INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 467, II d.d. 15 mei 1968

De invloed van bos in Nederland op de afvoer van beekgebieden

ir. J. Bon

ISN=231000-02

I Inleiding

Een redelijke maat voor de hoogte van de waterschapslasten is de te verwachten grootte van de afvoer van verschillende gronden. In verband hiermede werd de vraag gesteld, of bossen een lagere afvoer geven dan cultuurland en daardoor een grotere regulerende werking op de afvoer hebben. De verschillen in grondsoort in ons land en de eveneens sterk wisselende begroeiing maken een algemene uitspraak over de gestelde vraag niet eenvoudig.

Een nauwkeuriger omschrijving van de vraag zou kunnen luiden:
Heeft bos ten opzichte van cultuurland (waaronder wordt verstaan grasland en bouwland) een verlagende invloed op de veelal kortdurende hoge topafvoeren in de leidingen.

Reeds meer dan een eeuw zijn onderzoekingen gaande naar de invloed van bossen op de afvoer. Deze hebben echter steeds betrekking op buitenlandse omstandigheden, die niet zonder meer op ons vlakke land toepasbaar zijn. In veel gevallen had het onderzoek betrekking op erosiebestrijding in gebergten en heuvelland, of op het slibtransport van rivieren en beken. Ook werd de vraag onderzocht, of door bossen in hogere gebieden langduriger van een eventuele vertraagde afvoer sprake was, waarvan in de lagere gebieden geprofiteerd kon worden.

De resultaten van deze onderzoekingen waren soms tegenstrijdig, of de uitkomsten konden niet goed met elkaar worden vergeleken, doordat te weinig of onbetrouwbare neerslaggegevens aanwezig waren. Vaak waren de projecten sterk verschillend wat betreft klimatologische, geologische of topografische faktoren. Voorts hebben deze onderzoekingen veelal betrekking op gemiddelde afvoergegevens of op afvoergegevens over langdurige perioden (KITTREDGE, 1948). De boslysimeters in Castricum werden in de eerste plaats aangelegd om de grootte van de nuttige neerslag te meten. Bovendien hebben de lysimeters een constante grondwaterstand op een diepte van 2,25 m (WIND, 1958).

Het rapport van HELLINGA, BRUINSEL en HELLINGA (1963) geeft een uitvoerig literatuuroverzicht van de buitenlandse waarnemingen. Het in dit rapport beschreven onderzoek van genoemde auteurs, behelst de toepassing van enkele empirische formules voor de afvoer. Het geeft echter geen uitspraak over de mogelijke verschillen in afvoer en verdamping tussen bos en cultuurgrond.

Doordat in ons land bijna geen grote aaneengesloten boscomplexen voorkomen die bovendien als afzonderlijke stroomgebiedjes beschouwd kunnen worden, is een zuiver afvoeronderzoek niet mogelijk. Bovendien wordt als eis gesteld dat de te beschouwen boscomplexen tevens vergelijkbaar dienen te zijn met cultuurland. Hierdoor moeten grondsoort, helling, hoogteligging boven het grondwater en de neerslag zowel voor het bos als voor het cultuurland zo goed mogelijk gelijk zijn. Het onderzoek naar de invloed van bos op de afvoer is door ons dan ook uitgevoerd als een onderzoek naar het verloop van de grondwaterstanden in op het oog vergelijkbare objecten bos en cultuurland. Speciale aandacht werd hierbij geschonken aan het tijdstip en de duur van hoge grondwaterstanden, die door winterregens werden veroorzaakt en welke de hoge afvoertoppen in de leidingen ten gevolge hebben. De grootte van deze hoge toppen is namelijk bepalend voor de afmetingen van de leidingen en voor de kosten van aanleg en onderhoud.

Voor het onderzoek werd in overleg met de Cultuurtechnische Dienst, het Staatsbosbeheer, de Provinciale Waterstaat van Limburg en het Waterschap de Regge een aantal proefplekken uitgezocht en wel:

a. In de boswachterij Chaam-Ulvenhout bij Breda
b. in de Vredepeel
c. bij Meerselo bij Venray
d. bij Hoog Keppel
e. bij het landgoed Kervel (Hengelo, Gld)
f. op het landgoed 't Kiefskamp bij Vorden
g. in het van Buren's bos bij het Hoge Hexel (gemeente Wierden, Ov)
h. op het landgoed Overwater bij Hellendoorn.

Op de onder a, f en g genoemde objecten werden drie raaien, op de overige plekken steeds één raai grondwaterstandsbuizen geplaatst, die van het bos uitliepen in de aanliggende cultuurgrond. Deze buizen werden gedeeltelijk geregistreerd, gedeeltelijk waargenomen in de periode van februari 1967 tot mei 1968.

II Vegetatie in verband met de ontwateringsdiepte of vochtvoorziening

In ons dichtbevolkte land, met zijn intensieve bodemgebruik, wordt zoveel mogelijk alle grond benut en worden die cultuurgewassen verbouwd waarvan het hoogste economisch nut verwacht mag worden. De meest vochtminnende gewassen worden op natte en ondiep ontwaterde gronden verbouwd. Dit houdt

in, dat een gewas als rogge naar de drogere gronden verdrongen is.

Hetzelfde verschijnsel doet zich ook min of meer voor bij de houtsoorten. De grove dennen vindt men meestal op de armste en droogste zandgronden, dikwijls om verstuivingen tegen te gaan, hoewel op wat vochtiger en lemiger gronden de houtopbrengsten veel groter zijn dan op de arme zandgronden. Wil men op onvoldoend ontwaterde gronden de productie opvoeren, dan moeten cultuurtechnische maatregelen worden toegepast, zoals beekverbeteringen, drainage of bemaling. In de meeste gevallen hebben deze kunstmatige ingrepen plaatsgevonden in akker- en weidegebieden, doch zelden in bossen. In bossen duurt het vele jaren voordat deze ingrepen rendement afwerpen. Toch komt in Nederland ook bos voor op slechtontwaterde gronden. Voor de aanplant van dit bos heeft men doorgaans sloten en greppels op korte afstanden van 6 à 8 m gegraven en de tussenliggende stroken met de uitgegraven grond opgehoogd. De jonge bomen zijn op deze bedden ingeplant waarin een diepere winterwaterstand optreedt dan in het gelijkwaardige omringende land. Bij het ouder worden van het bos hebben deze greppels en sloten in het algemeen geen goede afwaterende functie meer. Het onderhoud ervan is vaak te duur waardoor dit niet plaatsvindt. Ze raken vervuild met blad, takken en ingespoelde grond.

De bodemkundige indeling van de zandgronden in lage, middelhoge en hoge gronden, die echter op de profielen betrekking hebben, wordt ook hier gebruikt, doch dan met betrekking tot de ontwateringsdiepte. Een dergelijke indeling kan vrij eenvoudig worden afgeleid uit de provinciale C. O. L. N. -rapporten (T. N. O., 1958). Een globale indeling van de gronden naar de ontwateringsdiepte is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Indeling van de gronden naar de ontwateringsdiepte

gemiddelde ontwatering in cm - mv	cultuurgewassen		houtsoorten	
	grasland	bouwland	loofhout	naaldhout
laag				
winter 0- 30	hooiland	-	wilg	-
zomer 80-100	weide	-	populier	-
middel hoog				
winter 30- 50	weide	bieten tarwe	es beuk	fijnspar larix.
zomer 120-140		gerst haver	eik	douglas spar
hoog				
winter > 50	kunst-weide	haver	eik	douglas spar
zomer > 150		rogge	berk	grove den

Lage gronden worden gebruikt als grasland, griend- of populierenbos. Deze houtsoorten zijn wat hun standplaats betreft aan een meer kleiig en voedselrijk milieu gebonden en komen niet op de arme zandgronden voor. De lage gronden zijn doorgaans gekenmerkt door vele sloten en greppels. Het bergend vermogen in deze gronden is in regenperioden zeer klein. Wordt de afvoer geremd door slecht onderhouden sloten, zoals in deze laagland bossen, dan treedt daar slootberging op die de afvoer vertraagt. Dergelijke bossen werken dan als boezemland.

De middelhoge gronden hebben een redelijke ontwatering in de winter en dragen een grote verscheidenheid van gewassen. De sloot-dichtheid in deze gronden is kleiner dan bij de lage gronden en vaak staan de sloten in de zomer droog. Loofhout en soms ook naaldhout wordt op deze gronden soms op rillen geplant zoals in beekdalen en op (kei)leemgronden, om te voorkomen dat de winter grondwaterstand voor de houtgewassen te hoog komt. Door verwaarlozing van de bosgreppels kan ook hier een vertraagde afvoer optreden.

Op bouw- en grasland kan door de verdichte zandondergrond of door mechanische verdichting als gevolg van zware landbouwwerktuigen een vrij snelle horizontale afvoer door de verzadigde humeuze bovenlaag optreden (subsurface run-off of interflow) in perioden van intensieve regens (BON, 1967). Ook kan de bouwvoor in bouwland door regen dichtslaan en hierdoor aanleiding geven tot oppervlakte afvoer (surface run-off).

In het bos zorgt de strooisellaag voor een gelijkmatige indringing van het regenwater, waardoor oppervlakte afvoer op lichthellende bosgrond niet voorkomt.

De hoge gronden worden gekenmerkt door een diepe winterontwatering en diepe zomerwaterstanden. Daardoor worden bijna geen ontwateringssloten aangetroffen. Het bergend vermogen is in deze gronden veelal groot. Slechts in extreem natte maanden zoals in december 1965 en 1966 kunnen de grondwaterstanden hoog oplopen. Dan treden op middelhoge en vooral op de lage gronden al oppervlakte afvoer en inundaties op. Daar de afvoer op de hoge gronden voornamelijk door de ondergrond en slechts langzaam plaatsvindt, vanwege de grote afstand tot de drainage basis, kan deze hoge grondwaterstand zich ook lang handhaven en nog lange tijd voeding geven aan de beken. In het vrij droge voorjaar 1967 was nog tot april de hoge grondwaterinvloed van de voorgaande natte winter merkbaar. De afvoertoppen als gevolg van de afzonderlijke zware regenbuien worden door dit grote bergend vermogen sterk

gereduceerd. In deze gebieden hoeft men niet veel onderscheid tussen bos en cultuurland te verwachten.

III Waargenomen grondwaterstanden

De grondwaterstandswaarnemingen hebben plaatsgevonden in raaien loodrecht op een bosrand, waarvan enkele buizen in het cultuurland staan en enkele in het bos. Bij de plaatsing van de buizen werd getracht vergelijkbare objecten te kiezen, wat betreft de hoogteligging, de grondsoort en de algemene stroomrichting van het grondwater. In de praktijk bleek het niet geheel mogelijk te zijn, doch de verschillen in hoogteligging waren niet groot. Wel bleken in sommige gevallen de bodemprofielen op 50 tot 80 m afstand nogal sterk te variëren.

De voornaamste profiel kenmerken, de aard van de begroeiing en een viertal grondwaterstandswaarnemingen zijn weergegeven in tabel 2.
Van al de raaien werden de grondwaterdiepten naar de tijd in grafieken uitgezet. Slechts een drietal van deze grafieken is als voorbeeld weergegeven in de figuren 1, 2 en 3, namelijk voor Chaam III, Meerselo en 't Kiefskamp (Vorden). Onder deze tijdstijghoogtelijnen zijn de verschillen in de grondwaterstand tussen de buizen in het bos en die in het grasland ten opzichte van de graslandbuis welke het verste van het bos verwijderd was, aangegeven.

Uit fig. 1 blijkt, dat de bosbuizen in de maanden maart en april 1967 en 1968 een snelle toename vertonen van het peilverschil ten opzichte van de graslandbuis n° 1. Dit houdt in, dat de grondwaterstand onder het grasland dan sneller daalde dan die onder het bos. Na april 1967 werd de daling van het grondwater onder het bos sneller dan die onder het grasland, waardoor de verschillen weer kleiner werden. In november - december werd het verschil zelfs negatief, hetgeen betekent, dat de buizen in het grasland dan een hogere grondwaterstand hadden. Eenzelfde tendens werd ook in de andere raaien aangetroffen, hoewel het beeld iets minder uitgesproken kon zijn (zie fig. 2). Een uitzondering vormen de raaien in 't Kiefskamp (fig. 3) en bij Kervel. Deze beide raaien staan waarschijnlijk onder invloed van een aanzienlijke drangwater aanvoer uit hogere gronden. Hierdoor kunnen verschillen in wateropname snel worden aangevuld en blijven de peilverschillen klein.

De zeer snelle daling van de voorjaarsgrondwaterstand onder grasland kan toegeschreven worden aan de vroege groei en de daardoor optredende grotere verdamping. Bij ondiepe grondwaterstanden is deze daling in het

gereduceerd. In deze indeling is bewust niet een onderscheid aangebracht tussen een enkelvoudige en samengestelde [illegible]

III [illegible]

[illegible] bij de [illegible] in [illegible] [illegible] gedefinieerd als [illegible] [illegible] [illegible] objecten [illegible] [illegible] [illegible]

algemeen sneller dan bij diepere. Het bos begint ongeveer eind april begin mei met hernieuwde groei en toenemende verdamping en deze doet het grondwater snel dalen. Door de diepere beworteling mag men hier ook een grotere en langer durende daling van de waterstand verwachten. De diepste waterstand onder het bos werd in fig. 1 in november bereikt, terwijl onder grasland in juli de diepste stand al werd waargenomen. Afgezien van kleine schommelingen in de waterstand tengevolge van regen, begint de algemene stijging onder gras ongeveer eind oktober en die onder het bos ongeveer eind november. Hierdoor ontstaat een naijling van het grondwaterpeil van een maand onder het bos ten opzichte van die onder grasland. Zo werden de hoogste grondwaterstanden in het grasland reeds eind december bereikt en in het bos pas begin februari. Het grasland moet dan reeds oppervlakkige afvoer hebben gegeven terwijl het bos nog voldoende bergingscapaciteit had om een verdere grondwaterstijging mogelijk te maken.

Ter staving van bovengenoemde explicatie zijn in de figuren 4, 5 en 6 de lengteprofielen van de raaien Chaam II, Meerselo en 't Kiefskamp weergegeven. Behalve het maaiveld is ook een viertal momentopnamen van de grondwaterdiepte opgenomen. Opmerkelijk is de grote stijging van het grondwater onder grasland in fig. 4 (Chaam III) tussen 17-6-'67 en 15-12-'67 bij buis 1 en het naijlen van de waterstanden in de andere buizen. De stroomrichting van het grondwater was half december zelfs tegengesteld aan die van maart en juni. Zelfs na de winterregens was in januari 1968 de hoogste grondwaterstand in de bosbuis 4 nog niet bereikt. Ook in fig. 5 wordt eenzelfde beeld gegeven. In fig. 6 daarentegen wordt om reeds eerder genoemde reden van aanwezigheid van drangwater, weinig of geen verschil in waterstand waargenomen.

Het bos oefent door de sterkere uitdroging van het profiel in het begin van de winter een reducerende invloed op de afvoer uit. Door het achterblijven van de grondwaterstijging onder het bos in de voorwinter stroomt grondwater van onder het grasland naar het bos toe. Door deze onttrekking van grondwater aan het grasland wordt de stijging langs de bosranden vertraagd. Wanneer geen bos aanwezig was, zouden de grondwaterstanden onder het grasland sneller zijn gestegen en was eerder oppervlakte of oppervlakkige afvoer opgetreden.

Uit het voorgaande mag worden geconcludeerd dat de waterstanden onder bos op de middelhoge en hoge gronden langer laag blijven dan onder

bouw- of grasland. Hierdoor is in de herfst en voorwinter een grotere berging mogelijk, zodat in die tijd de afvoer uit het bos geringer moet zijn. De vraag is nu of de extra onttrekking van water uit de grond door bos niet voldoende is om gedurende de hele winter een lagere afvoer te bewerkstelligen. Met andere woorden, geeft bos ooit wel een maximale afvoer? Om dit na te gaan werd een reeds eerder gevolgde methode toegepast (BON, 1967). Hierbij werd voor elke verhoging van de waterstand het bergingspercentage berekend, door de hoeveelheid neerslag te delen door de grondwaterstandsstijging. Dit percentage wordt uitgezet tegen de waterstand die optrad voor de stijging. Hierbij wordt een puntenzwerm verkregen die begrensd wordt door een kromme lijn (fig. 7).

Het bergingspercentage, op deze wijze berekend neemt met de stijging van het grondwater tot een minimumwaarde af om dan weer toe te nemen en vrijwel onafhankelijk van de grondwaterdiepte te worden. In dit traject wordt een groter of kleiner deel van de in rekening gebrachte regen gebruikt als horizontale afstroming of als oppervlakteberging en niet voor de stijging van het grondwater. Onder deze omstandigheden mag worden aangenomen dat maximale afvoer optreedt. De diepte waarbij dit minimum bergingspercentage wordt verkregen wordt de verzadigingsdiepte genoemd. Deze diepte zal niet alleen afhangen van de hydrologische eigenschappen van het profiel, doch ook van de hoogteligging van de ontwateringsdiepte en -intensiteit.

Op de hoge gronden, welke in de winter diep zijn ontwaterd en over het algemeen goed doorlatend zijn zoals bij Meerselo, de bosgronden van de Vredepeel en de lemige gronden bij Hoog Keppel, werd de verzadigingsdiepte niet bereikt. Deze diepte moet hoger in het profiel voorkomen dan de waargenomen hoogste grondwaterstanden tijdens het onderzoek. De verzadigingsdiepten zijn in de figuren 4, 5 en 6 voor zover mogelijk ingetekend. Ook zijn zij in kolom 9 van tabel 2 vermeld. De grondwaterstandswaarnemingen van de raaien in de gemeente Hellendoorn en Wierden werden slechts één maal per week opgenomen. Door deze lange tussentijden was het niet mogelijk de stijging door een enkele regen veroorzaakt na te gaan. Hierdoor kon dan ook geen verzadigingsdiepte worden bepaald.

Door deze diepten in kolom 9 van tabel 2 te vergelijken met de grondwaterdiepten vermeld in kolom 4 of 7 van de maand maart of januari, blijkt de hoogste vermelde grondwaterstanden in de middelhoge gronden ongeveer met 12 - 35 cm de verzadigingsdiepte hebben overschreden. Voor de lage gronden (Kervel) bedraagt de overschrijding 9 - 30 cm. Voor de hoge gronden

werd de verzadigingsdiepte niet of juist even bereikt.

Wanneer de verzadigingsdiepte door de stijging van het grondwater wordt overschreden, dan is de grondwaterafvoer zowel van cultuurland als van bos gelijk te noemen. Uit de verkregen gegevens blijkt, dat ook bos perioden van maximale afvoer kent, althans dat er perioden voorkomen dat geen grondwater afvoerverschillen tussen bos en cultuurgrond optreden.

IV De invloed van het bos op de waterhuishouding in het algemeen

In de zandgebieden van Nederland is de gemiddelde terreinhelling vrij klein. De helling van de grondwaterspiegel is doorgaans vrijwel evenwijdig aan de gemiddelde terreinhelling. Door deze helling van het grondwatervlak heeft steeds een grondwaterstroom naar de laagste delen plaats. Door de grotere verdamping zal de vochtvoorraad onder bos in de zomer sterker afnemen dan in de omgeving. Het hangt dan van de mate van de horizontale doorlatendheid van de grond af, of deze uitdroging onder het bos in de herfst snel wordt aangevuld door aanvoer uit de omgeving. Bij grote oppervlakten van het bos zou men zich namelijk kunnen voorstellen, dat er een ondiepe kuil in het grondwatervlak kan ontstaan. Met de najaarsregens worden de vochttekorten in de bovengrond aangevuld. Onder cultuurland is deze uitdroging minder diep dan onder bos. Hierdoor zal in deze perioden water uit deze gebieden naar het bosgebied stromen (fig. 4).

Om na te gaan in welke orde van grootte de vochtonttrekkingen liggen, werd het vochtspanningsverloop in het profiel getekend, dat bij een diepe zomerontwatering zou kunnen voorkomen, zoals bij Breda en in de Peel in 1967 werd waargenomen (fig. 8). Hierbij is uitgegaan van een vochtspanning onder gras welke ook op de 'Sinderhoeve', het proefveld van het I. C. W. te Renkum, in 1967 werd bereikt, namelijk pF 3,5 aan het maaiveld. Voor bos werd een vochtspanning pF 4 aangenomen. Boven de grondwaterdiepte van 1,30 m onder het grasland en 1,80 m onder het bos zal het vochtspanningsverloop ongeveer tot 0,5 m boven het phreatisch vlak in evenwicht zijn met de stijghoogte. Daarna neemt de vochtspanning geleidelijk toe tot aan maaiveld. Voor de winter of voorjaarstoestand werden grondwaterdiepten van 0,2 en 0,7 m aangenomen respectievelijk voor grasland en bos, met de daarbij behorende vochtspanning op veldcapaciteit.

De vochtspanningslijnen in fig. 8 werden met behulp van een pF curve van een overeenkomstige fijne zandondergrond van het proefbedrijf

werd [illegible] verzadigingsdep[illegible]

[illegible] de verzadigings[illegible]
wordt [illegible] worden, dan [illegible]
van [illegible]
period [illegible]

[illegible]

[illegible]

'de Vredepeel', omgezet in volume procenten vocht. Hierbij werd uitgegaan van een homogeen profiel, geheel bestaand uit deze fijnzandige ondergrond, zowel voor het grasland als voor het bos. De berekende vochtprofielen zijn weergegeven in fig. 9. Uit deze figuur blijkt, dat voor de vochtaanvulling van de bosgrond 196,5 + 194,5 mm = 391 mm water nodig is. Voor het grasland is 194,5 + 42,5 mm = 237 mm vocht nodig. Het bos blijkt in dit voorbeeld 154 mm meer water nodig te hebben dan het grasland om na uitdroging weer op veldcapaciteit te komen.

Tijdens het onderzoek werd voor de grondwaterstijging onder bos in zeer veel gevallen een naijling van ongeveer een maand geconstateerd ten opzichte van de stijging onder grasland. Aangenomen mag dus worden, dat de grotere uitdroging van het profiel onder het bos die soms gepaard kan gaan met een lagere grondwaterstand een zijdelingse toestroming van water tot gevolg heeft, zoals ook blijkt uit de dwarsdoorsneden van de raaien (zie b.v. fig. 4). Op de ondiep ontwaterde gronden en in gronden met een sterke drangwaterstroom heeft direct compensatie van het vochttekort onder het bos plaats, waardoor de uitdroging zeer beperkt van omvang blijft.

V Samenvatting en conclusies

Op lage gronden is de afvoer van bos als van cultuurland praktisch gelijk door de aanwezige sloten en greppels. Deze gronden regenen door het kleine bergend vermogen en de ondiepe ontwatering spoedig vol. Een groter bergend vermogen van de bossen ten aanzien van het grasland is op deze lage gronden niet aannemelijk. Eventuele grotere grondwaterdalingen onder het bos worden door infiltratie uit sloten en hogere gelegen gronden direct opgeheven. De afvoersnelheid van het regenwater bij verzadigd grasland zal dan wat sneller verlopen door oppervlakte afvoer naar de goed onderhouden greppels. In het bos houdt de strooisellaag deze oppervlakte afvoer tegen. Vaak zijn ook de greppels verwaarloosd. De reducerende werking van het bos op deze gronden is dan ook, afhankelijk van de ontwatering zeer gering of nihil.

Middelhoge gronden hebben in het algemeen een diepere en grotere uitdroging van bosprofielen. In het najaar vindt daar naijling plaats van de grondwaterstijging ten opzichte van die van het grasland. Gedurende die tijd heeft het bos een reducerende invloed op de afvoer, omdat enerzijds het

profiel later verzadigd wordt en anderzijds zijdelingse toestroming uit het aanliggende gebied mogelijk is. Wordt de verzadigingsdiepte echter ook onder het bos overschreden, wat in normale winters veelal het geval zal zijn, dan zijn de grondwater afvoerverschillen tussen bos en cultuurland verwaarloosbaar. De duur van de overschrijding van de verzadigingsdiepte is in bosgronden over het algemeen korter.

Wel mag ook hier worden aangenomen dat ook hier de afvoersnelheid uit van goed onderhouden sloten voorzien cultuurland sneller is dan uit met verwaarloosde greppels voorzien of onbegreppeld bos. Op cultuurland kan oppervlakte afvoer optreden door de dichtgetrapte of dichtgereden bovenlaag, doch niet over de strooisellaag van de bosgrond.

De hoge gronden hebben doorgaans een grote bergingscapaciteit, zowel in bos als in cultuurland verloopt de grondwaterafvoer langzaam door de grote afstanden tot de drainagebasis. De verzadigingsdiepte wordt zeer zelden bereikt door de diepe winterontwatering waardoor zelden of nooit oppervlakkige afvoer optreedt. Door de naijling van de grondwaterstijging in de bosgronden, hoewel minder dan bij de middelhoge gronden, oefenen de bossen ook hier een reducerende werking op de afvoer uit.

Bovengenoemde conclusies zijn gebaseerd op grondwaterstandsmetingen. Zoals reeds eerder is opgemerkt, zijn zuivere afvoermetingen van vergelijkbare gronden met of zonder bos in ons land niet of zeer moeilijk uit te voeren door de relatief kleine bosoppervlakten en de wederkerige beïnvloeding van het bos op zijn omgeving. Het zou dan ook aanbeveling verdienen de thans gevonden resultaten te toetsen door een nader onderzoek waarbij vochtbemonsteringen in het profiel worden uitgevoerd.

Literatuuroverzicht

BON, J. 1967. Afvoer en berging in verband met beekverbetering, toegelicht aan het stroomgebied van de Lunterse beek. Pudoc V. L. O. n° 701.

COMMISSIE ONDERZOEK LANDBOUWWATERHUISHOUDING NEDERLAND T. N. O. 1958 12 delen.

HELLINGA, G., F. BRUINSEL en F. HELLINGA. 1963. De regulerende werking van bossen op de waterafvoer. Rapport.

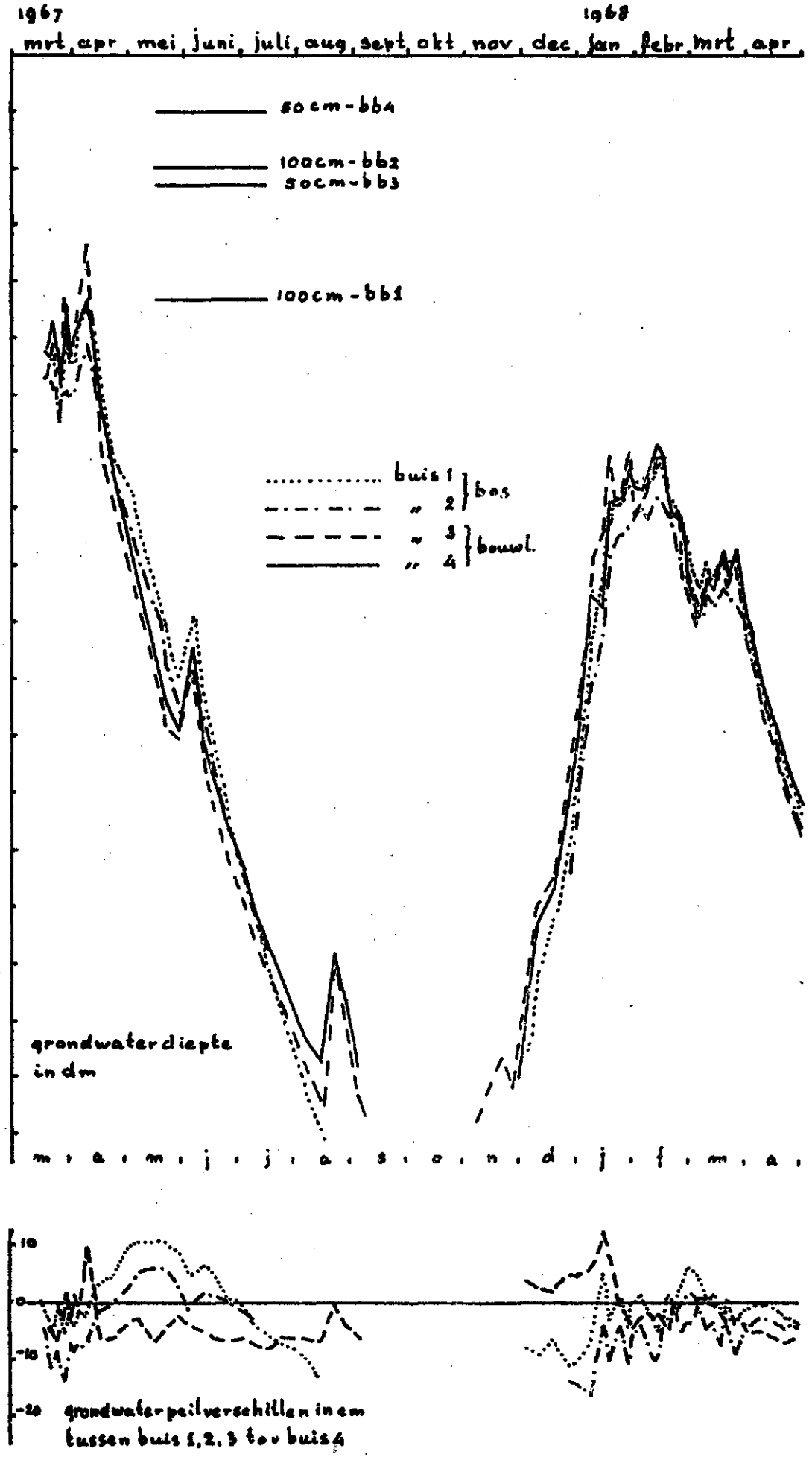
KITTREDGE, J. 1948. Forest influences. Mc Graw-Hill Book Comp.

WIND, Hzn. R. 1958. The lysimeters in the Netherlands. Committee on Hydrological Research T. N. O.

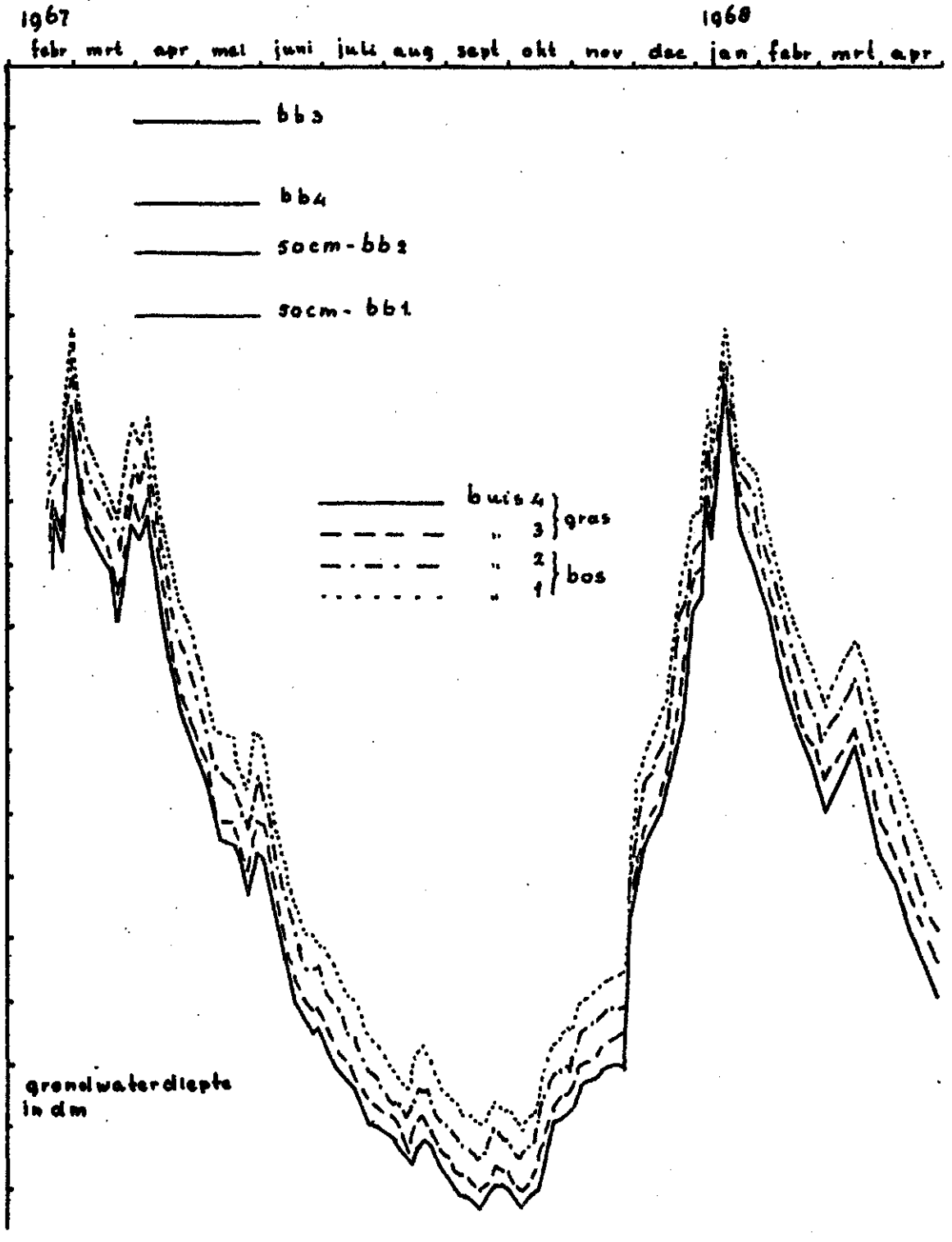
Lijst van figuuronderschriften

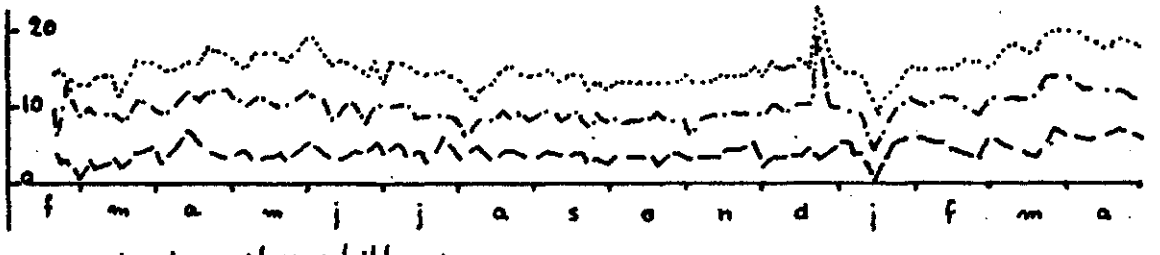
fig 2

Meerselo (Venraai)



't Kiefskamp (Vorden)





grondwaterpeilverschillen in cm
tussen buis 1,2 en 3 tov buis 4

fig 4

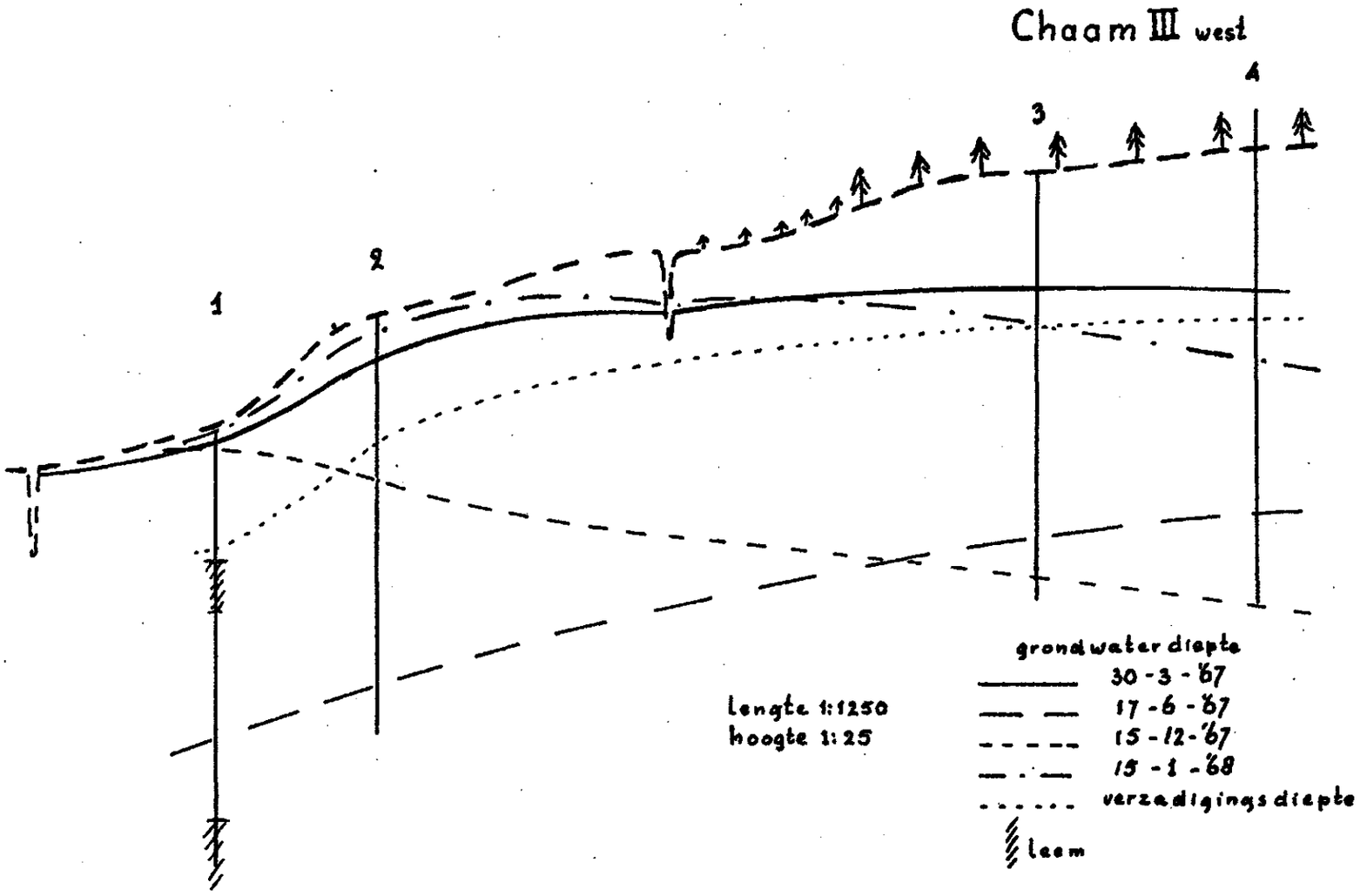

Chaam III west
1
2
3
4
lengte 1:1250
hoogte 1:25
grondwater diepte
30-3-'67
17-6-'67
15-12-'67
15-1-'68
verzadigingsdiepte
leem

fig 5

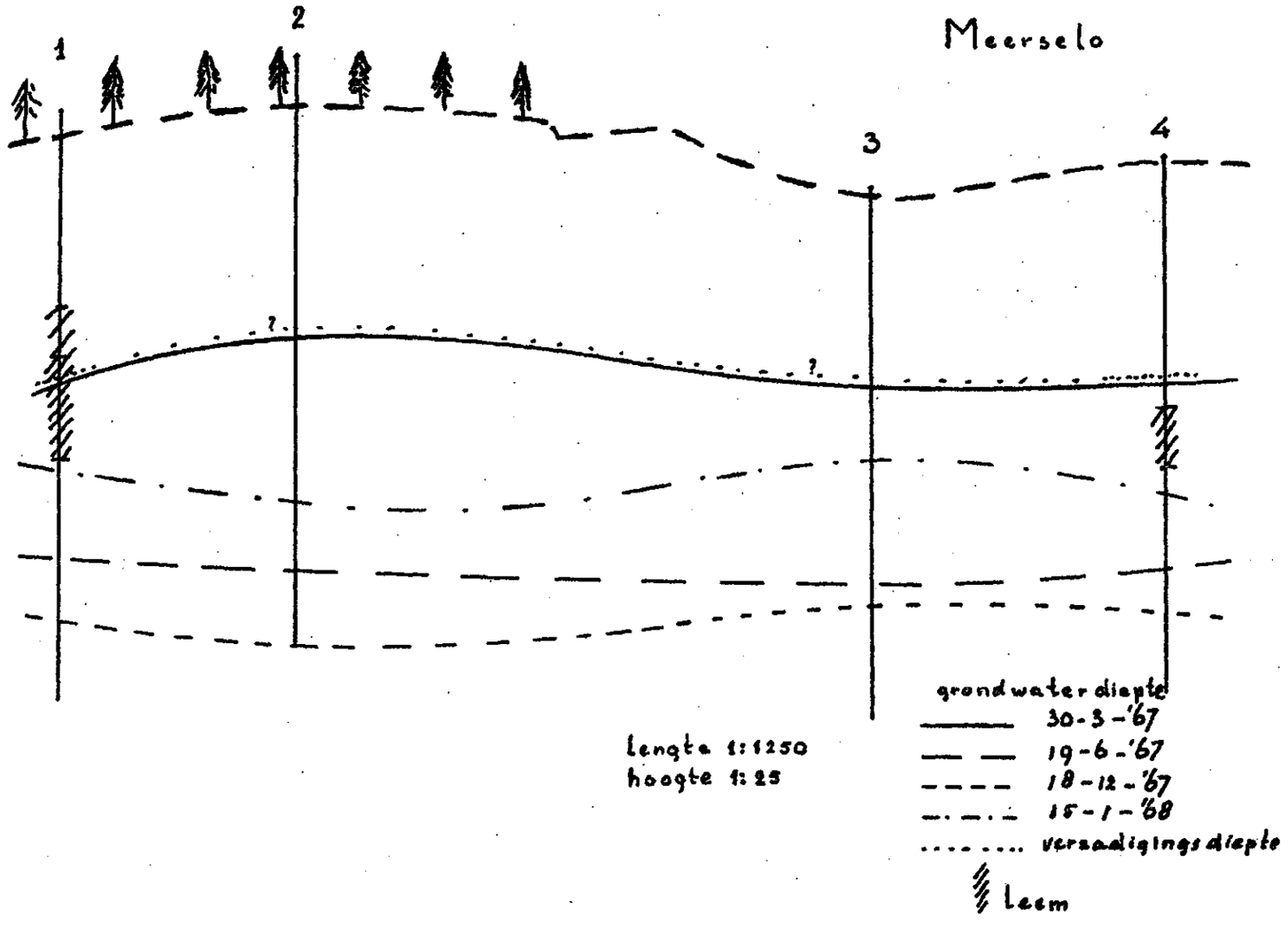

Meerselo
1
2
3
4
?
?
lengte 1:1250
hoogte 1:25
grondwaterdiepte
30-3-'67
19-6-'67
18-12-'67
15-1-'68
verzadigingsdiepte
Leem

fig 6

Vorden. 't Kiefskamp

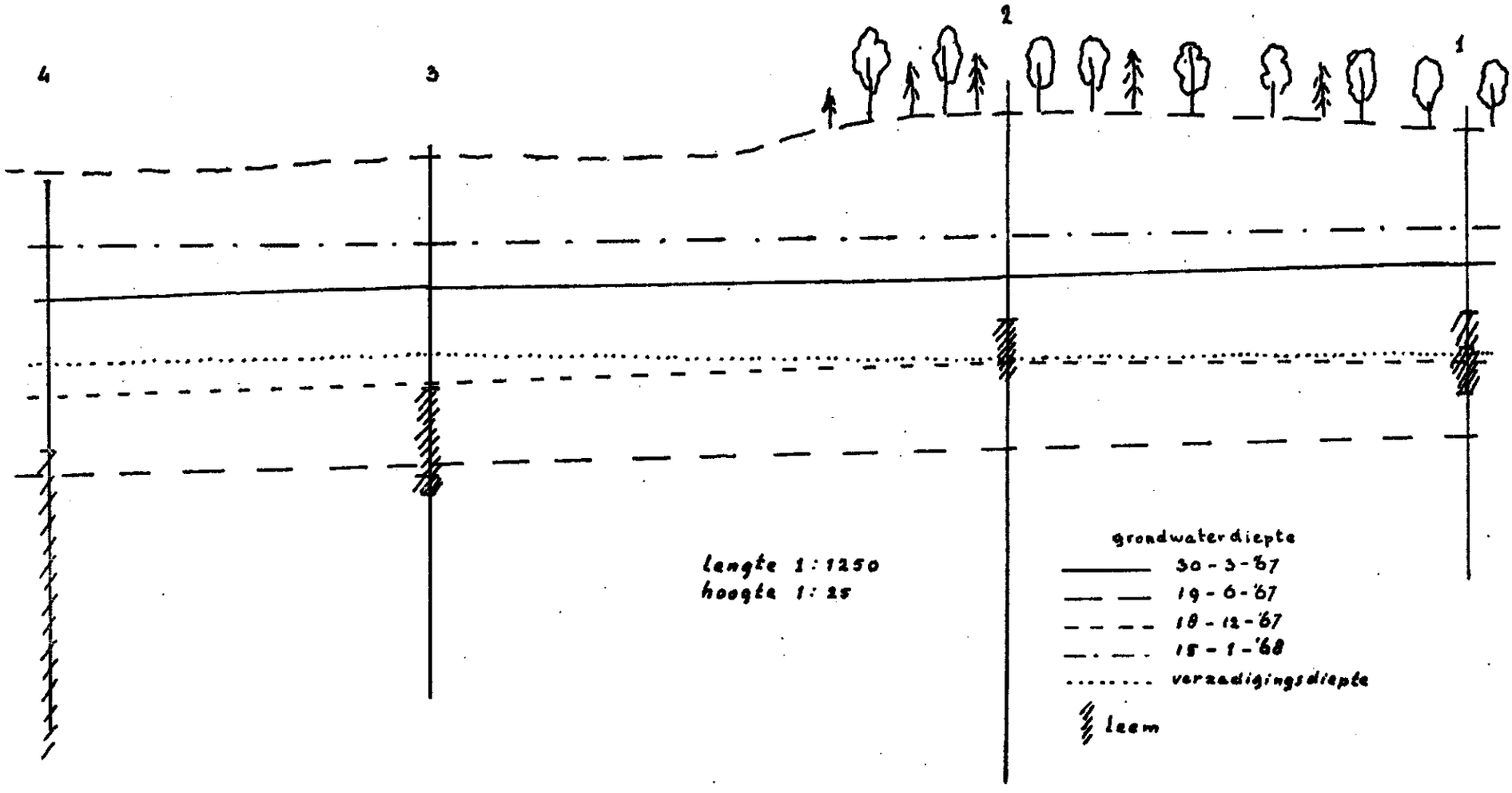
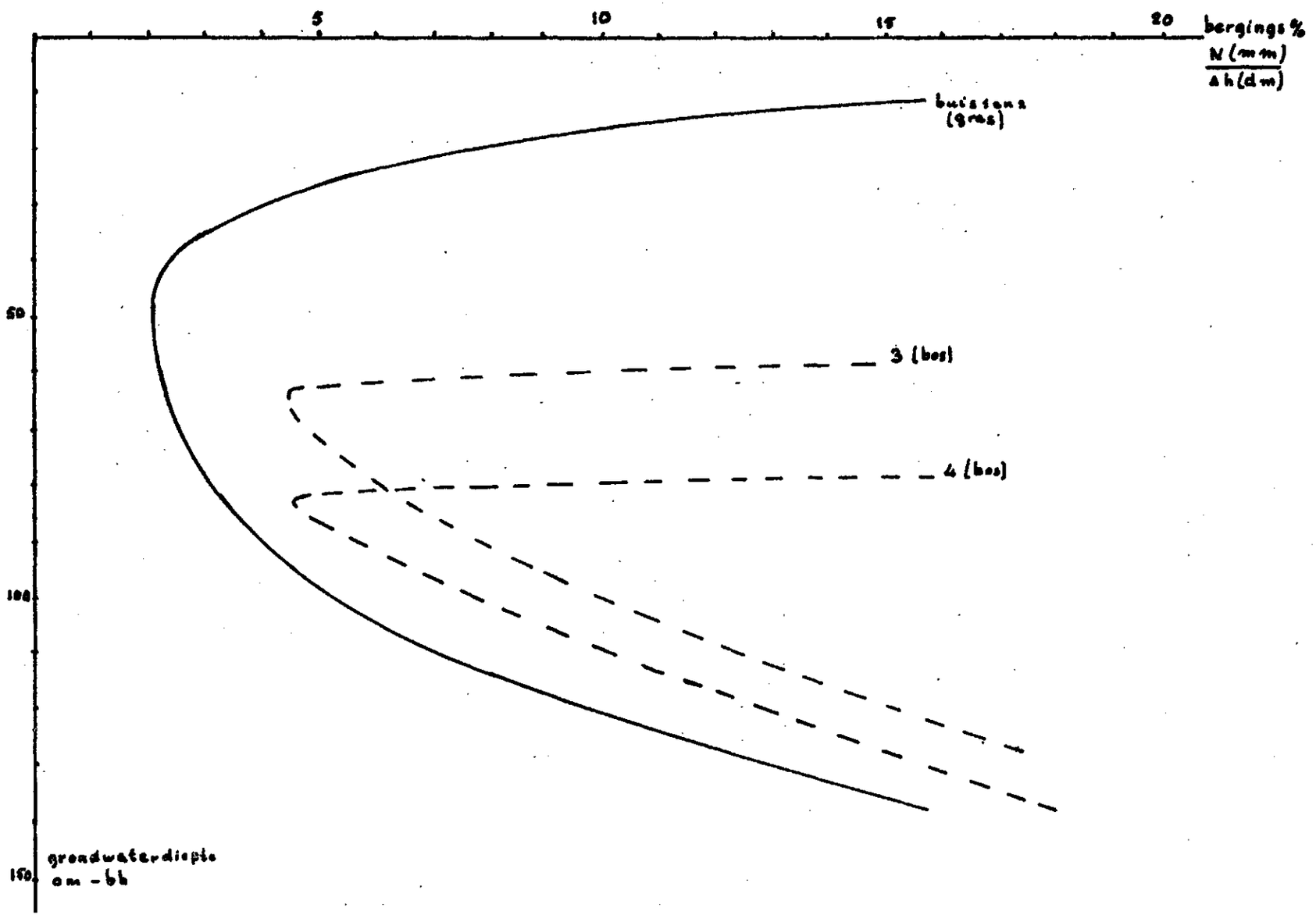


fig 7

Chaam III



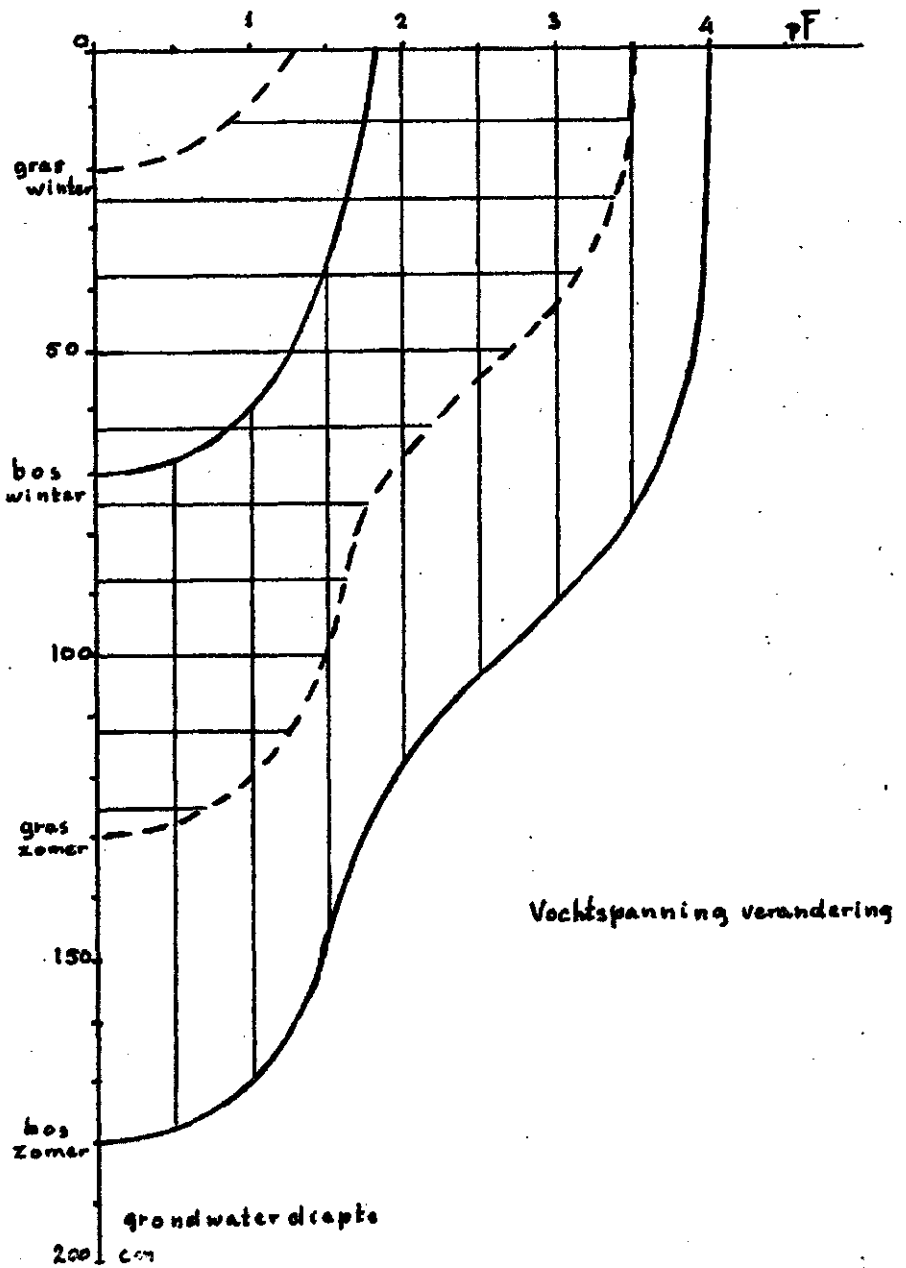

0
1
2
3
4
pF
gras winter
50
bos winter
100
gras zomer
150
bos zomer
200
grondwaterdiepte cm
Vochtspanning verandering

fig 8

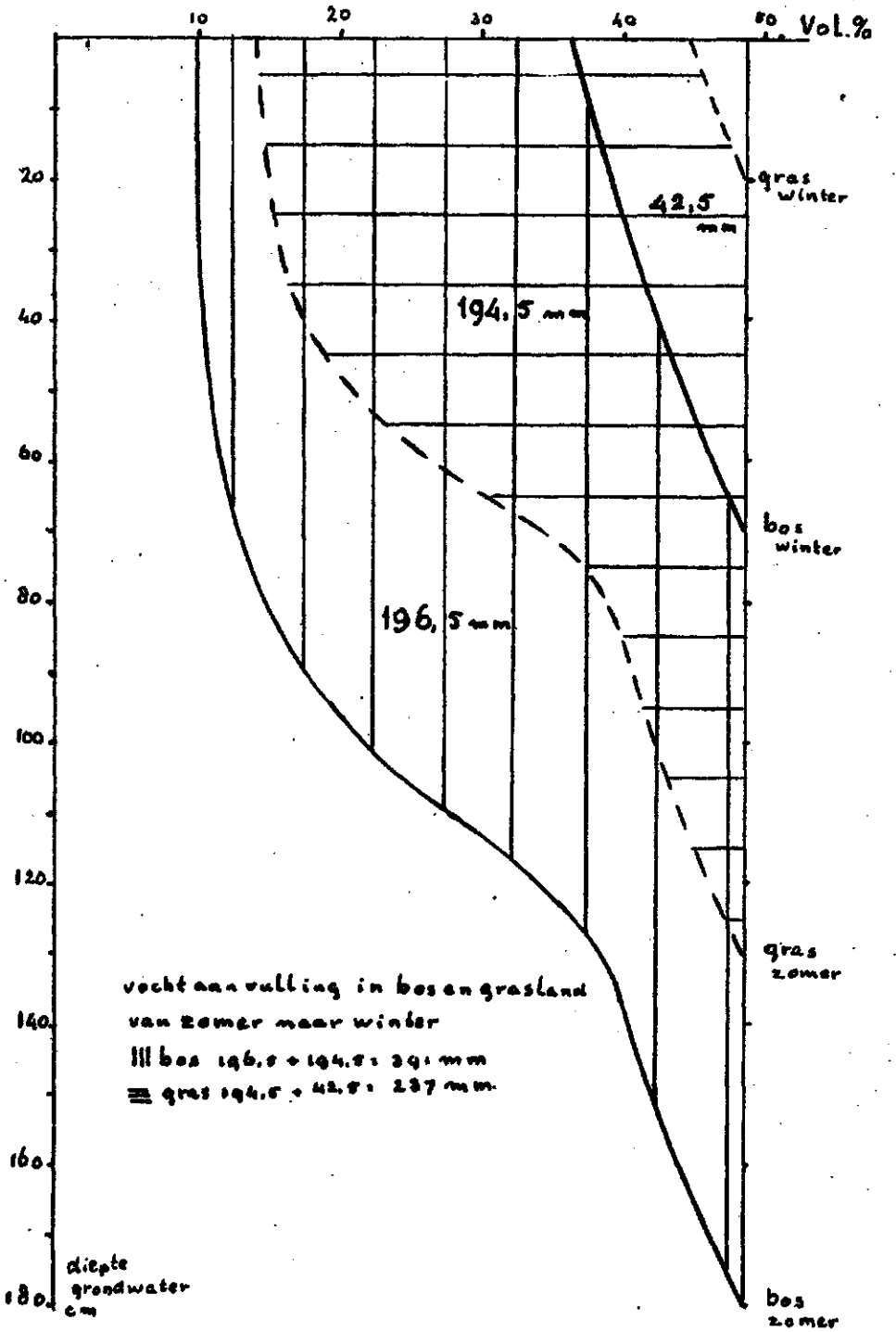
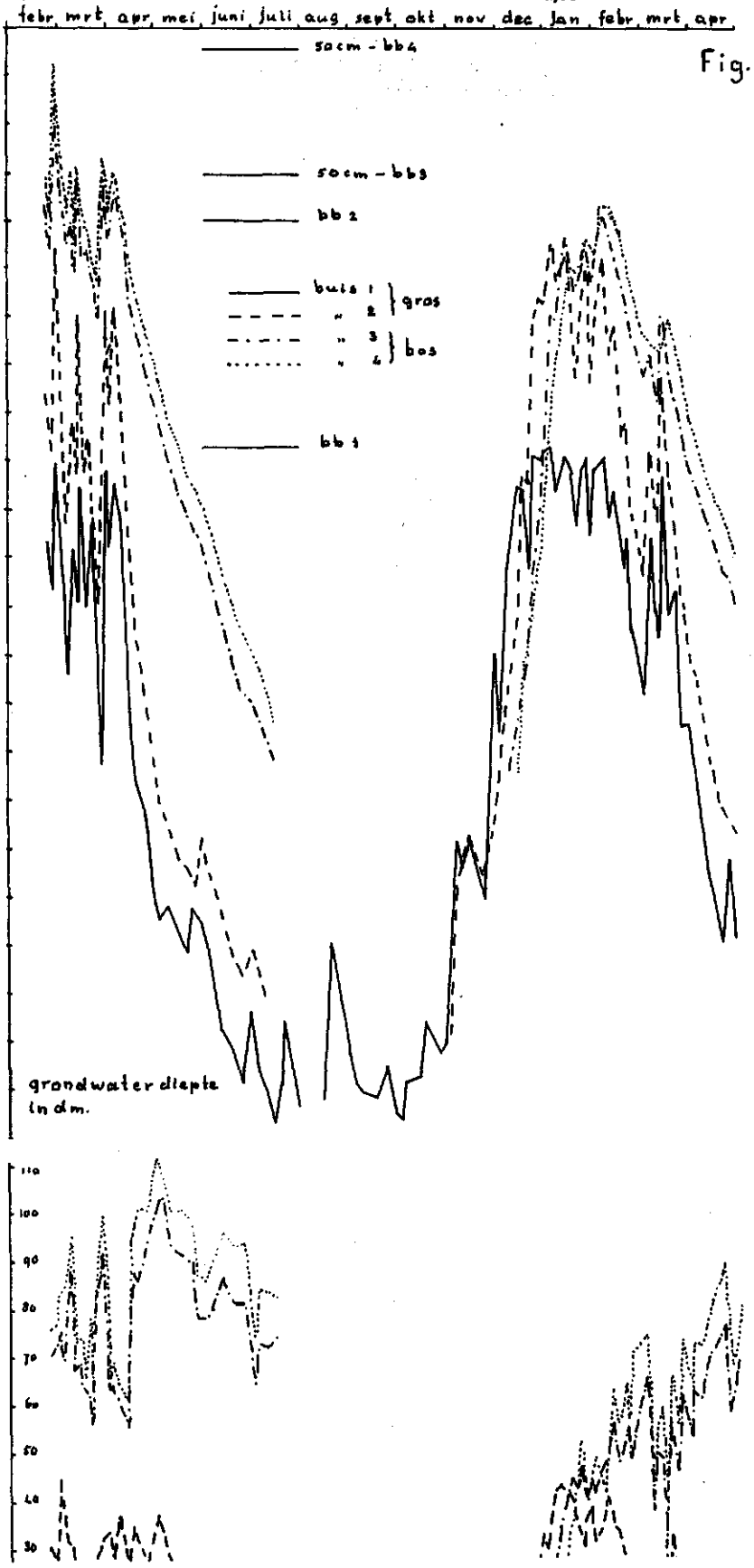

10
20
30
40
50
Vol.%
20
40
60
80
100
120
140
160
180
gras winter
42,5 mm
194,5 mm
bos winter
196,5 mm
gras zomer
vochtaanvulling in bos en grasland
van zomer naar winter
bos 196,5 + 194,5 = 391 mm
gras 194,5 + 42,5 = 237 mm
diepte grondwater cm
bos zomer

fig 9

Fig. I


1967
1968
febr, mrt, apr, mei, juni, juli, aug, sept, okt, nov, dec, jan, febr, mrt, apr
50cm - bb4
50cm - bb3
bb 2
buis 1
" 2
gras
" 3
" 4
bos
bb 1
grondwaterdiepte
in dm.
110
100
90
80
70
60
50
40
30

Tabel 2. Waarnemingen van grondwaterstanden in bos en cultuurland februari 1967 - april 1968

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
			grondwaterdiepte - maaiveld				min.	verzadigings	diepte leem		opmerking	
raai	buis n°	begroeiing	maart	juni	dec'67	jan'68	bergings%	diepte	cm - mv			
Chaam I	1	gras	15	144	31	13	1,5	49	120 - 150	middel	wisselend	oppervlakte afvoer
	2	gras	41	173	64	32	1,5	71	> 150	hoog	vochtig-droogte	in grasland
	3	grove den	52	132	136	35	5,5	73	-		gevoelig	
	4	grove den	47	112	88	42	4,8	54	> 150			begreppeld bos
Chaam II	1	gras	7	145	12	3	2,5	28	> 136	middel	wisselend	oppervl.afvoer in
	2	gras	15	158	23	12	2,5	25	> 110	hoog	vochtig-droogte	grasland
	3	larix	50	112	53	45	8,2	59	> 110		gevoelig	snelle gr.water afv.
	5	grove den	68	145	92	48	9,4	74	50-75, > 180			door sloten
Chaam III	1	gras	8	128	10	4	2,0	51	55 - 75	hoog	wisselend	oppervl.afvoer in
	2	gras	19	151	68	7	2,0	50	-		vochtig-droog	grasland
	3	grove den	48	150	166	63	4,5	65	-			grondwater afvoer
	4	grove den	59	150	188	86	4,5	70	-			in bos
Vredepeel	1	kunstwei	58	120	125	55	7,5	73	-	hoog	droogtegevoelig	alleen grondwater
	2	kunstwei	65	125	132	67	8,0	82	-			afvoer
	3	grove den	130	184	203	136	?	?	-			
	4	grove den	121	175	197	133	?	?	-			
Meerselo	1	pinus nigra	102	172	198	137	? 8,5	100	90 - 120	hoog	plaatselijk leem	alleen grondwater
	2	pinus nigra	93	188	220	161	?	?	-		verdrogend	afvoer
	3	bouwland	77	157	167	107	?	?	-			
	4	bouwland	89	165	173	134	? 7	88	100 - 125			
Hoog Keppel	1	eiken	163	205	209	135	?	?	-	hoog	leemhoudend	alleen grondwater
	2	eiken	118	160	135	84	?	?	115 -165		droogtegevoelig	afvoer
	3	larix	109	152	124	80	?	?	120 - 140			
	4	gras	138	177	152	109	?	?	120 - 160			
	5	gras	100	145	111	65	?	?	90 - 120			
Kervel	1	gras	29	77	33	6	5	30	-	laag	nat	snelle oppervlakte
(Wangelo Gld)	2	populieren	53	95	54	36	?	45	-			afvoer
	3	populieren	42	84	43	27	?	44	-			
	5	gras	12	53	16	1	8	27	> 70			
	6	gras	4	55	8	+ 2	8	28	veen 70-90		drangwaterinvloed	
't Kiefskamp	1	beuk	59	135	102	43	10	110	80 - 115	middel	vochtig	goed doorlatend
(Vorden)	2	eik + grove den	71	147	110	54	12	130	90 - 120	hoog		snelle grondwater
	3	gras	57	133	99	37	11,5	90	100 - 145			afvoer
	4	gras	52	128	95	29	12,5	80	> 120		drangwaterinvloed?	
v.Buren's bos II	4	grove den	111	153	157	124	-	-		middel	droogtegevoelig	oppervl.afvoer in
(Gem.Wierden Ov)	9	grove den	78	147	159	119	-	-		hoog		begreppeld grasland
	7	bouwland	28	118	133	52	-	-				grondwaterafvoer
	8	grasland	33	104	109	3	-	-				in bos en bouwland
Overwater III	1	bouwland	96	198	160	0	-	-		hoog	verdrogend	greppelafvoer in
(Hellendoorn)	2	larix	121	178	152	47	-	-				bouwland
	3	grove den	91	179	139	53	-	-				grondwaterafvoer
	4	grove den	91	161	145	35	-	-				in bos