van het studiegebied een halve meter meer bedraagt.

7. VERTIKALE GRONDWATERBEWEGING

Potentiaalverschillen tussen het diepe en het ondiepe grondwater geven aan waar een opwaartse en waar een neerwaarts gerichte grondwaterstroming optreedt. Een positief verschil duidt op een opwaartse stroming ofwel kwel en een negatief verschil duidt op een neerwaartse stroming ofwel infiltratie.

Voor het gebied rond het kasteel Hackfort zijn de zomer- en winterisohypsenkaarten van het diepe en van het ondiepe grondwater (figuren 4 t/m 7) gebruikt om voor 8 september 1983 en voor 1 februari 1984 kaarten samen te stellen waarop de potentiaalverschillen tussen het diepe en het ondiepe grondwater staan aangegeven. Deze kaarten zijn in de figuren 8 en 9 afgebeeld.

Op 8 september 1983 was er een negatief potentiaalverschil rond de Baaksche Beek en de Veengoot. In tegenstelling tot de omgeving was er in de direkte omgeving van het kasteel een positief potentiaalverschil. Aan de noord- en aan de zuidkant van het gebied is het potentiaalverschil eveneens positief. Dit bedraagt plaatselijk meer dan 0,25 m.

De grootte van de kwel of infiltratie hangt niet alleen af van de grootte van het potentiaalverschil, maar evenzeer van de weerstand van de laag waartussen het potentiaalverschil optreedt. Deze weerstand is onbekend, maar aangenomen mag worden, dat, gezien de opbouw van de ondergrond, hier lokale verschillen in voorkomen.

De kaart met het potentiaalverschil tussen diep en ondiep grondwater in een natte wintersituatie (fig. 9) geeft een min of meer gelijk beeld te zien. Op plekken waar de drainerende werking van de beken groot is door een relatief laag beekpeil, is het potentiaalverschil met het diepe grondwater positief. Dit betreft een gedeelte van de Baaksche Beek in de buurt van Vorden en het gebied bij de

Vierakkersche Laak. Bij de Veengoot werd slechts in een klein gebiedje benedenstrooms van een stuw een positief verschil aangetoond. Door het in hoofdstuk 5.2. gesignaleerde waterbezwaar was er in het gebied rond het Groene Kanaal en rond de benedenstroomse gedeeltes van de Baaksche Beek en de Veengoot een negatief potentiaalverschil. Behalve bovenstrooms van een stuw in de Veengoot is in de rest van het gebied het negatieve potentiaalverchil hooguit 0,50 cm.

Voor de isohypsenkaart van het freatisch grondwater zijn de gegevens gebruikt die vrij snel na een erg natte periode verzameld zijn. In een evenwichtige (natte) situatie zal de potentiaal van het diepe grondwater nauwelijks veranderen, terwijl de infiltrerende invloed van het waterbezwaar rond het Groene Kanaal zal zijn afgenomen of verdwenen. Door een zekere daling van het grondwater zal ook in de rest van het gebied het negatieve potentiaalverschil afnemen of verdwijnen. Hiermee zou een beter beeld verkregen worden van een situatie die in een winterperiode meerdere malen wordt bereikt of benaderd.

Door Ernst en andere (1970) werd voor een groot gedeelte van de Achterhoek het potentiaalverschil tussen diep en ondiep grondwater vastgelegd. Dit is gedaan aan de hand van peilgegevens die op 7 november 1968 in 58 peilputten zijn waargenomen. De grens tussen een positief en een negatief verschil liep van noordwest naar zuidoost over het studiegebied, waarbij aan de westzijde van deze lijn het verschil positief was. Afgezien van de afwijkende datum komt deze grove grens niet overeen met het gedetaileerde beeld zoals dat voor een natte wintersituatie in figuur 9 is afgebeeld. Dit verschil wordt veroorzaakt door de verschillende wijze waarop de kaarten met de potentiaalverschillen zijn samengesteld. Voor het figuur uit de bovengenoemde publicatie is gebruik gemaakt van het potentiaalverschil tussen het freatisch en het diepe grondwater dat in één peilput in twee verschillende stijgbuizen werd waargenomen. De gevolgde werkwijze voor de samenstelling van figuur 9 is eerder in deze nota behandeld. In een paar peilputten waarvan de gegevens voor de isohypsenkaarten van het diepe grondwater gebruikt zijn, wordt tevens de hoogte van het freatisch grondwater gemeten. De potentiaalverschillen hiertussen zijn het hele jaar door constant en bedragen hooguit 2 cm. Dit lijkt echter onwaarschijnlijk, daar de tussen het diepe

en het ondiepe filter gelegen zandlaag altijd een zekere weerstand heeft. Als dan bijvoorbeeld de bodem op veldcapaciteit is, zal het freatisch grondwater na een regenbui sneller stijgen dan de potentiaal van het diepe grondwater.

Verder werd in de publicatie van Ernst voor ieder vierkant met een zijde van 2000 m van een denkbeeldig grid dat het grootste gedeelte van de Achterhoek besloeg de netto in- of uitstroming van grondwater berekend aan de hand van een isohypsenkaart van april 1966. Het bleek dat in de strook tussen Vorden en het ten zuid-westen daarvan gelegen Baak een netto instroming van 1-2 $mm.etm^{-1}$ plaats vond. Deze strook beslaat het grootste gedeelte van het studiegebied. Naar het noord-westen en het zuid-oosten neemt deze instroming af. Aan de uiterste noordwest en zuidoostgrens vindt een netto uitstroming plaats. De relatief grote toestroming wordt toegeschreven aan de centrale ligging van het gebied in het pleistocene zandbekken van de Achterhoek, de relatief hoge grondwaterstanden en de grote dichtheid van (detail)ontwateringsmiddelen. Dit beeld komt niet goed overeen met de figuren 8 en 9. Deze beide figuren laten een verhoudingsgewijs gedetailleerd beeld zien van een erg droge en een erg natte periode. Mogelijk komt de situatie in een gemiddelde voorjaarsperiode beter overeen met de aangegeven netto in- en uitstroming.

8. DE RELATIE TUSSEN DE WATERHUISHOUDING EN HALF-NATUURLIJKE VEGETATIE-TYPEN

Aan de hand van de bewegingen en de niveau's van het grondwater zoals die in de voorgaande hoofdstukken zijn uitgewerkt, kunnen een aantal veronderstellingen worden gedaan wat betreft de relatie tussen de waterhuishouding en de vegetatie.

De zomer- en de winterisohypsenkaart van het freatisch grondwater kunnen worden gebruikt om in relatie met de hoogtelijnenkaart de grondwaterstanden ten opzichte van het maaiveld mee te bepalen. De plekken met relatief hoge grondwaterstanden op 8 september 1983 zijn in figuur 10 aangegeven.Hiervoor is een grens van 1,5 m beneden maai-

veld aangehouden. Aan deze waarde ligt de volgende gedachtengang ten grondslag: De aangegeven gebieden bestaan grotendeels uit beekeerd-, gooreerd- en lage veldpodzolgronden. Deze gronden bestaan veelal uit fijn zand. Volgens Jansen (1983) is bij een zekere leemhoudendheid van de zandgrond de vochtleverantie vaak voldoende om in een 10% droogte-jaar een grasachtige vegetatie potentieel te kunnen laten transpireren. Dit geldt echter niet als er tijdens het groeiseizoen water wegzijgt naar de ondergrond. Voor fijnzandige grond bedraagt de capillaire stijghoogte, inclusief een 20 cm dikke wortelzone, ongeveer 1,25 m (RIJTEMA, 1969). Hierbij is rekening gehouden met onttrekking van 3 à 4 $mm.etm^{-1}$ door een potentieel transpirerende vegetatie. Bij een grotere potentiële transpiratie door bijvoorbeeld een hoge vegetatie zal de capillaire stijghoogte kleiner zijn, maar dit wordt veelal gecompenseerd door een dikkere wortelzone. De waarde van 1,25 m is op 1,50 m afgerond, daar de zomer van 1983 droger was dan een 10% droogte jaar en er ook onder grondwater afhankelijke vegetatie typen tijdelijk vochttekorten op zullen zijn getreden. Op grond van de bovengenoemde criteria kan worden gesteld dat er in de gebieden die in figuur 10 staan aangegeven gunstige omstandigheden aanwezig zijn voor grondwater afhankelijke vegetatietypen. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden in natte gebieden waar zomers geen regionale kwelstroom optreedt en in natte gebieden waar dit wel het geval is. In de eerste gebieden zullen eventuele grondwaterafhankelijke vegetaties soms te lijden hebben van droogte, terwijl dergelijke vegetatietypen in natte gebieden met kwel hier in de meeste gevallen geen last van zullen hebben (JANSEN, 1983).

Het onderscheidt tussen gebieden met kwel en met infiltratie is gemaakt op grond van de potentiaalverschillenkaarten van de figuren 8 en 9 en is eveneens in figuur 10 aangegeven. Hiermee is tevens aangegeven waar vegetatietypen mogen worden verwacht die al dan niet afhankelijk zijn van de relatief grote hoeveelheid voedingszouten die door het kwelwater worden aangevoerd. Hiervan is met name calcium een belangrijke parameter (KEMMERS, 1983). In hoofdstuk 7 kwam ter sprake dat de gebieden waar in een gemiddelde wintersituatie een positief potentiaalverschil aanwezig is, aanzienlijk groter zullen zijn.

Er mag worden verwacht dat er in de gebieden waar 's winters kwel

optreedt een relatief groot gedeelte van het kwelwater tezamen met het neerslagoverschot wordt afgevoerd. Dit in tegenstelling tot de gebieden waar zomers kwel optreedt. De afvoer is dan relatief gering als gevolg van een neerslagtekort.

In figuur 10 kan geen onderscheid gemaakt worden in gebieden met een bodem met sterk afwijkende capillaire eigenschappen. Dit geldt zowel voor de 'natte' als voor de 'droge' gebieden. Verder is het mogelijk dat er in een aantal 'droge' gebieden als gevolg van een daling van het freatisch grondwater nog wel relicten van grondwaterafhankelijke vegetatietypen kunnen worden aangetroffen. De gemiddelde grondwaterstand in de T.N.O.-buis bij Vorden is tussen de perioden 1953-1970 en 1972-1982 ruim 20 cm gedaald (zie figuur 11) met uitzondering van de zomermaanden is deze daling vrij constant.

De mogelijkheid bestaat dat er ook veranderingen in de vertikale stroming van het grondwater zijn opgetreden, zonder dat dit direkt merkbaar is aan de samenstelling van de vegetatie. In beekdalen betreft dit meestal een afname van de kwel als gevolg van een relatieve afname van de potentiaal van het diepe grondwater ten opzichte van het freatisch vlak. Het is dan bijvoorbeeld goed mogelijk dat er met name in nog natte gebieden waar infiltratie wordt geconstateerd nog veel voedingszouten in de bodem en in het grondwater aanwezig zijn die in het verleden door kwelwater zijn aangevoerd. Indien dit het geval is, zal er op den duur echter een steeds minder stabiele situatie ontstaan door dat de voedingszouten gaan uitspoelen.

Tot slot dient aangegeven te worden dat naast de hierboven genoemde veranderingen in de waterhuishouding die al dan niet plaats hebben gevonden, de juistheid van figuur 10 afhangt van de nauwkeurigheid van de hoogtelijnenkaart en de isohypsenkaarten van het diepe en van het ondiepe grondwater. Gesteld kan worden dat met name voor de constructie van de isohypsenkaarten van het diepe grondwater het aantal waarnemingspunten gering was.

9. SAMENVATTING

De Commissie Onderzoek Aangepaste Landbouw (COAL) heeft het gebied Hackfort bij Vorden aangewezen als studiegebied voor het onderzoek

naar de gevolgen van aangepaste bedrijfsvoering voor de landbouweconomie in een natuurwetenschappelijk waardevol zandgebied. Een van de aspecten van deze studie betreft het onderzoek naar de stromingspatronen van het grondwater. Voor dit onderzoek waren een beperkte hoeveelheid tijd en gegevens beschikbaar.

De horizontale grondwaterbewegingen van zowel het freatisch als van het diepe grondwater zijn voor een erg droge periode in de zomer van 1983 en voor een natte periode in de winter van 1983/1984 vastgelegd in de vorm van een aantal isohypsenkaarten. Hieruit kon tevens de vertikale grondwaterbeweging worden afgeleid door de potentiaalverschillen tussen het diepe en het ondiepe grondwater te bepalen.

Het bleek dat de potentiaal van het diepe grondwater zowel zomers als 's winters vrij gelijkmatig afnam in de richting van het IJsseldal. Ditzelfde was ook het geval met het verloop van het freatische grondwater in de droge zomerperiode van 1983. Op de isohypsenkaart van het freatisch grondwater in de winterperiode zijn de gevolgen van grote hoeveelheden neerslag zichtbaar in de vorm van lokale opbollingen van het grondwater. De potentiaalverschillen tussen het diepe en het ondiepe grondwater geven voor de droge en voor de natte periode een opwaartse stroming in het noorden en in het zuiden van het studiegebied aan. In het tussenliggende gebied duidt het potentiaalverschil op een neerwaartse stroming van het grondwater.

Verder konden uit de gegevens de gebieden worden geselecteerd die zomers relatief nat zijn en waar grondwaterafhankelijke vegetatietypen mogen worden verwacht. Deze gebieden zijn in figuur 10 afgebeeld.

10. LITERATUUR

ICW

ERNST, L.F., N.A. DE RIDDER, J.J. de VRIES, 1970. A geohydrologic study of East Gelderland. Geologie en mijnbouw, Vol. 49 (6) pag. 457-488.

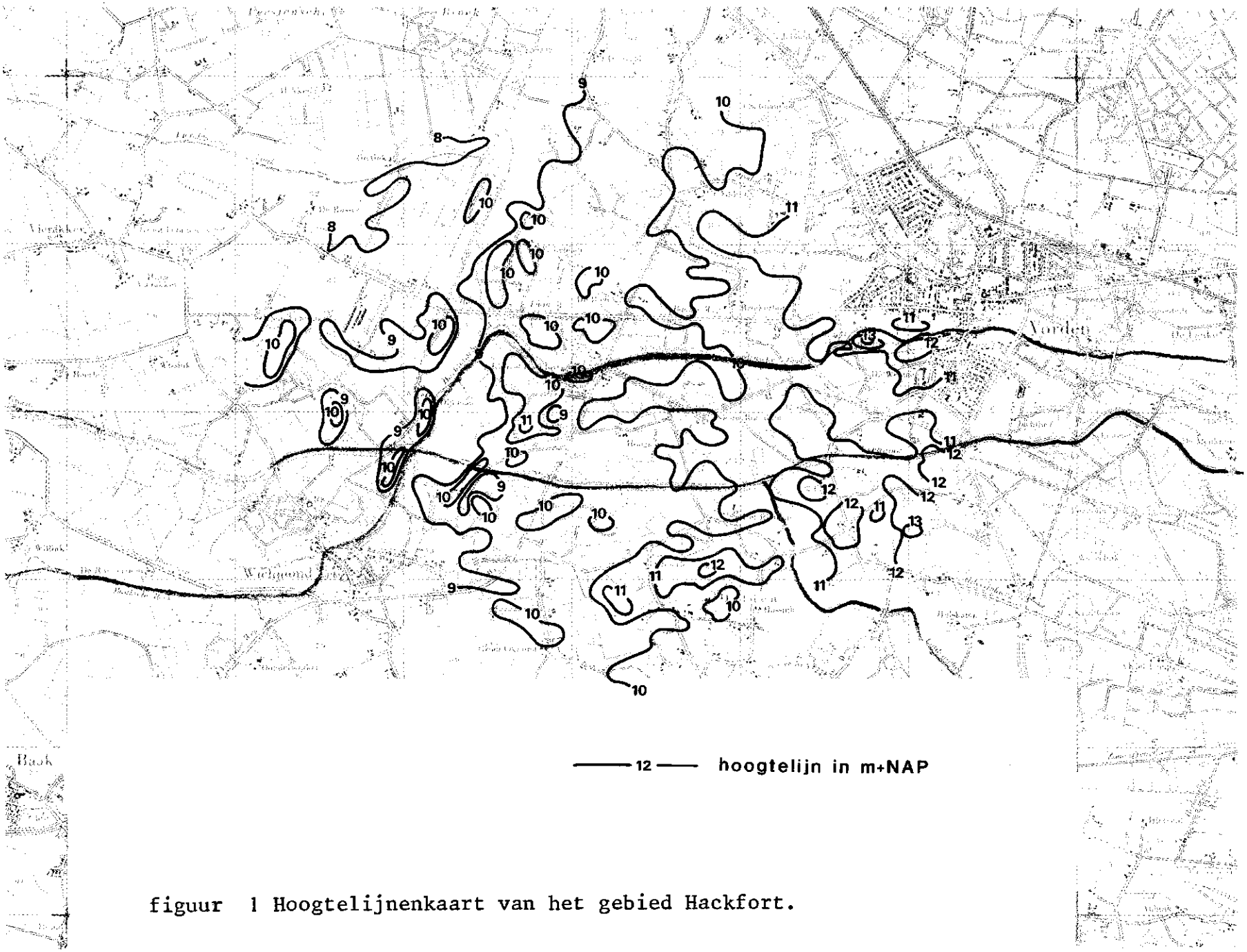
JANSEN, P.C., 1983. De gevolgen van veranderingen aan de waterhuishouding voor de vegetatie. Nota 1476, I.C.W. Wageningen.

KEMMERS, R.H., 1983. De kalkpotentiaal als relevante parameter voor natuurbeheer. Nota 1481, I.C.W., Wageningen.

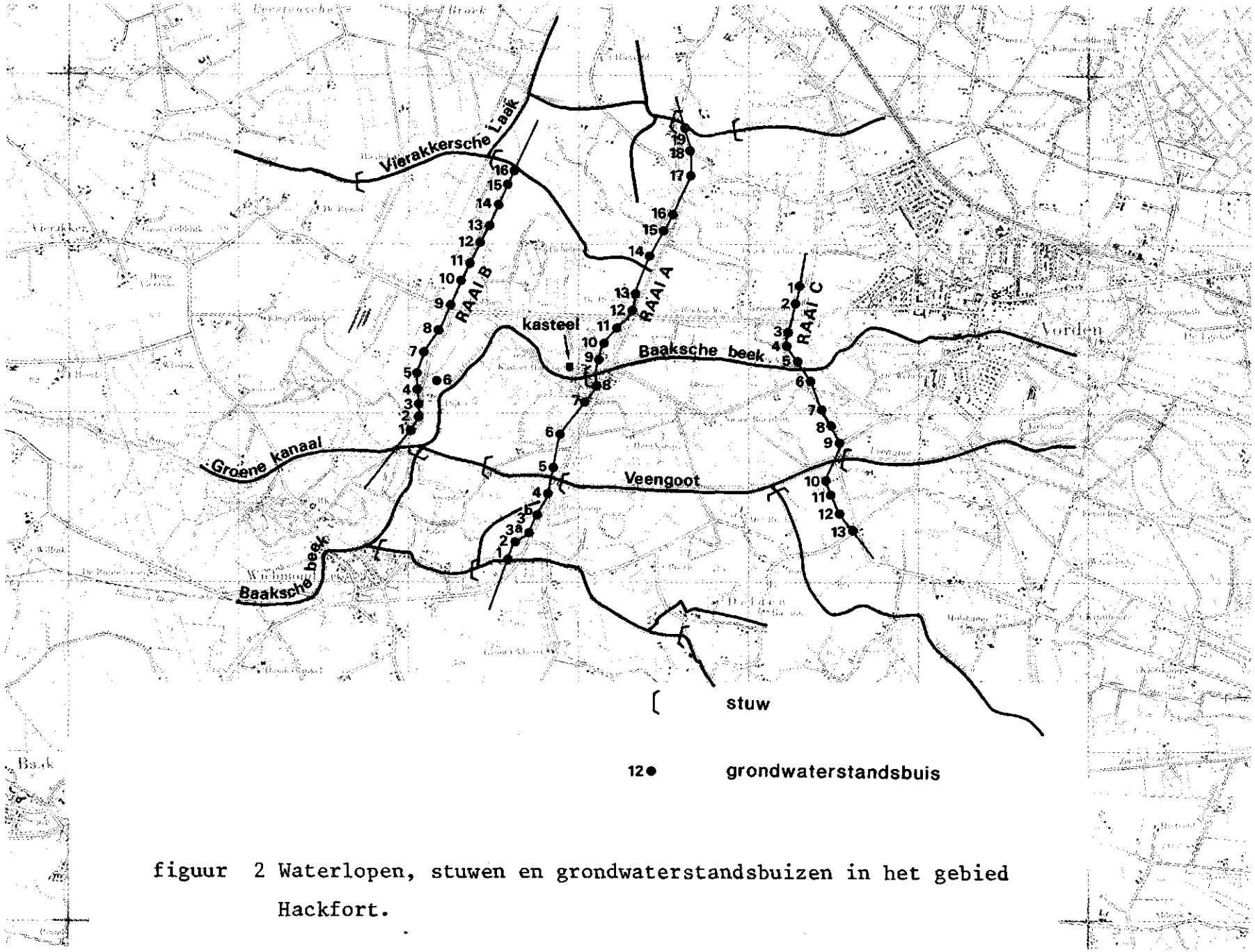
RIJTEMA, P.E., 1969. Soil moisture forecasting. Nota 513, I.C.W. Wageningen.

VOORT, W.J.M. v.d., 1984. De bodemgesteldheid van het gebied Hackfort. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen (in druk).

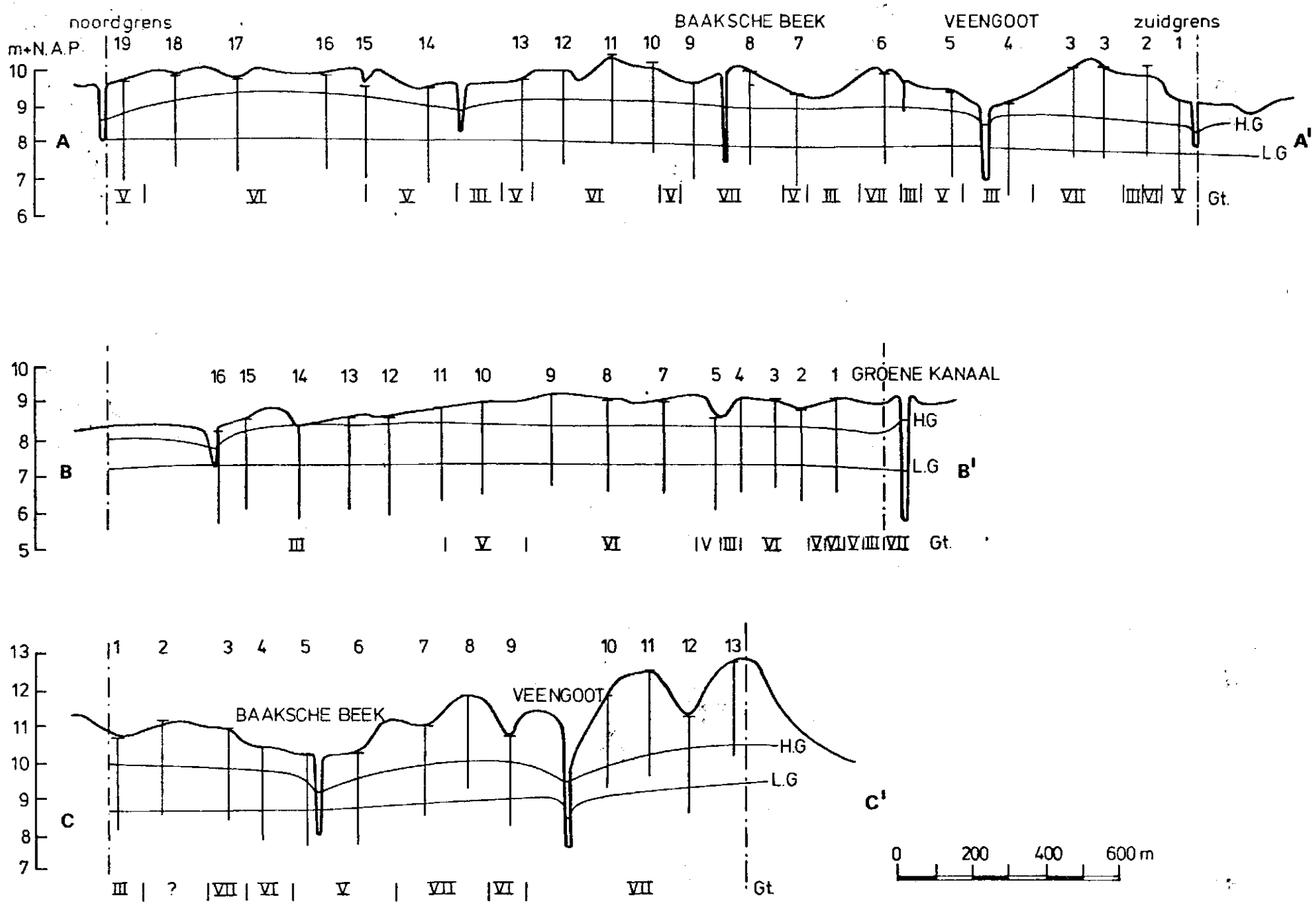
figuur 1 Hoogtelijnenkaart van het gebied Hackfort.
figuur 2 Waterlopen, stuwen en grondwaterstandsbuizen in het gebied Hackfort.
figuur 3 Dwarsdoorsneden van het gebied Hackfort.
figuur 4 Isohypsenkaart van het freatisch grondwater op 8 september 1983 in het gebied Hackfort.
figuur 5 Isohypsenkaart van het freatisch grondwater op 1 februari 1984 in het gebied Hackfort.
figuur 6 Isohypsenkaart van het diepe grondwater op 8 september 1983 in het gebied Hackfort.
figuur 7 Isohypsenkaart van het diepe grondwater op 14 februari 1983 in het gebied Hackfort.
figuur 8 Potentiaalverschillen tussen diep en ondiep grondwater op 8-09-1983 in het gebied Hackfort.
figuur 9 Potentiaalverschillen tussen diep en ondiep grondwater op 1-02-1984 in het gebied Hackfort.
figuur 10 Gebieden waar grondwaterafhankelijke vegetatietypen verwacht mogen worden al dan niet met kwelinvloed in het gebied Hackfort.
figuur 11 Verandering van de gemiddelde grondwaterstand (Δh) tussen de perioden 1952-1970 en 1972-1982.



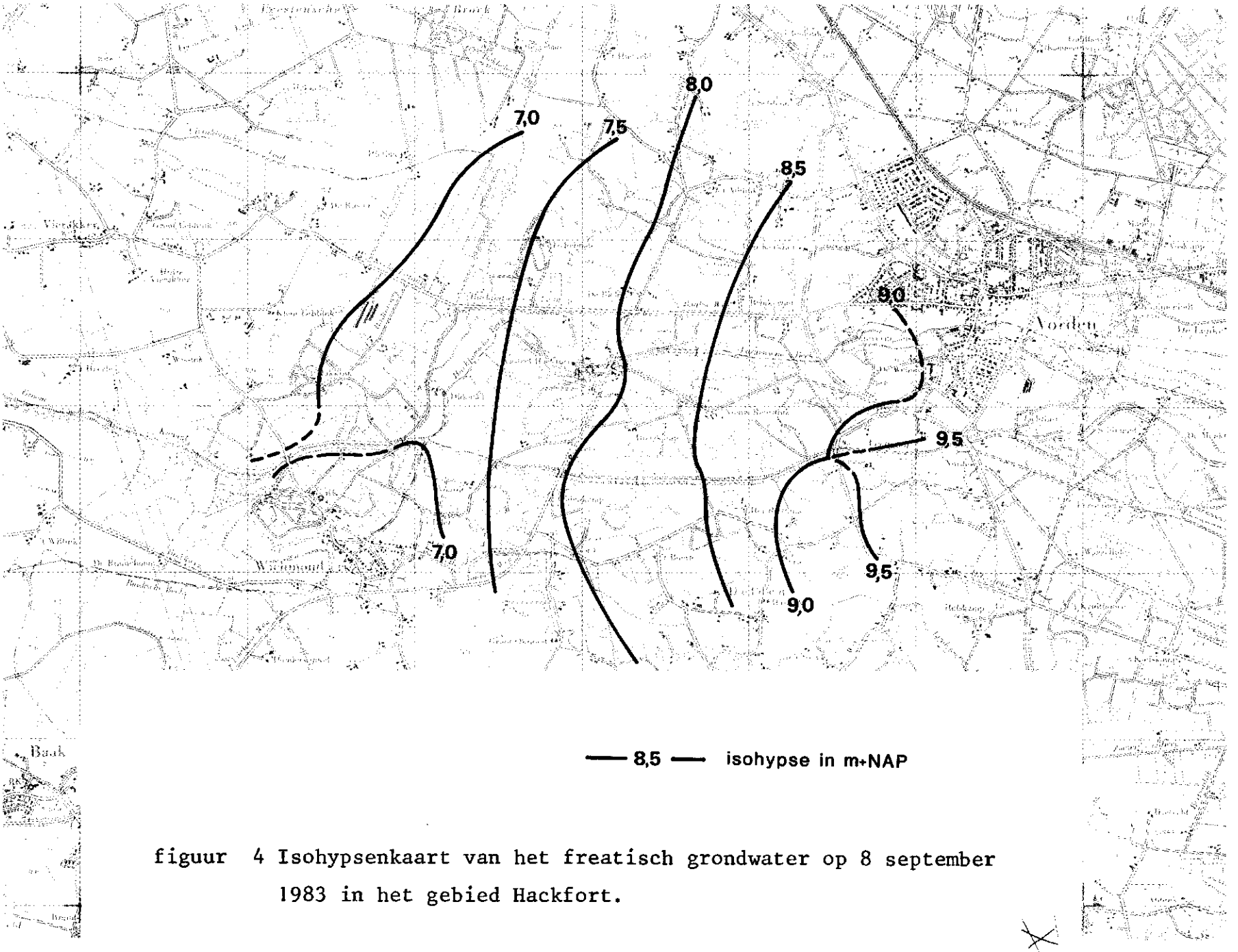
figuur 1 Hoogtelijnenkaart van het gebied Hackfort.



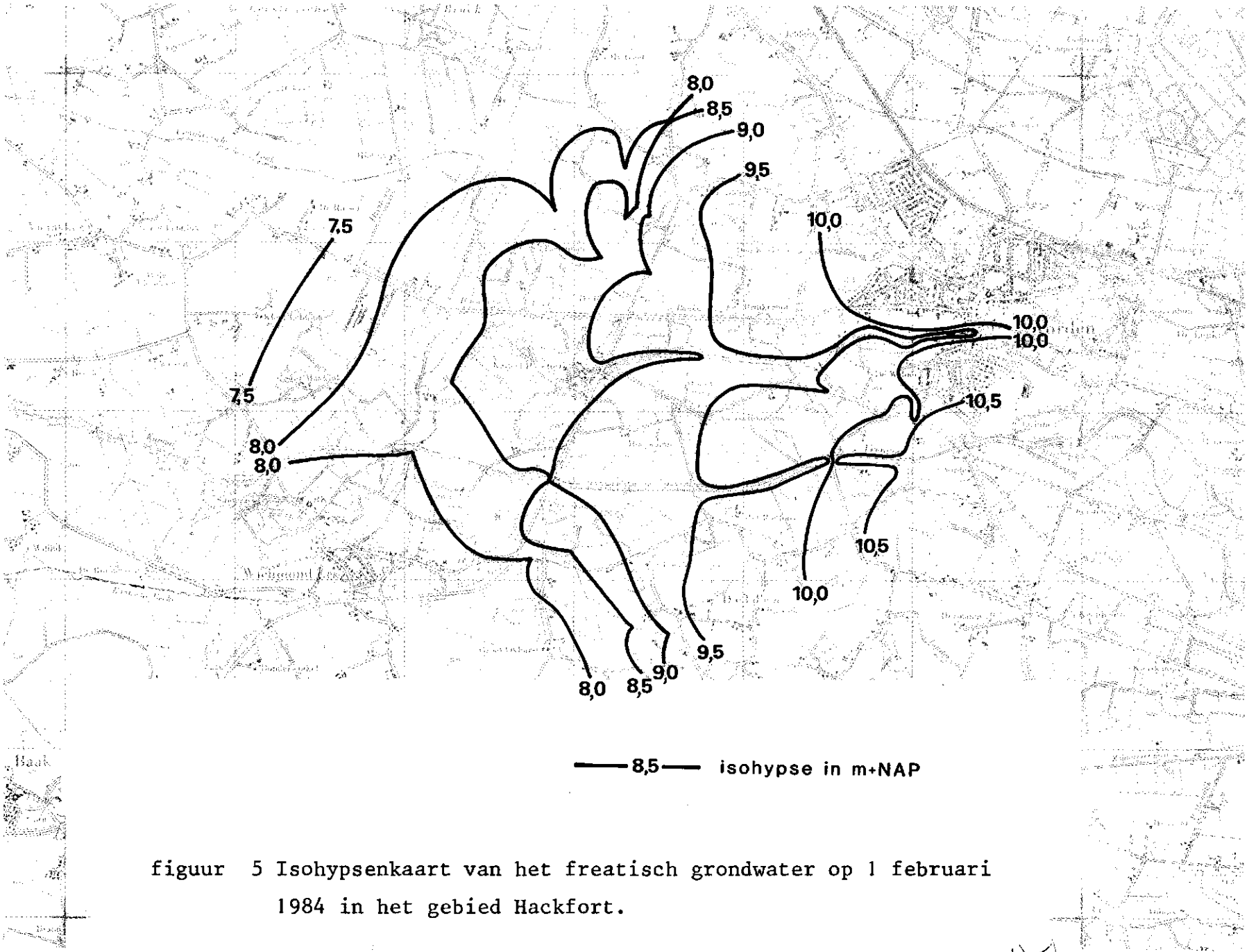
figuur 2 Waterlopen, stuwen en grondwaterstandsbuizen in het gebied Hackfort.



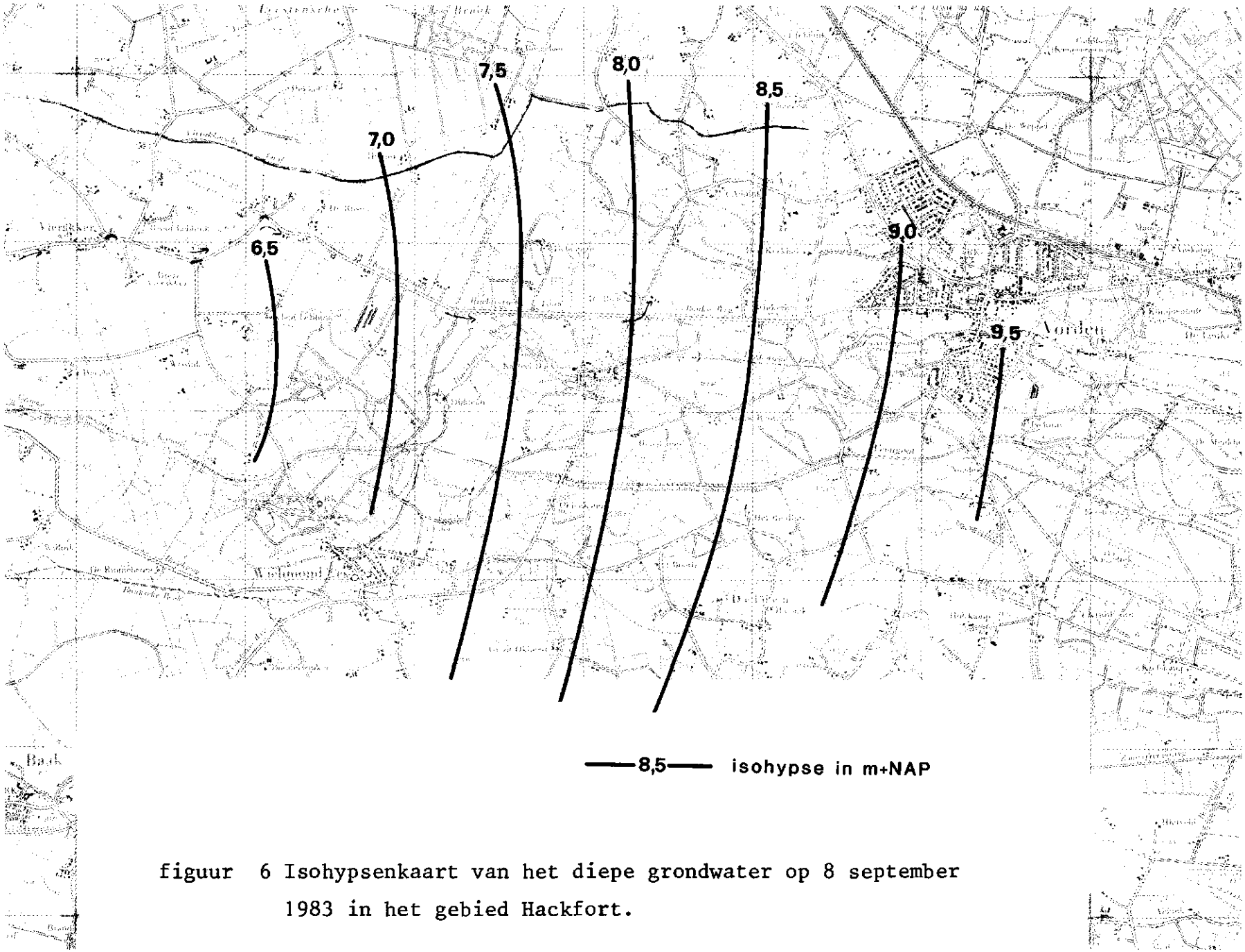
figuur 3 Dwarsdoorsneden van het gebied Hackfort.



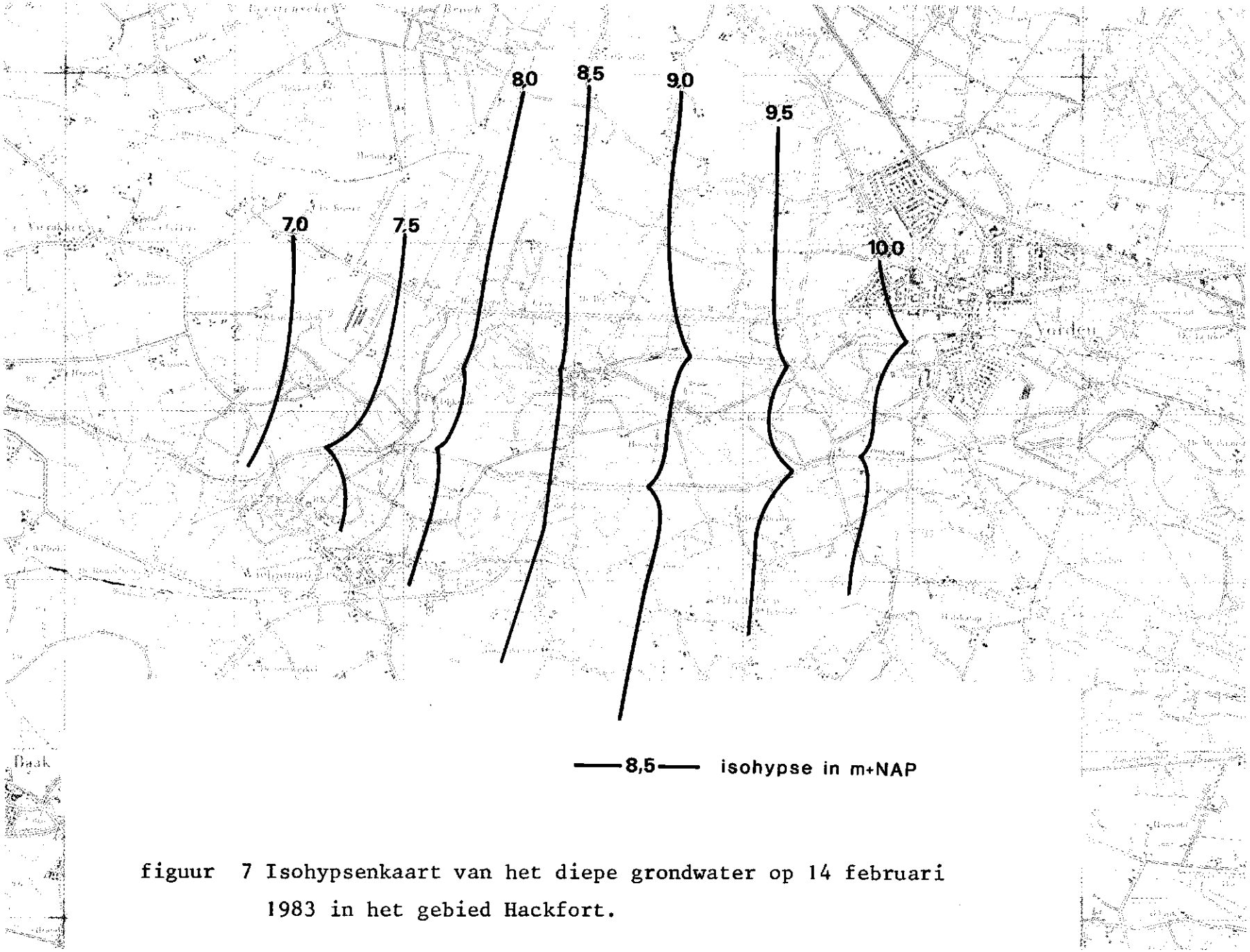
figuur 4 Isohypsenkaart van het freatisch grondwater op 8 september 1983 in het gebied Hackfort.



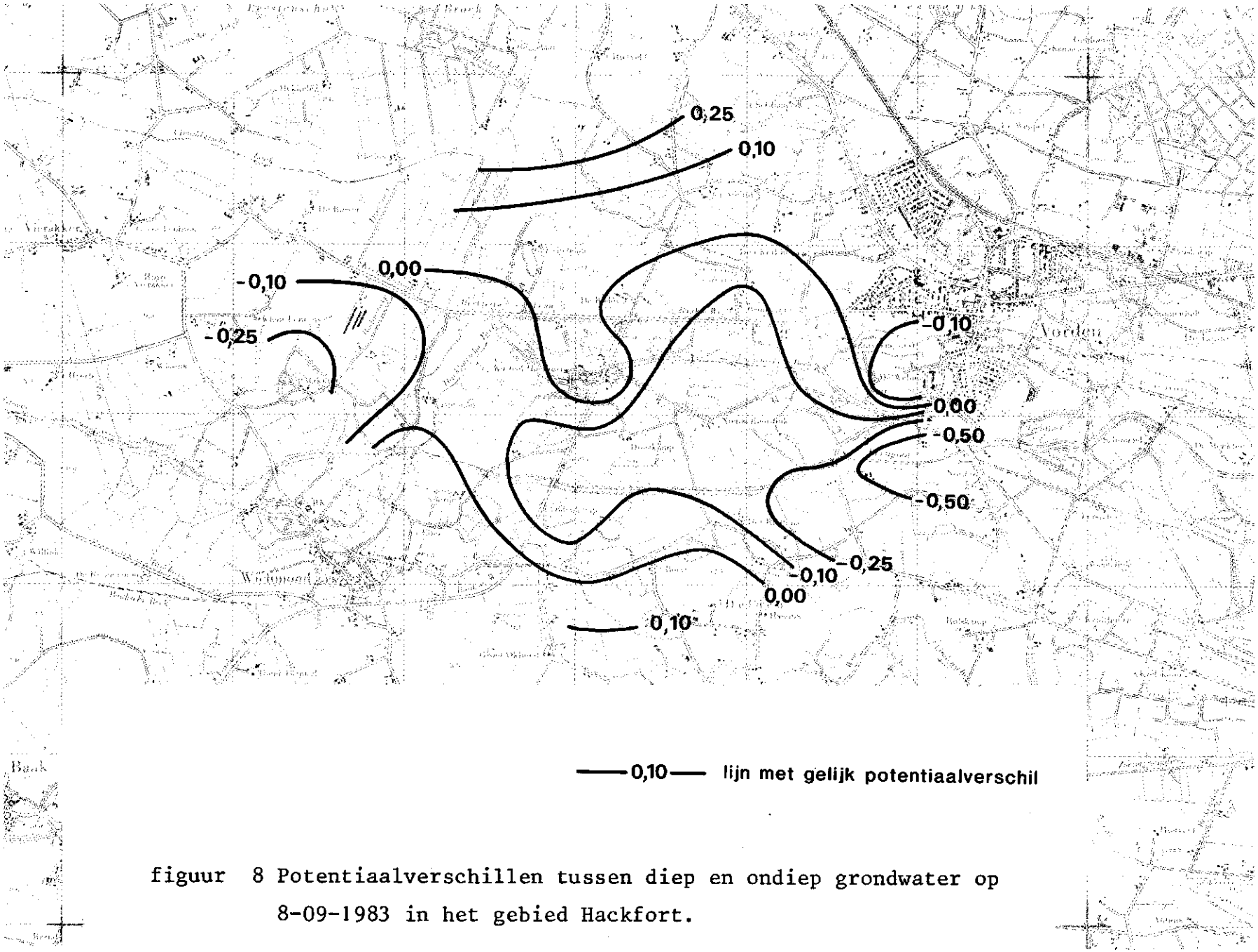
figuur 5 Isohypsenkaart van het freatisch grondwater op 1 februari 1984 in het gebied Hackfort.



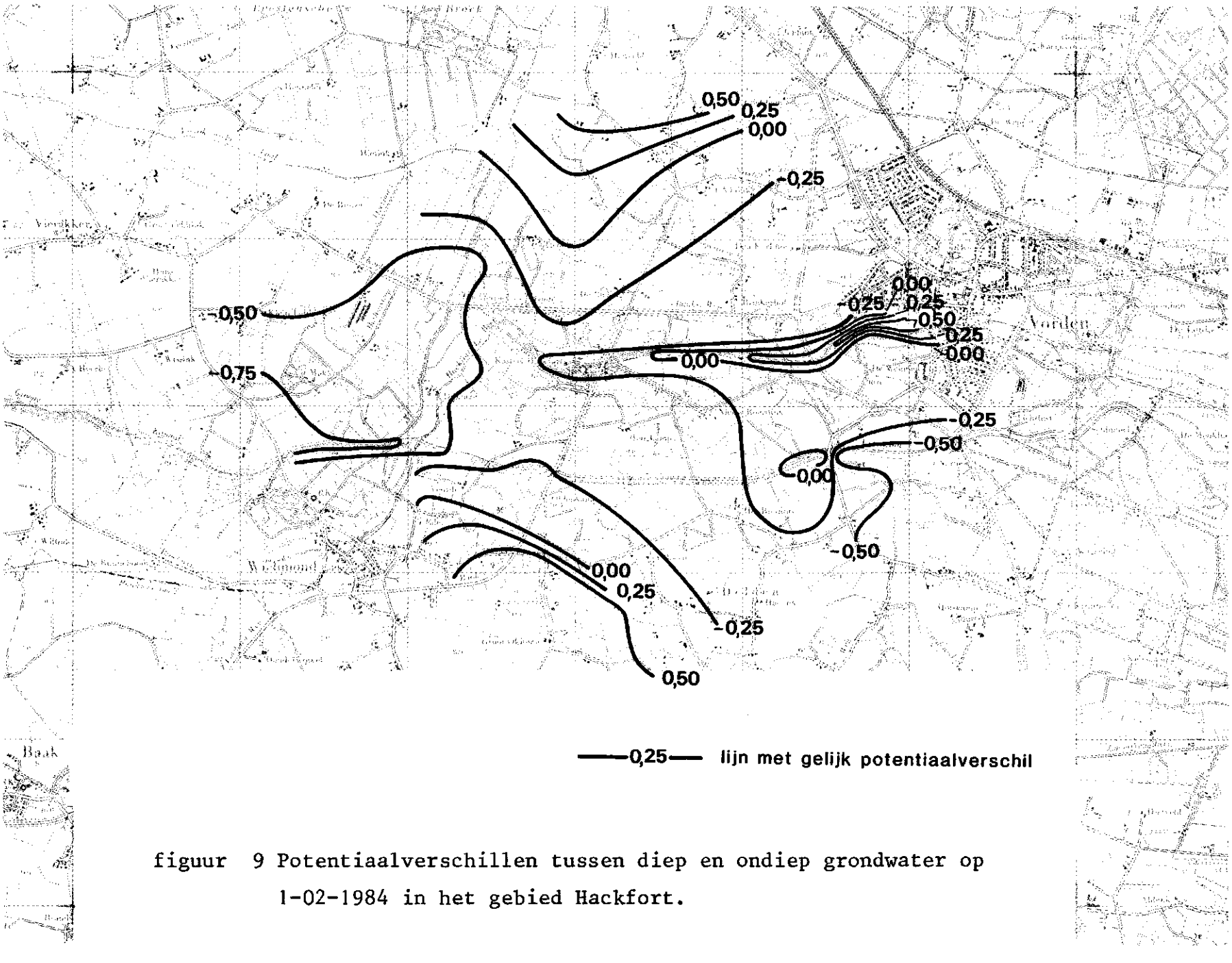
figuur 6 Isohypsenkaart van het diepe grondwater op 8 september 1983 in het gebied Hackfort.



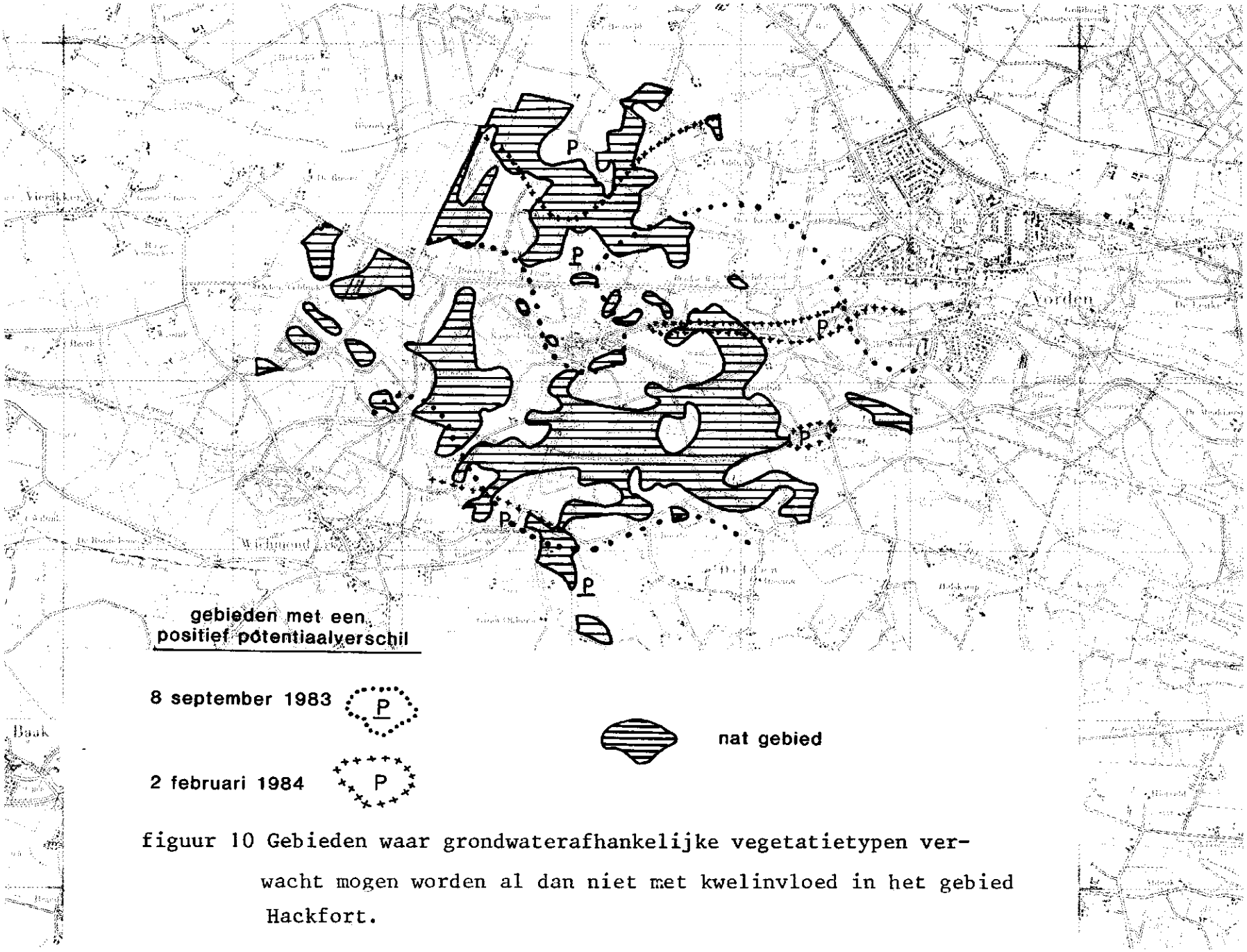
figuur 7 Isohypsenkaart van het diepe grondwater op 14 februari 1983 in het gebied Hackfort.



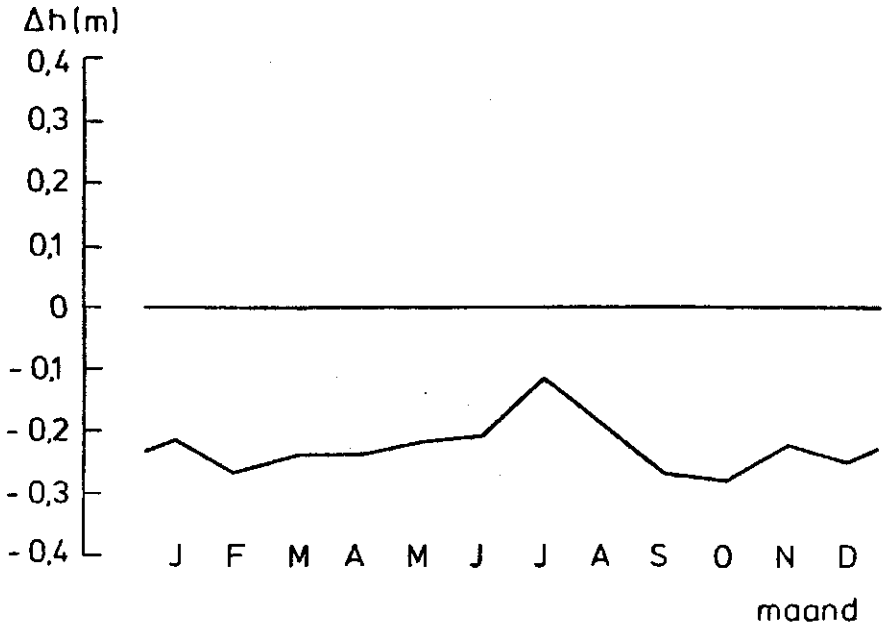
figuur 8 Potentiaalverschillen tussen diep en ondiep grondwater op 8-09-1983 in het gebied Hackfort.



figuur 9 Potentiaalverschillen tussen diep en ondiep grondwater op 1-02-1984 in het gebied Hackfort.



figuur 10 Gebieden waar grondwaterafhankelijke vegetatietypen verwacht mogen worden al dan niet met kwelinvloed in het gebied Hackfort.



figuur 11 Verandering van de gemiddelde grondwaterstand (Δh) tussen de perioden 1952-1970 en 1972-1982.