

Hydrobiologische waarnemingen in het Veluwemeer

P. LEENTVAAR.
(R.I.V.O.N.)

In augustus en oktober 1961 werden met de heer A. van den Berg, bewaker van de Veluwerandmeren, een aantal vaartochten gemaakt op het Veluwemeer. Het was de bedoeling om een indruk te krijgen van de aanwezige vegetaties en de bodemfauna in verband met hun betekenis als voedselbron van de duizenden watervogels, zoals zwanen, zwemeenden, duikeenden en Meerkoeten, die er overwinteren. Het is voor het beheer van het meer van belang, dat over de aard, de hoeveelheid en de verdeling van dit voedsel over het meer waarnemingen worden gedaan.

De heer Van den Berg vervaardigde in de loop van 1961 een kaart van de bodemvegetatie van het noordelijke Veluwemeer tussen de Roggebotsluis en Elburg. De begroeiing bestaat daar voornamelijk uit een dicht tapijt van kranswier (*Chara* sp.), dat plaatselijk ijler is. Langs de vaargeul komen langgerekte stroken van enkele tientallen meters breedte voor van Doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*). Verder is er sporadisch aanwezig Aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) en Waterpest (*Elodea canadensis*). De bodemvegetatie van het zuidelijke Veluwemeer tussen Elburg en Harderwijk zal in 1962 in kaart worden gebracht. Tijdens de vaartochten in 1961 bleek ook hier een sterke begroeiing van *Chara* en *Potamogeton perfoliatus* aanwezig te zijn. Maar ook Aarvederkruid, Waterpest en Stijve watterranonkel (*Batrachium circinatum*) vormden plaatselijk sterke begroeiingen. Merkwaardig was het voorkomen van een ongeveer één kilometer lange strook van

Smalbladige waterweegbree (*Alisma gramineum*) langs de vaargeul bij Elburg. Deze plant is elders in ons land zeldzaam. De ontwikkeling van deze watervegetaties is mogelijk geworden door de verzoeting van het IJsselmeer. Vóór de afsluiting van de Zuiderzee was hun uitbreiding veel beperkter en bestonden zij uit plaatselijke vegetaties bij de uitmonding van de IJssel en beken, waar zoet water werd aangevoerd. Kamfonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) daarentegen, een soort die vooral in brak water groeit en in het IJsselmeer nog altijd veel voorkomt, werd in 1961 niet meer in de Veluwemerén gevonden. Waarschijnlijk is het verdwenen tengevolge van de verdergaande verzoeting. Voor de zwanen, die vooral van de wortelstokken van fonteinkruiden leven, heeft de verandering in fonteinkruidsoort als voedsel blijkbaar weinig te betekenen gehad, daar ze nog altijd even talrijk zijn of misschien zelfs toenemen. In dit verband is een onderzoek naar de hoeveelheid aanwezige fonteinkruiden en de aantallen zwanen van veel belang.

Tijdens het onderzoek werd op verschillende plaatsen het chloridegehalte van het water bepaald, als maat voor het zoutgehalte. Gaande van de Roggebotsluis naar Harderwijk vindt men een toenemend zoutgehalte. Dit is een gevolg van de toevvoer van Cl-rijk uitslagwater van het geëmaal Lovink bij Harderwijk, dat water uit de polder Oostelijk Flevoland kan toevoeren. Ook kan water via de Hardersluis bij Harderwijk uit het IJsselmeer worden ingelaten. In augustus werd aan de zuidoever

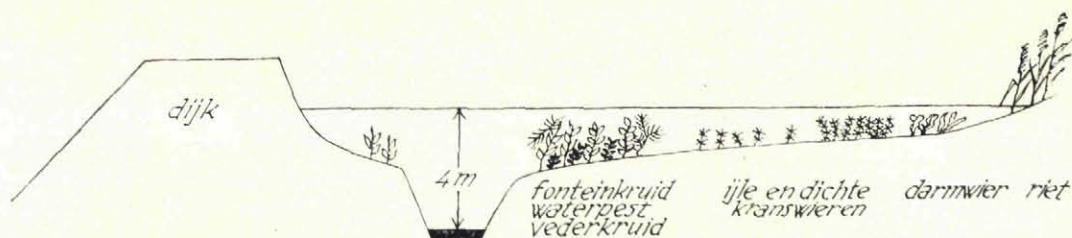


Fig. 1. Schematische dwarsdoorsnede van het Veluwemeer.

tussen het riet bij Roggebotsluis een Cl-gehalte van 120 mg/l gevonden, bij Elburg 132 mg/l, bij Nunspeet 74 mg/l en bij Ermelo 156 mg/l. Het lage gehalte bij Nunspeet is een gevolg van aanvoer van zoet water uit de Bijsselse Beek, waarvan het Cl-gehalte evenwel niet werd bepaald. Ter vergelijking diene het Cl-gehalte van de Varelse Beek met 24 mg/l. Midden op het meer is weinig van het zoete water van de beken meer te bemerken. Bij Elburg werd daar een Cl-gehalte van 184 mg/l en bij Nunspeet van 270 mg/l gevonden.

In de Driemaandelijke Berichten van de Zuiderzeewerken worden de zoutgehalten van het Veluwemeer geregeld gemeld. In de droge zomer van 1959 werden waarden tussen 235-375 mg Cl per liter gevonden en in 1960 waarden van 225-160 mg/l. Het blijkt dus, dat de toestand op het meer nog al eens wisselt. Ten behoeve van de landbouw en de recreatie wordt de waterstand zomers ongeveer 70 cm opgezet, daar het meer anders te ondiep is. Men bereikt dit door in zo kort mogelijke tijd via het gemaal Lovink of indien mogelijk via de Hardersluis, water op het Veluwemeer te brengen. Dit water heeft een hoog Cl-gehalte. In de zomer is het water dus iets zouter dan in de winter. Als milieu blijft het Veluwemeer echter zwak brak (oligohalien) d.w.z. het Cl-gehalte blijft onder 1000 mg/l. Gelukkig doet Waterstaat alle moeite om het Cl-gehalte van het Ve-

luwemeer zo laag mogelijk te houden. Er zij hier nog gewezen op de bedreiging van de broedende vogels in het riet, wanneer de waterstand in het meer tijdens de broedtijd wordt opgezet.

Men zou kunnen verwachten, dat door de wisseling in de waterhuishouding zich geen permanente biocoenose in het meer kon ontwikkelen. Toch is uit geregelde planktonwaarnemingen van het R.I.V.O.N. in 1957, 1958 en 1960 gebleken, dat er een vrij constante planktonbiocoenose is. Het is interessant, dat deze zich bovendien onderscheidt van die van het IJsselmeer en van andere grote meren in ons land. Uit het vergelijkend chemisch-bacteriologisch en planktononderzoek, dat in 1960 werd verricht, bleek dit wel heel duidelijk. De bijzondere aard kan als volgt gekarakteriseerd worden. De totale hoeveelheid plankton die zich ontwikkelt is gering, het water bevat weinig slib en de helderheid is daardoor groot. De bacteriologische kwaliteit is gunstig. De planktonbiocoenose is zowel kwalitatief als kwantitatief kenmerkend voor zwak eutroof milieu. Dit is merkwaardig, omdat het water oligohalien is wegens het vrij hoge zoutgehalte. Alleen een vrij sterke opbloei in de nazomer van het blauwwier *Microcystis aeruginosa* zou in de planktonbiocoenose een exponent kunnen zijn van het oligohaliene karakter van het water. Ook het vrijwel ontbreken van de diatomee *Asterionella formosa* moet

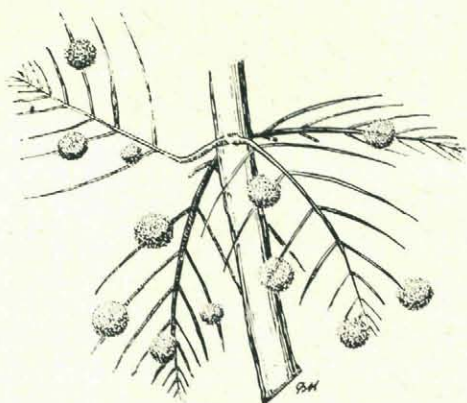


Fig. 2. *Aarvederkruid* (*Myriophyllum spicatum*) met bolvormige geleikolonies van het blauwwier *Gloeotrichia natans*.

genoemd worden in verband met de voorkeur van deze soort voor sterk eutroof water.

Zoals reeds gezegd werd, neemt het Cl-gehalte van de Roggebotsluis naar Harderwijk toe, door invloed van IJsselmeerwater of water uit Oostelijk Flevoland. In de planktonbiocoenose van het zuidelijke Veluwemeer vinden we echter weinig soorten van het IJsselmeer en Oostelijk Flevoland. Blijkbaar is de aanvoer te gering om invloed te hebben en ook is de beperking van de inlaat van water uit Oostelijk Flevoland tot een zo kort mogelijke periode in het voorjaar hierbij van grote betekenis. Vermoedelijk vormt kwel van zoet grondwater van de zandgronden van de Veluwe in het Veluwemeer een niet onbelangrijk deel van de waterbalans op het meer, daar het Veluwemeer, ondanks de toevoer van IJsselmeerwater, altijd zoeter is dan het IJsselmeer. Dit grondwater is zoet en bevat veel ijzer, maar geen plankton. Dit kan de oorzaak zijn, dat het plankton zich niet rijk ontwikkelt, namelijk enerzijds door verdunning, anderzijds door een chemisch proces in de ijzerfosfaathuishouding.

Waarschijnlijk wordt door het neerslaan van ijzerfosfaat een belangrijke voedingsstof aan het water onttrokken hetgeen de planktongroei remt. Dit is juist andersom in het noordelijke Veluwemeer. Hier wordt het water bemest door verontreinigd en zoeter IJsselwater, dat via de Roggebotsluis kan worden ingelaten. Ook de uitslag van polderwater kan invloed hebben. In het noordelijke Veluwemeer vinden we allerlei soorten, die we ook in de IJssel vinden. Het water is troebeler en er is meer detritus. Een en ander is natuurlijk afhankelijk van de hoeveelheid water die ingelaten wordt, maar de waarnemingen aan het plankton en de bodemflora en -fauna wijzen duidelijk op een invloed, die het milieu permanent wijzigt.

Het plankton ten noorden van de Roggebotsluis, in het Ketelmeer, heeft een duidelijk mesosaproob karakter. De IJssel stroomt er direct in uit. Het bevat raderdieren van het geslacht *Brachionus*, verschillende groenwieren en vele diatomeeën, waaronder de diatomee *Asterionella for-*

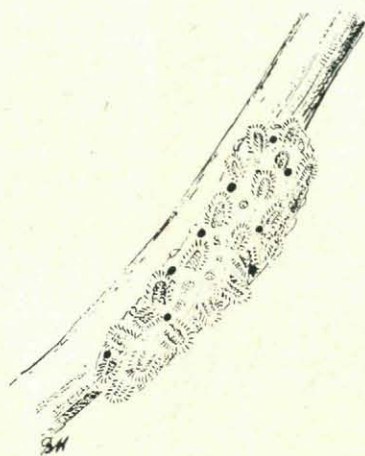


Fig. 3. Kolonies van het mosdiertje *Crisatella mucedo*. De zwarte punten zijn eieren.

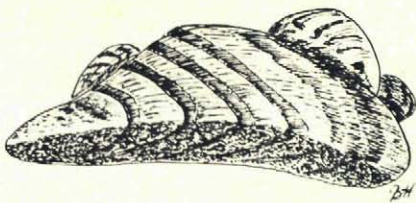


Fig. 4. *Driehoeksmossels* (*Dreissena polymorpha*).

mosa. Larven van de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) ontbreken, daar deze dieren niet in verontreinigd water kunnen leven. Gaan we naar het zuiden, voorbij de Roggebotsluis, dan neemt het aantal soorten IJsselplankters af en het aantal *Dreissena*-larven toe. Het water wordt schoner. Plaatselijk kan er door verontreiniging van beken of recreatiestranden in het meer een opbloei van plankton aanwezig zijn, zoals bijvoorbeeld voor het „Nunspeter Zeebad” werd waargenomen in augustus 1961. Ook kan de bodemvegetatie invloed hebben op de samenstelling van het plankton. Voor het „Nunspeter Zeebad” werd bijvoorbeeld met een planktonnet gesleept door een veld met ongeveer 50 cm hoge dicht opeengroeiende kranswieren, daarna door een gedeelte waar op de harde zandbodem een geringe ontwikkeling van laagblijvende kranswieren aanwezig was en vervolgens door een vegetatie van Doorgroeid fonteinkruid en Waterpest. In de 50 cm hoge kranswieren werden grote aantallen bodemwatervlooien en raderdieren gevangen, terwijl er ook veel desmidiaceeën gevonden werden. De diatomeeën van het open water werden echter niet gevonden; deze zijn vermoedelijk tussen de kranswieren bezonken en worden dus als het ware uit het plankton gezeefd. Het water tussen de dichte waterplantenbegroeiing stagneert waardoor bezinking plaats vindt. *Dreissena*-larven

werden wel gevonden, maar zij kwamen veel meer voor in de ijle lage kranswierbegroeiing, waar zij zich aan de planten en verspreid liggende stenen en schelpen vasthechten. Er waren hier veel minder microorganismen, evenals in de fonteinkruid- en waterpestvegetaties. Hieruit blijkt dat de dichte vertakkingen van de kranswieren als substraat een beter biotoop vormen dan de ijlere fonteinkruid- en waterpestbegroeiingen.

Interessant is nog, dat de copepode *Eurytemora velox* aan de mond van de IJssel en in het Veluwemeer voorkomt. In het zoetwatergetijdengebied de Biesbosch, vinden we de nauw verwante soort *Eurytemora affinis*. Vermoedelijk is alleen het ontbreken van getijdenbeweging de oorzaak voor het ontbreken van *Eurytemora affinis* in het Veluwemeer. Hetzelfde geldt voor de diatomee *Actinocyclus normanni*, hoewel deze soort wel in 1958 gevonden werd in het IJsselmeer bij Harderwijk.

Terwijl de planktonsamenstelling en de chemische analyse ons reeds veel verteld hebben over de biologische toestand van het Veluwemeer, kan ook de bodemfauna ons inlichten over het aanwezige milieu. In vele gevallen is de bodemfauna (en flora) een betere „verklikker” van eventuele schommelingen in de milieufactoren dan het plankton of de chemie van het water. De bodemfauna en -flora stellen zich eerst op de lange duur in, terwijl het plankton en de chemische samenstelling zich op korte termijn kunnen wijzigen, zonder dat wij dit hebben waargenomen. De bodemfauna werd verzameld met behulp van een klein model bodemhapper, zoals die in de limnologie gebruikt wordt. Het bleek, dat de (zand)bodem op sommige plaatsen zo vast was, dat de happer geen vat had. In begroeiingen met kranswier, fonteinkruid, vederkruid en Waterpest was de bodem

op \pm 1 meter diepte met een dun laagje gereduceerde zwarte modder bedekt. Zand vermengd met klei werd gevonden op plaatsen langs de vaargeul. Door de helderheid van het water kan dit reeds met het blote oog worden waargenomen. In dwarsdoorsnede vinden we in het zuidelijke Veluwemeer bij de dijk van Flevoland een ondiep gedeelte met zandbodem, dan een ongeveer 4 meter diepe vaargeul met een dikke laag zwarte modder en vervolgens een enkele tientallen meters brede strook van fonteinkruid, Waterpest en watteranonkel, die bij afnemende waterdiepte overgaat in een lage en ijle begroeiing met kranswieren, met aansluitend een tapijt van hoger groeiende kranswieren (fig. 1). In de diepe vaargeul werden vrijwel als enige levende wezens rode *Tubifex* en rode muggelarven (*Chironomiden*) gevonden. In het ondiepere gedeelte tussen de waterplanten werden vele slakken aangetroffen, vooral *Valvata piscinalis*. Aan de waterplanten vinden we vele bolletjes van het blauwwier *Gloetrichia natans* (fig. 2) en kolonies van het mosdiertje *Cristatella mucedo* (fig. 3). Vrijwel overal komen kluiten van de Driehoeksmossel voor (fig. 4).

De bodemfauna van het zuidelijke Veluwemeer verschilde van het noordelijke deel. In nevenstaande tabel zijn de organismen aangegeven, die in een raai dwars over het zuidelijke Veluwemeer bij boei VM 61, ter hoogte van het zuidelijkste eiland, werden aangetroffen.

In de tabel is ter vergelijking de waarneming van de bodemfauna in het noordelijke meer opgenomen. Met x is aangegeven welke soorten in grote aantallen voorkwamen. De monsterpunten lagen ongeveer 100 meter uit elkaar. Opgemerkt moet worden, dat de in de tabel aangegeven groei van draadalgen niet overal was waar

te nemen. Het Darmwier (*Enteromorpha intestinalis*) groeide in kleine plukjes op de bodem en was sterk met kalk geïncrusteerd. Dit wier treffen we vooral in brakke en zwak brakke wateren aan en het vormde hier de hoofdzaak van de aanwezige draadalgen. Merkwaardig is, dat ook een sterke ontwikkeling voorkwam van het minder algemene Waternetje (*Hydrodictyon reticulatum*), een zoetwateralg (fig. 5). De andere draadalgen (*Spirogyra* en *Zygnema*) werden vooral op plaatsen gevonden waar voor de zuidkust verontreinigd water aanwezig was. In de bodemfauna traden dan ook op bloedzuigers (*Herpobdella octoculata*) en platwormen (*Dendrocoelum lacteum*). Een enkele maal werd een Vlokkreeft (*Gammarus pulex*) gevangen. In de tabel zijn voor het noordelijke Veluwemeer slechts twee waarnemingspunten vermeld, die representatief zijn voor de aanwezige soorten. Opvallend is het gering aantal Driehoeksmossels. Aan de zuidzijde, waar de invloed van verontreinigd water afneemt, nemen de aantallen Driehoeksmossels toe. De waarnemingen werden in oktober gedaan. Hierbij viel het ook op, dat er vrijwel geen bodemvegetatie meer aanwezig was in het noordelijke meer, terwijl er terzelfder tijd nog wel een bodemvegetatie aanwezig was in het zuidelijke Veluwemeer. Blijkbaar is er in het najaar een verschil in bodemvegetatie, die in de zomer niet aanwezig is. Dit kan door verschillende oorzaken ontstaan. Ten eerste kunnen door het troebele en verontreinigde (en dus bacterierijke) water van het noordelijke Veluwemeer de waterplanten sneller weggroten dan in het heldere en minder verontreinigde zuidelijke meer. Ten tweede bestaat de mogelijkheid, dat de vele zwanen, eenden en koeten in dit ondiepe water de gelegenheid hebben zowel de waterplanten als de Driehoeks-

	Zuidelijk meer						Noordelijk meer	
	bij vaargeul				bij zuidoever		noord	zuid
	1	2	3	4	5	6		
Slakken:								
Limnea ovata	x	o	o		o			
Valvata piscinalis	o	o	x	o		o	o	o
Hydrobia jenkinsi	o	o	o	o	o	o	o	o
Bithynia tentaculata								o
Planorbis vortex							o	
Mossels:								
Dreissena polymorpha	x	o	x	x	x	o	o	x
Pisidium sp.								o
Kreeftachtigen:								
Asellus aquaticus	o			o	o			
Eurycercus lamellatus						o		
Insectlarven:								
Oxythira (kokerjuffer)					o			
Leptocerus "				o				o
Neureclipsis "				o		o		o
Chironomus		o				o	o	o
Ephemeriden							o	
Wormen:								
Tubifex							o	
Waterplanten:								
Elodea	x	x						o
Chara				o	x	x	x	
Draadalg (flap):								
Enteromorpha				x	x	x	o	o
Spirogyra						o		
Zygnema						o		
Cladophora				o	o	o		
Hydrodictyon					o		o	

mossels op te eten. Dit laatste zal wel een rol spelen, maar dan zou dit ook het geval moeten zijn op de ondiepe plaatsen in het zuidelijke meer, wat niet het geval is. Er zijn daar nog volop waterplanten en Driehoekmossels aanwezig. Hierbij komt nog, dat er op het tijdstip van bemonstering nog geen grote aantallen zwanen en eenden aanwezig waren. De hydrobiologische waarnemingen wijzen daarom eerder op een intensievere bacteriële activiteit in het noordelijke meer door de waterverontreiniging, met als gevolg snellere afbraak van de plantengroei. Er is niet onderzocht, of ook vissen een aandeel hebben

in het verdwijnen van de waterplanten. De verontreiniging van het noordelijke Veluwemeer blijkt ook uit het uiterlijk van de waterplanten. In het zuidelijke meer zijn de planten fris groen. In het noordelijke vinden we op de bladeren een bruinwollige aangroei, bestaande uit massa's diatomeeën (*Gomphonema* sp.), oligochaete wormen (o.a. *Pristina* en *Nais*-soorten) en muggelarven. Tenslotte merken we nog op, dat in de diepe vaargeul alleen rode muggelarven, rode wormen (*Tubifex*), dode slakkehuizen en vele kleine levende erwtemosseltjes (*Pisidium* sp.) gevonden werden. De erwtemosseltjes zijn

in staat lage zuurstofspanningen te verdragen en leven daardoor vaak nog op plaatsen met weinig zuurstof.

Samenvattend kan dus opgemerkt worden, dat uit het hydrobiologisch onderzoek blijkt, dat het zuidelijke en het noordelijke Veluwemeer verschillen als biotoop. Het verschil wordt veroorzaakt door de invloed van verontreinigd IJsselwater of uitgeslagen polderwater in het noordelijke meer. Als type water neemt vooral het zuidelijke Veluwemeer een aparte plaats in onder de grote meren in ons land, door de grote helderheid van het water, de geringe planktonproductie, de zandige bodem en de geringe hoeveelheid zwarte modder. Het is ook het enige meer waarin beken uitmonden.

De grote hoeveelheden jonge Driehoeksmossels en slakken vormen een uitstekende bron van voedsel voor de aanwezige vissen, duikeenden en Meerkoeten. Zwem-eenden en zwanen vinden veel voedsel door de vegetaties van fonteinkruiden en andere waterplanten. Als waterwildreservaat heeft het meer daarom reeds internationale betekenis. Het is wenselijk, dat het ook als type water voor de limnologie in zijn huidige staat bewaard blijft.

We mogen dit artikel tenslotte niet eindigen zonder gewezen te hebben op de gevaren die er verbonden zijn aan het eventuele uitdiepen van het Veluwemeer. Behalve in de vaargeul is het Veluwemeer overal ondiep. Voor de recreatie is dit ongunstig en er werd reeds op gewezen, dat Waterstaat o.a. daarom het peil 's zomers verhoogt. Voor zwanen en zwemeenden is het ondiepe water juist geschikt in verband met het voedsel zoeken. Duikeenden kunnen hun voedsel wel in dieper water vinden. Door het waterpeil in het najaar weer te verlagen wordt tevens tegemoet gekomen aan de behoeften van deze wa-

tervogels, en het beheer is daarom in zijn huidige vorm een bijkans ideale oplossing voor de wensen van recreatie en natuurbescherming. De mogelijkheid is echter niet uitgesloten, dat men voor zandwinning het Veluwemeer tot op grote diepte gaat uitzuigen, zoals dat meer en meer gedaan wordt in andere grote meren. De watervogels zijn hier niet mede gediend, daar zij dan hun voedsel niet meer kunnen bemachtigen. Ook hydrobiologisch zijn er bezwaren, daar de bodemfauna kan verarmen. In onze andere eutrofe meren is dit zeker het geval; het wordt dan veroorzaakt door langdurig zuurstofgebrek aan de bodem. Dit heeft ook ongunstige gevolgen voor de visserij. Men kan verder moeilijk voorspellen hoe zich na uitdieping de waterhuishouding en de biocoenose zullen instellen. We weten echter wel, dat in het huidige ondiepe Veluwemeer een gunstige toestand aanwezig is, behalve in de 4 m diepe vaargeul. Gelukkig is uitdieping van het zuidelijke Veluwemeer uit waterstaatkundig oogpunt ongewenst in verband met de grote ondoorlatendheid van de bovenste zandlagen. Misschien kan men ook nog lering trekken uit het feit, dat men in Amerika juist kleine ondiepe meertjes van geringe afmeting aanlegt, de zogenaamde oxydation-ponds, omdat de biologische zelfreiniging van verontreinigd water hierin zo uitstekend verloopt.

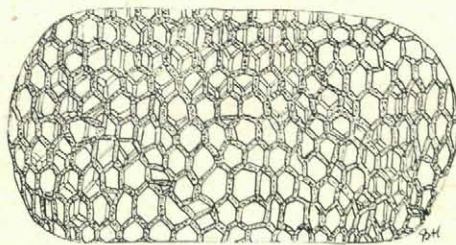


Fig. 5. *Het Waternetje* (*Hydrodictyon reticulatum*).