Mei 1980

DE NUMERIEKE VERWERKING VAN MACROFAUNA-GEGEVENS UIT DE MARIAPEEL (L.) OVER DE JAREN 1976, 1977 EN 1978; MOGELIJKHEDEN VOOR VERDER ONDERZOEK

R.H.J.EVERS

Sectie Hydrobiolgie,
Landbouwhogeschool,
De Dreijen 12, Wageningen

Verantwoording

Door de veelheid van verwerkte/besproken gegevens is bij het schrijven van dit verslag voor een indeling gekozen die enige toelichting vereist. Doelstellingen hierbij waren:

- Een zo consequent mogelijke scheiding tussen basis-gegevens en de daarop gebaseerde uitwerkingen / besprekingen.
- Te komen tot een zo overzichtelijk mogelijke Inhoudsopgave, gespecificeerd in een algemeen- en resultaten deel.
- Het vervolgens combineren van alle gegevens per jaar / uitwerking, zodat men direct alles bij de hand heeft.

Niets uit dit verslag mag worden geciteerd, dan wel verveelvoudigd en / of openbaar gemaakt, zonder voorafgaande toestemming van de sectie Hydrobiologie, Landbouwhogeschool, De Dreijen 12, Wageningen.

INHOUD

			pag.
	Voorwoord		1
I	Inleiding	1. De Mariapeel, gebied	2
		2. Waterhuishouding	2
		3. Beheersmaatregelen	3
		4. De monsterpunten	4
II	Probleemstelling en doel van Clusteranalyse		5
III	Materiaal en methoden		
		1. Veld en laboratoriumwerk (1977)	8
		2. Numerieke verwerking, algemeen	9
		3. Verwerking CLUST 1-4; CLUSTN-1C	15
IV	Resultaten	1. Veld en laboratoriumwerk (1977)	18
		2. Numerieke verwerking 1976 I-II-J	28
		1977 A-L-T	35
		1978 A-L-T	43
V	Discussie	1. Numerieke verwerking 1976 I-II-J	52
		(55) ← vergelijking 1977 A-L-T	53
		1978 A-L-T	54
		2. Numerieke classificatie - Hydrobiologie	56
VI	Suggesties	1. Input basisgegevens / interpretatie	58
		2. Gebruik CLUSTN-1C, t.a.v. Hydrobiologie	60
VII	Literatuur	1. Clusteranalyse, numerieke methoden	61
		Gebruikte studentenverslagen L.H.	61
		2. Determinatieliteratuur	62
	Kaarten	I. Mariapeel, situatie / monsterpunten 1977	6
		II. Mariapeel, situatie / monsterpunten 1976	7
	Figuren	1. Volgorde van stappen in Clusteranalyse	64
		2. Classificatie van clustermethoden	65
		3. Vergelijking van indices en methoden	66
		4. Geometrisch -Euclidisch- afstands-model	67

VOORWOORD

Dit is een verslag over Clusteranalyse, of, om precieser te zijn, een poging om te komen tot een bruikbare numerieke classificatie van watertypen in het CRM-reservaat 'de Mariapeel' (L), aan de hand van samenstellingen van aquatische-(benthische) levensgemeenschappen.

Als basis voor dit verslag dient een door een medestudente en mijzelf uitgevoerd onderzoek naar "macrofauna in een gradiënt-situatie", (v.d.Heide & Evers, 1977), aangevuld met macrofauna-gegevens uit de jaren 1976 en 1978 (Schouten & v.Starkenburg, 1976; Schellinkhout & Visser, 1978), en enige fysisch/chemische parameters over deze jaren.

Methoden van numerieke classificatie zijn aanvankelijk ontwikkeld in de plantensociologie en diertaxonomie. Pas sinds kort vinden deze methoden, w.o. clusteranalyse hun opgang in de aquatische oecologie. T.a.v. gebruik van clusteranalyse in de Hydrobiologie geldt als basisgedachte, dat veranderingen in waterkwaliteit in ruimte en tijd kunnen worden gevolgd vanuit een vergelijking van aantallen en/of structuur van twee of meer populaties of levensgemeenschappen. In tegenstelling tot b.v. trofie- en saprobie systemen, of classificatie waarin aan soorten een indicatieve waarde wordt toegekend, werkt de Clusteranalyse met"Collecties" i.p.v. met soorten en valt als zodanig onder de quantitatieve waterbeoordelings-methoden. Zijn overeenkomsten en verschillen tussen twee of enkele monsterpunten, volgens een gekozen vergelijkend criterium, nog met het oog te overzien: Bij een vergelijking van een groter aantal monsterpunten waarbij de affiniteit tussen elke twee punten in een matrix is vastgelegd, biedt clusteranalyse de mogelijkheid tot'simplificatie',waarin slechts de meest duidelijke relaties tussen groepen Collecties in "Clusters", ("Hierarchisch - dichotoom") weergegeven worden, d.m.v. een "Dendrogram" (zie Methoden 2.).

In het kader van een meerjarig onderzoek van de sectie Hydrobiologie aan de Driehonderd Bunders zijn de afgelopen jaren grote aantallen gegevens verzameld m.b.t. macrofauna-samenstelling van een aantal vastgekozen bemonsteringspunten. Tevens hebben een aantal beheersmaatregelen plaatsgevonden die tot doel hebben het dystrofe karakter van het gebied te waarborgen en waar nodig te herstellen. Hierdoor valt te verwachten, dat dicht bij elkaar gelegen monsterpunten in toenemende mate op elkaar zullen gaan lijken in fysisch/chemische zin én qua samenstelling van levensgemeenschappen. Clusteranalyse lijkt één van de aangewezen middelen om een zich instellende gradiënt in waterkwaliteit te vervolgen in de ruimte (-bij voldoende uniformiteit van de monster- en verwerkingsmethoden over toekomstige jaren-), mogelijk eveneens in de tijd.

I INLEIDING

1. De Mariapeel, het gebied

Het CRM-reservaat 'De Mariapeel' ligt in Noord Limburg, op de grens met Noord Brabant in de gemeenten Horst, Sevenum en Deurne. Het gebied wordt aan de westzijde begrensd door de Helenavaart en aan de noordzijde door het Griendsveenkanaal. Het bestaat uit drie gedeelten, te weten: Het Mariaveen in het zuiden, het Griendsveen of Horster Driehoek in het noordoosten en de Driehonderd Bunders in het noordwesten (zie kaart I; basiskaart:Staatsbosbeheer, 1970).

De Mariapeel ligt middenin de voormalige 'Peel', eens een uitgestrekt boreaal hoogveen dat zich 8000-9000 jaar geleden ontwikkelde op pleistocene zandgronden. De grondwaterstand op deze zandgronden was hoog vanwege een slechte zijwaartse afwatering en een ondoorlatende lemige ondergrond: rivierafzetting van Dommel en Maas. In de ooit zo uitgestrekte Peel hebben afgraving en ontginning in zodanige mate plaatsgevonden, dat slechts in de Grote Peel, de Deurnense Peel, de Helenapeel en de Mariapeel nog hoogveen te vinden is. Deze peelkernen, volgens Westhoff et al.(1973), zijn als „kruimels uit de vroegere koek", en doen nog slechts oppervlakkig aan hun afkomst herinneren. (Westhoff,V. "Wilde Planten" Deel 3).

Als de meeste hoogveenrestanten in Nederland behoort de Mariapeel tot de zogenaamde 'afgetakelde hoogvenen': zover afgegraven, ontwaterd of door brand gedegenereerd, dat men van het oorspronkelijke veenpakket alleen nog kleine blokken, richels en kaden terug vindt. De begroeiing bestaat overwegend uit Pijpestrootje (Molinia caerulea), Zachte Berk (Betula pubescens) en Struikheide (Calluna vulgaris). Nieuwe veenvorming is door verregaande uitdroging nauwelijks meer mogelijk; de turfgaten en veenputten in zulke afgetakelde hoogvenen zijn soms eeuwen oud en niet meer dichtgegroeid.

2. De Mariapeel, waterhuishouding

Bij de ontvening van hoogveengebieden zijn veel kanalen gegraven waarlangs het gestoken veen per turfschip kon worden afgevoerd. Deze 'wijken' treft men ook aan in de Driehonderd Bunders, waar ze de vorm hebben van vorken met drie tanden en waarvan de stelen in open verbinding stonden met de Helenavaart. Van zuid naar noord, op kaart I en IV weergegeven door middel van Romeinse cijfers,

worden hier de wijken genummerd van nul tot twaalf. Op de grens van de Driehonderd Bunders en Horster Driehoek ligt voorts een ± 2500 m. lang kanaal, de Eerste Hoofdwijk genaamd. (zie Kaart I).

Het waterpeil van de wijken ligt hoger dan dat van het grondwater in het omringende gebied. Het hierdoor optredende kwelwater wordt door een stelsel van afwateringsslootjes afgevoerd. Infiltratie met maaswater door de Helenavaart; kwel en afwatering tezamen, bewerkstelligen in dit terrein gradienten van nat tot droog - en voedselrijk tot voedselarm (Schroevers, 1966). Dit komt tot uitdrukking in een gevarieerd voorkomen van vennen, moeras, heide en bos. Ondanks de verregaande ontvening van het Mariaveen, vertoont dit gebied nog de meeste overeenkomst met de oorspronkelijke 'Peel': er is hier slechts één kanaal (Broemeerkanaal) gegraven. Dit hoogstgelegen, met regenwater gevoedde gebied heeft dan ook meer hoogveenplassen, veenputten en vennen van dystroof karakter dan elders in de Mariapeel. In de zuiverste gevallen zijn dit stilstaande plassen van een extreem zuur en electrolyten- arm type. (meded.Drs. J.C.M.Cuppen)

3. De Mariapeel, beheersmaatregelen

Ontvening en ontginning van de Mariapeel heeft plaatsgevonden tot 1952. In 1964 werden onderhoud en beheer van het gebied - nu reservaat - overgedragen aan Staatsbosbeheer. Vooralsnog stonden de wijken van de Driehonderd Bunders en de Eerste Hoofdwijk in open verbinding met de Helenavaart, respectievelijk het Griendsveenkanaal; dit om droogvallen van de wijken te voorkomen. Als gevolg van toenemende eutrofiering vanwege het inlaten van steeds meer maaswater via de Helenavaart, zijn in 1972 alle verbindingen met de wijken afgesloten met dammen, hier en daar voorzien van duikers. (zie Kaart I en II).

Teneinde in natte perioden het overtollige water van de vennen af te kunnen voeren naar de Eerste Hoofdwijk, werden in ditzelfde jaar verbindingsslootjes gegraven tussen de vennen van het Mariaveen, de nulde wijk en de Eerste Hoofdwijk. In de aldus ontstane situatie konden de wijken in twee, niet met elkaar in verbinding staande trajecten worden ingedeeld: Traject I. van het vennencomplex langs de nulde wijk en het Prulvaartje, tot aan de Eerste Hoofdwijk.

Traject II. van wijk 11 langs de wijken 10,9 en 8, lisdoddeven en wijk 7. (gerealiseerd door verbindingskanaaltjes tussen wijk 10 en 9; wijk 8, lisdoddeven en wijk 7).

In tijd van droogte werd water uit het Griendsveenkanaal ingelaten aan de noorkant van de Eerste Hoofdwijk en water uit de Helenavaart ter hoogte van wijk 11. Met afnemende nummering der wijken was er aldus sprake van een gradient van relatief eutroof naar relatief oligotroof (Cauwenbergh et al. 1973). Herhaaldelijk inlaten van maaswater, tijdens de droge zomers van 1975 en 1976 veroorzaakte een nivellering tot meer eutroof. (Schouten & v.Starkenburg, 1976).

De recente beheersmaatregelen van voorjaar 1977 hebben een dusdanig karakter, dat van een geheel nieuwe situatie kan worden gesproken. Door het graven van kanaaltjes tussen de Eerste Hoofdwijk en wijk 11 en tussen de wijken 7-6 en 4-3, staan nu vrijwel alle wijken van de Driehonderd Bunders in verbinding met elkaar langs een traject lopend van het oorspronkelijke Traject I, via wijk 11 en alle overige wijken naar het zuiden toe, tot aan wijk 1.
Wijk 1-0, alsmede het vennencomplex van het Mariaveen, zijn d.m.v. een - reeds in 1972 gebouwde - dam van de overige wijken in de Driehonderd Bunders afgesloten. Water van buiten het gebied wordt nu nog slechts ingelaten op één punt, t.w: bij de verbinding van de Helenavaart met wijk 2, tegenover monsterpunt 25.(zie Kaart I.).
In het vroege voorjaar van 1978 (ná de 1977 verslag gedane periode), is een verbinding gegraven tussen het Defensiekanaal en de Eerste Hoofdwijk. Op deze manier hoopt men de Eerste Hoofdwijk ruimer met oligotroof water te kunnen voeden en aldus het voedselarme karakter van het gebied te kunnen waarborgen .(Schellinkhout & Visser, 1978).

4. Ligging der monsterpunten

Monsterpunten van najaar 1977 , zijn overwegend dezelfde als beschreven in Schouten & v. Starkenburg,(1976). Vervallen zijn de oude punten 12 en 10, respectievelijk aan het Lisdoddeven en aan de Helenavaart, ter hoogte van de 11^{e} wijk. Hiervoor in de plaats kwamen de punten 17 en 25, respectievelijk aan de zuidoever van de 8ste wijk en tegenover het nieuwe inlaatpunt bij de 2de wijk (I.3). Toegevoegd zijn de punten 20 t/m 24, gelegen aan de 6^{e} t/m de 2^{e} wijk, in een door cultuurmaatregelen beinvloed weidegebied nabij de Emmahoeve.

De oude nummering der punten is herzien en gerangschikt in een met het traject overeenkomende volgorde.(zie Tabel 1; Kaarten I en II).

Noot: Wijknummers (Kaart I en IV) weergegeven in romeinse cijfers!

II PROBLEEMSTELLING EN DOEL VAN HET ONDERZOEK

In de loop der jaren zijn aan het kanalensysteem van de Driehonderd Bunders een aantal maatregelen getroffen, waarmee men droogvallen van de wijken wil voorkomen en tegelijkertijd de inlaat van eutroof water wil tegengaan. (zie I.3).

Op grond van recente beheersmaatregelen valt te verwachten, dat zich in toenemende mate een gradiënt zal instellen naar een meer oligotrofe situatie; via een traject lopend van de 2e wijk noordwaarts tot aan wijk 11 en langs de Eerste Hoofdwijk zuidwaarts tot in de nulde wijk en het verbindingsslootje met het vennencomplex van het Mariaveen. (zie Kaart I).

Veranderingen in een gradiënt van eutroof - oligotroof, als gevolg van maatregelen aan de waterhuishouding, zullen op langere termijn hun invloed doen gelden op de samenstelling van benthische levensgemeenschappen. Diverse macrofauna soorten zijn indicatief voor dystroof, dan wel eutroof water, terwijl vele insectenlarven, afhankelijk van stadium en trofische specialisatie voor hun ontwikkeling constante milieuvoorwaarden vereisen.

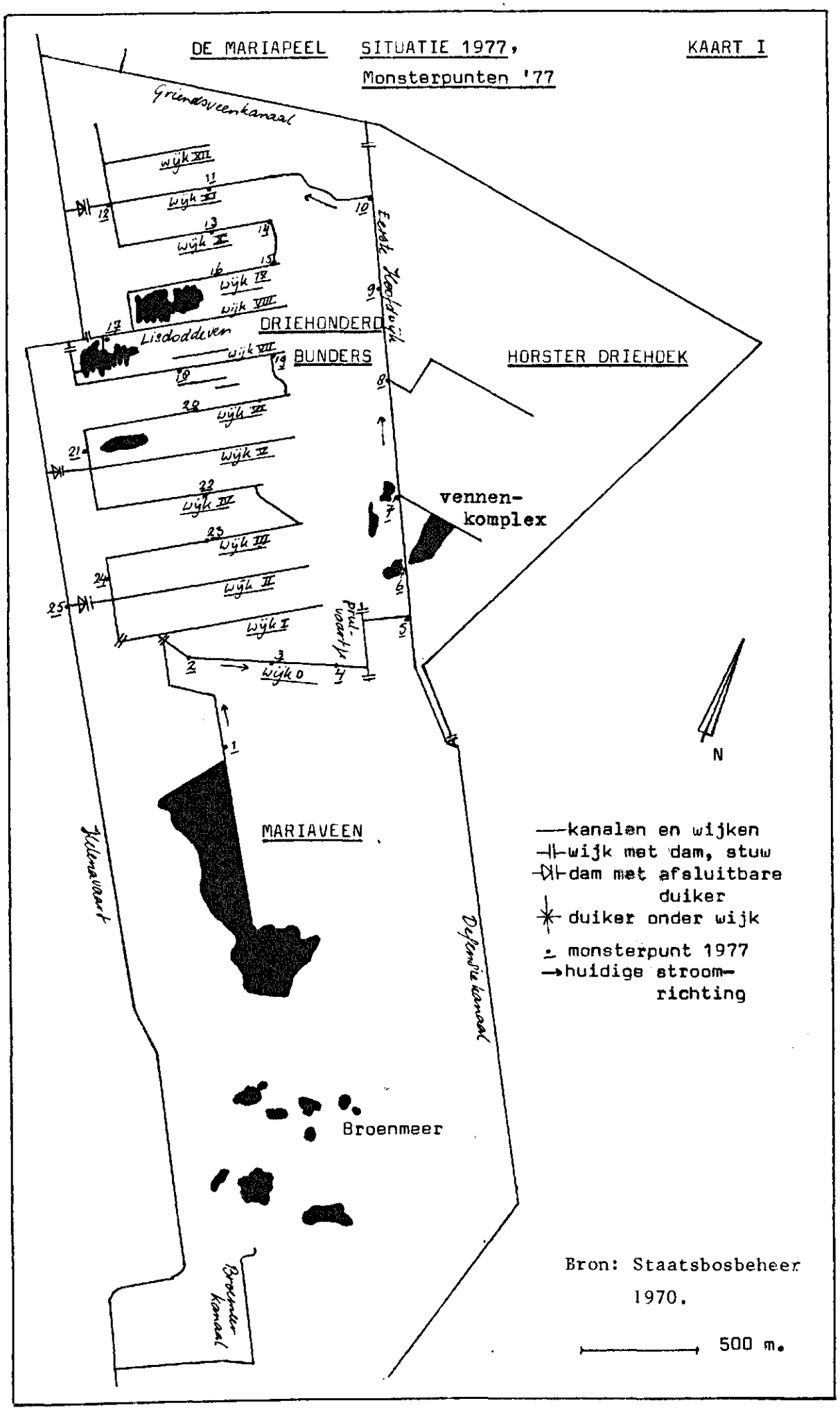
Het doel van een Clusteranalyse in dit stadium van het Mariapeel onderzoek kan tweeledig worden genoemd:

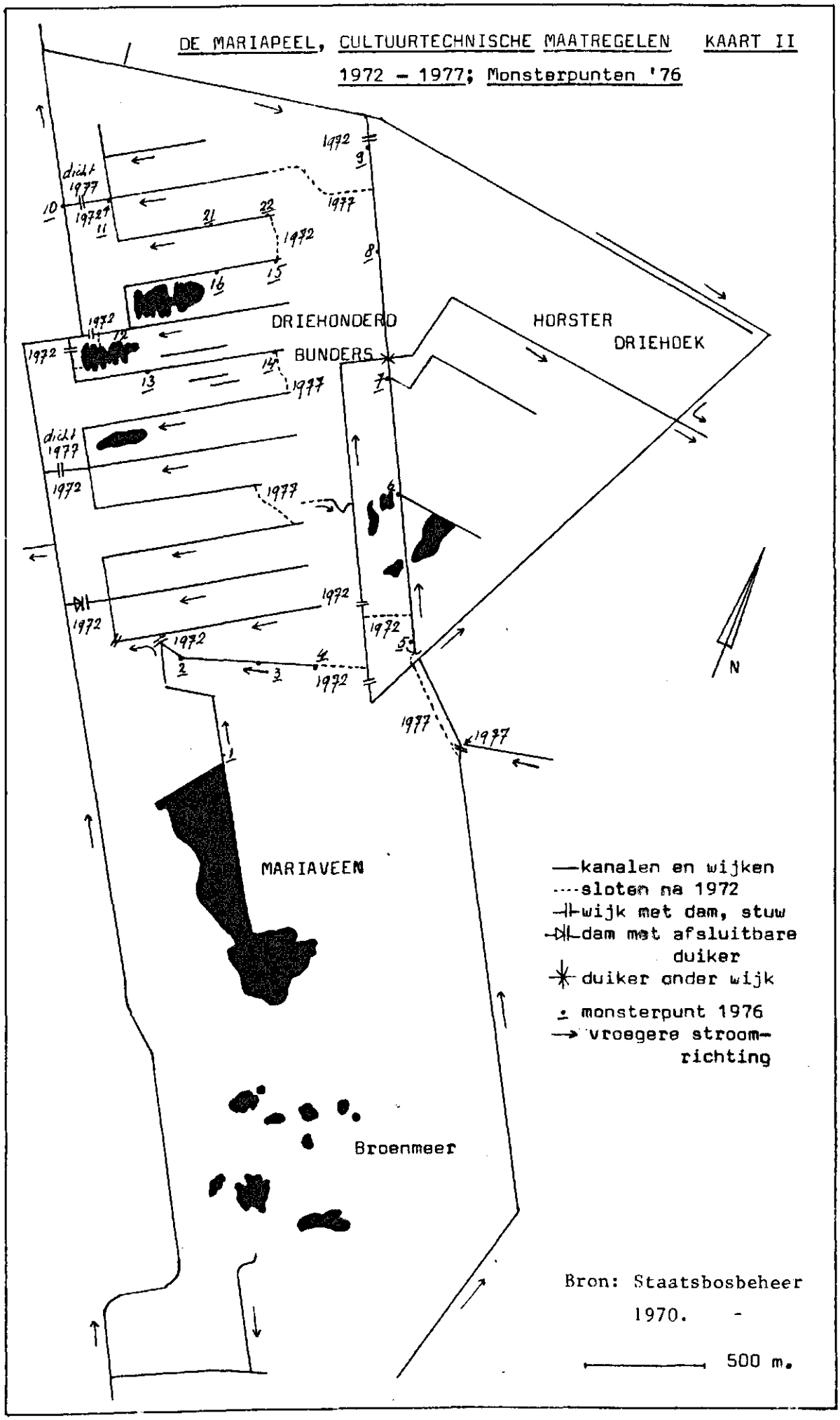
1. Het vervolgen van veranderingen in waterkwaliteit en in een zich mogelijk instellende gradiënt hierin, aan de hand van waarnemingen aan de structuur van benthische levensgemeenschappen pér jaar en door vergelijking van verkregen classificaties over de jaren 1976 - 1977 - 1978.

2. Vanuit de basis- gedachte: "Geen wetenschap is beter dan zijn methode",(Popper): Nagaan van de mogelijkheden die methoden van numerieke classificatie bieden voor gebruik in de Hydrobiologie, uitgaande van de Nederlandse situatie. Speciaal wordt hier gedacht aan a. "Welke beginvoorwaarden kan men stellen t.a.v. monstername; verwerking- en bewerking van vangstgegevens alvorens tot classificatie over te gaan?"

   b. "Wat zijn de mogelijkheden en beperkingen van de combinaties van bewerkingen en Clustermethoden; hoe dienen de resultaten te worden geïnterpreteerd?"

   c. "Hoe bruikbaar blijken de classificaties in relatie tot 'conventionele methoden'; Wat zijn de mogelijkheden tot hanteren van numerieke methoden aan het Rekencentrum van de Landbouwhogeschool?"


DE MARIAPEEL SITUATIE 1977, KAART I
Monsterpunten '77
Griendsveenkanaal
wijk XII
wijk XI
wijk X
wijk IX
wijk VIII
Lisdoddeven
wijk VII
wijk VI
wijk V
wijk IV
wijk III
wijk II
wijk I
wijk 0
Eerste Hoofdwijk
DRIEHONDERD BUNDERS
HORSTER DRIEHOEK
vennen-komplex
prul-vaartje
MARIAVEEN
Kelenavaart
Defensiekanaal
Broenmeer
Broenmeer kanaal
N
kanalen en wijken
wijk met dam, stuw
dam met afsluitbare duiker
duiker onder wijk
monsterpunt 1977
huidige stroom-richting
Bron: Staatsbosbeheer 1970.
500 m.


DE MARIAPEEL, CULTUURTECHNISCHE MAATREGELEN KAART II
1972 - 1977; Monsterpunten '76
DRIEHONDERD BUNDERS
HORSTER DRIEHOEK
MARIAVEEN
Broenmeer
N
—kanalen en wijken
····sloten na 1972
wijk met dam, stuw
dam met afsluitbare duiker
duiker onder wijk
monsterpunt 1976
vroegere stroomrichting
Bron: Staatsbosbeheer 1970.
500 m.

III MATERIAAL EN METHODEN

1. Veld- en laboratoriumwerk (v.d. Heide & Evers, 1977).

Gemonsterd werd op 5 achtereenvolgende maandagen, gedurende de periode 10-10 t/m 17-11 1977. Weersomstandigheden waren overwegend droog en zonnig, met buitenlucht-temperaturen schommelend tussen 11 - 17 °C. en in het algemeen windstil. (ligging mp's: Tabel 1.).

Per monsterpunt werden middels een standaardformulier de volgende veldgegevens opgenomen: Breedte en diepte van de wijk; hoogte en helling der oevers; oevervegetatie en mate van beschaduwing; waterplanten bedekkingspercentages; bodemprofiel (d.m.v. steekbuis). Ter plaatse werden temperatuur,(°C, kwikthermometer) en pH,(Metrohm Herisau pH-meter E48) gemeten. Watermonsters voor chemische analyse (200ml. polytheen flesjes; glazen zuurstofflesjes, 3-voud), werden dezelfde dag verwerkt. Laboratoriummetingen omvatten geleidingsvermogen,(Cenco-FTD EGV-meter) en chloridegehalte,(volgens NEN 1056 IV-1, titrimetisch bepaald). Het zuurstofgehalte werd bepaald met de titrimetrische methode volgens Winkler. Kleur en helderheid van het water zijn met het oog geschat. Nitraat-, ammoniak- en fosfaatgehalten zijn niet bepaald, zodat geen informatie werd verkregen omtrent de nutriëntenrijkdom van de monsterpunten (zie Tabel 2.abc.).

Na het uitvoeren van de veldbepalingen werd de macrofauna bemonsterd. Hiertoe werd een schepnet (-basis 27cm, maaswijdte 0.5mm), schoksgewijs over de bodem bewogen over een afstand van 1 m (mp 25: 2 m ; mp 11:3 m). Getracht werd, gedurende de monstername zoveel mogelijk habitats, zoals oever- en waterplanten, te bestrijken. Het bemonsterde substraat, incl. macrofauna werd in plastic zakken vervoerd en tot nadere verwerking bij 5°C bewaard. De 5 wekelijkse monsters werden zo snel mogelijk schoongespoeld, gebruikmakend van een set bodemzeven met gaaswijdten van resp. 4.0; 1.0; 0.5 mm en aldus 'grof','midden' en 'fijn' gefractioneerd. In witte bakken werden de achtereenvolgende fracties met zeer kleine hoeveelheden tegelijk uitgezocht. De macrofauna werd zoveel mogelijk op groepen gesorteerd en m.b.v. alcohol 80% geconserveerd. Bij voorkomen van een soort in extreem grote hoeveelheden werden rest-schattingen gemaakt van de aantallen, dan wel 1/4 van het monster geteld.

Determineren en tellen van de gesorteerde macrofauna geschiedde na de monsterperiode, uitgezonderd Tricladidae, Oligochaeta en Hirudinae, welke direct na uitspoelen werden verwerkt (zie Tabel 3a.).

2. Numerieke verwerking van gegevens. Algemeen

Technieken van Numerieke Classificatie in de Oecologie d.m.v. Clusteranlyse zullen puntsgewijs worden weergegeven, onderverdeeld in discrete stappen: Monsterdoel en Monstername; Data - input; Affininiteits-criterium; soort van Clusteranalyse -Strategie. Voorzover van belang en/of gebruikt in de huidige verwerkingen zullen de genoemde punten in 'Suggesties' verder worden toegelicht.

-Monsterdoel en Monstername De wijze waarop de in een gebied voorkomende bentho-fauna wordt bemonsterd zal in de eerste plaats afhangen van de situatie ter plekke: Mogelijk is er sprake van een te onderzoeken gradiënt in biota. Hiervan mag worden aangenomen, dat deze in horizontale en/of verticale richting verloopt. De monsterplaatsen zullen derhalve naar aard van het gebied en het probleem worden gekozen op 1. Interessante plekken; 2. Random via een 'gridverdeling'; 3. over gelijke afstanden. Per monsterpunt kan men geinteresseerd zijn in 1. Samenstelling in soorten- en aantallen van de biocoenose ter plekke; 2. Verhoudingen van soort-groepen; 3. Presentie/absentie van (indicator)species. Wijze van monstername (Quantitatief d.m.v. een bodemhapper; semi-quantitatief d.m.v. een schepnet), alsmede de nauwkeurigheid die wordt betracht bij aantals- en soort-bepalingen zullen hiermee in grote mate samenhangen. Het monsterprogramma kan varieëren naarmate men meer geinteresseerd is in relaties tussen monsterpunten in de ruimte (éénmalige serie monsters); dan wel in de tijd (diverse series monsters, over bepaalde intervallen). In het laatstgenoemde geval zal men rekening moeten houden met drie 'natuurlijke tijdschalen': etmaal; seizoen en jaar. (zie Clifford & Stephenson, 1975; Boesch, 1977).

-Data-input. De basis-gegevens zullen doorgaans bestaan uit een tabel waarin enerzijds gegeven zijn de Monsterpunten (X-richting); anderzijds de taxonomische eenheid én een maat voor voorkomen per monsterpunt (Y-richting). Meest voorkomende aantalsmaten zullen zijn: Binair, (1:present; 0;absent); Geordend Multistate (aantalsklassen A - B - C, etc.); Quantitatief - Meristisch, (0 - ∞). Op de oorspronkelijke gegevens kan vervolgens Data-reductie worden toegepast; uitgaande van een voorgenomen computer-verwerking om de volgend mogelijke redenen: 1.Reductie van de omvang van de uit te voeren berekening (tijd = kosten); 2. Mogelijkheid om bepaalde typen classificatie te gebruiken; 3. Elimineren van niet relevante data. Meest toegepaste data-reducties zijn 1. Elimineren van 'Attributen' die slechts 1 x op één monsterpunt voorkomen; 2. Elimineren van 'Collecties' (monsterpunten/monsterdata), die reeds op het oog buiten de classificatie vallen, dan wel samenvallen.

Verdere bewerking van de data-matrix: N-'Entities',(Collecties, Populaties), waaraan p-'Attributes',(Eigenschappen, Individuën) worden gemeten (Boesch, 1977), kunnen omvatten: data-transformatie en data-standaardisatie. Data-transformaties zijn doorgaans log (x+1) of $x^{1/ex.}$ bewerkingen, met als effect 1. Reductie van abundante soorten bij intercollectie vergelijking; 2. Reductie van hoge dichtheden bij inter-species vergelijkingen. Transformaties geven geen rekenschap van de totale scores binnen populaties; als zodanig blijft enig quantitatief aspect van de monstermame hier behouden. Data-standaardisatie in meest gebruikte vorm is standaardisatie van Collectie-totalen $x_i/\Sigma x_i$ of Attributen-totalen $x_j/\Sigma x_j$, waarin het belang van de i-j^e soort wordt weergegeven in verhouding- of percentage van het totaal van respectievelijk Attributen- en Collectiescoren. Ook wordt wel dubbele-standaardisatie toegepast. Standaardisatie maakt gebruik van de gehele data-matrix en wordt vooral toegepast wanneer monstermame niet quantitatief is (schaalproblemen): Bij enkelvoudige standaardisatie op Collectie-totalen gaat het quantitatieve element van monstermame bij intra-species vergelijking verloren, maar blijft bij inter-species vergelijking gehandhaafd (zie Boesch, 1977).

Bij behandeling van de data-matrix werd ervan uitgegaan dat deze gebruikt zou worden voor Normale classificatie,(Q-analysis): Het classificeren op de graad van overeenkomst tussen Collecties, op basis van de aangetroffen Attributen. Door kantelen van de data-matrix kan een tweede mogelijkheid; Inverse classificatie,(R-analysis), worden benut: Dit komt neer op classificatie van de Attributen, op grond van hun voorkomen in Collecties. Daar volgens afspraak altijd op'Entities'wordt geclusterd, worden in geval van Inverse classificatie de monsterpunten als Attributen gedefiniëerd. (zie Boesch, 1977).

-Affiniteitscriterium. Omtrent nomenclatuur van vergelijkende indici heerst in de literatuur geen eenduidigheid. Hier behandelde coëfficienten vallen allen in de klasse: (Eng.)"Comparative measures of inter-Entity resemblance". Begrippen als affiniteit; associatie; similariteit, worden vaak door elkaar gebruikt en vaak worden begrippen 'dissimilarity' en 'inter-Entity distance' met elkaar verward. Volgende rangschikking (Boesch, 1977), beoogt enige eenheid in begrippen te bewerkstelligen:

-Similariteits-coefficient	-Qualitatief (Binair)	→ 0 - 1
"Associatie-coeff." ←	-Quantitatief (Meristisch)	→ "
-Dissimilariteits-coeff.	"	→ (0)-(-1)
-(Dis)similariteits-ratio	"	→ 0-100%
-Correlatie-coefficient		→ (-1)-(+1)
-Geometrische afstandsmaten		→ 0 - ∞

Gemene deler tussen alle genoemde affiniteits-criteria is, dat ze volgens een van tevoren vastgelegd wiskundig criterium (algorithme), relaties tussen ieder van de paren Collecties in een getalwaarde weergeven. Hieruit ontstaat een symmetrische matrix, zodat met presentatie van de helft ervan volstaan wordt (fig. 1). Een bruikbare defenitie van een affiniteits-matrix zou aldus kunnen luiden: "Paarfuncties,[1] die de overeenkomst meten tussen N- Collecties; aan de hand van p- Attributen" (naar Povel, 1977). De keuze van het affiniteitscriterium is b.v. een oecologische dan wel taxonomische; terwijl een belangrijk argument wordt gevormd door de benodigde computertijd en in geval van mankracht, het gemak waarmee de berekening kan worden uitgevoerd. Fig. 3a. geeft een overzicht van diverse vergelijkende indici; verwachte effectiviteit t.a.v. hier: Oecologische problemen; Vereiste determinatieniveau en gemak van berekenen. Voor een groot aantal doeleinden is een niet minder groot aantal indici beschikbaar, waaraan uitgebreide theoretische beschouwingen zijn gewijd. Van belang is te beseffen, dat iedere index informatie-verlies betekent, zodat men de aard hiervan moet overzien en op moet passen voor "mathematische pseudo-exactheid".(Everitt, 1974). Drie in het huidige onderzoek gebruikte affiniteits-criteria zijn:
-Qualitatieve similariteits Quotient van Sørensen (Sørensen, 1948);
-Quantitatieve similariteits Coefficient van Czekanowski,(Czekanowski, 1913;=Quantitatieve extensie van 'Dice', Bray,J.R. & J.T.Curtis, 1957).
-'Squared Euclidian Distance' (Geometrische afstand), (Sokal, 1961).
"Sørensen": De simpelste index m.b.t. berekening + effectiviteit en op theoretische gronden. Kort gezegd is het een maat voor gemeenschappelijk voorkomen en werkt als zodanig met- (of veroorzaakt een reductie tot-) binaire kenmerken. (zie tabel 6; fig 3a-b.; Hawkes, H.A. ed., 1977).
Czekanowski's coëfficient: Hogere effectiviteit t.a.v. gebruik in het 'water - management';alsmede ingewikkelder berekening. Deze index vormt kort gezegd een maat voor gemeenschappelijk -relatief- voorkomen en gebruikt aldus meristische Attribuut-kenmerken (zie output CLUST; fig 3)[1'].
"Sokal": De effectiefste index op theoretische gronden, met een goede bruikbaarheid in de (aquatische)oecologie. Deze index is de meest gebruikte (of afleidingen hiervan), indien geavanceerde rekenapparatuur voorhanden is. Overeenkomsten tussen twee Collecties worden voorgesteld als afstanden in een p-dimensionale ruimte, in wat genoemd wordt, een Geometrisch model.(zie uitdraai CLUSTN-1C; fig. 3a-b; fig. 4.)[1'].

Consequenties van keuze van bovengenoemde drie indici, alsmede hun meest relevante eigenschappen, worden in 'Suggesties' verder toegelicht.

1) N(N-1)/2 in aantal

1') CLUSTN-1C : Aanwezig op de sectie Hydrobiologie.

-Soorten van Clusteranalyse. Meest gebruikte, verst ontwikkelde clustertechnieken -zeker ten aanzien van gebruik in de quantitatieve oecologie- zijn de Hierarchische - Agglomeratief-polythetische - Combinatorische methoden, (fig. 2, onderstreept). Eigenschappen van bovengenoemde methoden worden het best geillustreerd aan de plaatsing ervan binnen het scala van bestaande clustertechnieken (fig.2): Exclusief-Intrinsieke methoden gaan ervan uit, dat te classificeren Collecties slechts tot één groep kunnen behoren en de door classificatie gevormde groepen uitsluitend worden gebaseerd op Attribuutkenmerken. (Dit in tegenstelling tot methoden waarbij Collecties enkele keren geclassificeerd kunnen worden en groepen b.v. worden gevormd op grond van tevoren vastgestelde criteria: Non-exclusief-Extrinsiek; van geen belang in de (aquatische)oecologie (Boesch, 1977)) Non-hierarchische- versus Hierarchische methoden vertonen als belangrijkste verschilpunt, dat eerstgenoemde methode de tot-stand-koming van homogene groepen optimaliseerd maar geen relaties legt tussen de groepen onderling; de tweede methode daarentegen, legt waar mogelijk relaties: Inter Collectie—Collectie ; Groep—Collectie of Groep—Groepen,[2] al naar gelang de berekende niveau's van overeenkomst tussen eenheden. Bij Hierarchische methoden zijn de gevonden relaties tussen N- Collecties aldus in één figuur -Dendrogram- dichotoom vertakt, weer te geven. Méér dan het vormen van homogene groepen, beogen Exclusief - Intrinsiek - Hierarchische classificaties te komen tot indeling van Collecties in z.g. 'Natuurlijke groepen'; waarmee de toepassing van de methode in de -numerieke-biologie verklaard wordt. Divisieve- versus Agglomeratieve methoden vertonen als verschil dat in het eerste geval wordt uitgegaan van N- Collecties, die vervolgens via 'fissies' worden opgedeeld in afzonderlijke eenheden. Voorbeeld van een 'Divisief-(monothetische)'werkwijze wordt gegeven door de -klassieke- Systematiek, waarin Collecties op grond van meerdere kenmerken verwantschap kennen, maar op grond van -meest- unieke kenmerken tot op eenheden worden uitgesplitst. Numeriek-Divisieve methoden geven zeer goede classificaties maar vergen veel computertijd; zijn nog niet goed ontwikkeld en worden derhalve beperkt toegepast (Boesch 1977). De in het tweede geval genoemde Agglomeratieve methoden werken vanuit afzonderlijke eenheden, die via 'fusies' worden samengevoegd tot het totaal van N- Collecties met elkaar is gerelateerd. 'Agglomeratief-(Polythetische)'methoden classificeren daarbij -meest- op meerdere kenmerken en worden wel gedefinieerd als "Numerieke Taxonomie" (Povel, 1977). De methode lijkt hieraan niet voorbehouden!

Non-combinatorische- versus Combinatorische methoden verschillen in opzicht van benodigde basis-gegevens waarmee inter Collectie—Collectie; Groep—Collectie; Groep—Groep - overeenkomsten[2] worden berekend: Eerstgenoemde methode maakt hiervoor gebruik van de oorspronkelijke data-matrix (N- Collecties; p- Attributen); De tweede methode vereist berekening van een affiniteits-matrix. (zie aldaar). De combinatorische methode impliceert informatie-verlies, daar nieuw te bestemmen Collecties in de clusterprocedure, reeds in vroeg stadium op affiniteit tot de overige N-1 Collecties werden onderzocht en qua Attributen-inhoud niet meer worden gerelateerd aan Groeps - variabelen. Anderzijds biedt de Combinatorische methode voordelen in rekentijd;dit door verregaande data-reductie als gevolg van constructie van de affiniteits-matrix. (zie verder Clifford & Stephenson, 1975).

Binnen de Hierarchish- Agglomeratieve- Combinatorische methoden wordt in de literatuur gewag gemaakt van ca. acht wezenlijk verschillende cluster-strategiëen (Wishart, 1975; Boesch, 1977; Everitt,1974). Hier zal worden volstaan met het noemen van de drie meest gebruikte methoden t.a.v. aquatisch-oecologische problemen; tevens gebruikt in het huidige onderzoek (zie verder blz 17).

-Group Average (Average Linkage) clustering, is onder andere naam bekend als: "Unweighted pair-group method using arithmetic averages": UPGMA (Sneath & Sokal, 1973). 'Group Average agglomeration' is om precies te zijn één van de methoden binnen de Average Linkage clusteranalyses en gaat uit van het rekenkundig gemiddelde van de overeenkomst van kandidaat 'R' met een nabijgelegen cluster (P+Q). De methode houdt dus geen rekening met affiniteits-maten van leden binnen de cluster bij berekenen van de 'inter-groep overeenkomst'; als zodanig is de dichtheid van de cluster geen factor die de gelijkvormigheid van de Dendrogram beinvloedt. Group Average-clustering wordt daarom gedefinieerd als 'space-conserving'; geeft middelmatige, zwakke clusters, maar veroorzaakt slechts geringe verstoring van de oorspronkelijk ingevoerde (inter-Collectie)affiniteits-matrix. De methode is de meest gebruikte in de (aquatische) oecologie; kan worden gebruikt met alle affiniteitscriteria en neemt de uitersten weg die worden veroorzaakt door de volgende twee te bespreken cluster-strategieën: Furthest Neighbour en Nearest Neighbour clustering (Povel, 1977; Boesch, 1977).

[2] Verder te definieëren als 'inter-groep overeenkomst'; O(R,P+Q).

-Furthest Neighbour (Complete Linkage) clustering defenieert de afstand van een kandidaat 'R' tot een tot een nabijgelegen cluster (P+Q) als de kleinste afstand tot de verst verwijderde Collectie binnen die cluster. De methode legt bij het bepalen van de 'inter-groep - overeenkomst' een meervoudig verband tussen de Collecties binnen de nieuw te vormen cluster, daar overeenkomsten met Collecties binnen de bestaande cluster telkens groter, of even groot zijn t.o.v. overeenkomsten van nieuw toe te voegen Collecties. Daar m.n. tussen Groepen de affiniteit gemiddeld lager uit valt dan het geval is tussen Collecties (vanuit de ingevoerde affiniteits-matrix), leidt de methode tot dichte, homogene clusters, en wordt gedefinieerd als 'space-dilating': "As a group grows, it will recede from some groups or entities, but become nearer to none" (Boesch, 1977). Hoewel het verkrijgen van scherpe clusters vaak wenselijk is, zal men bij voorkeur 'inter-groep overeenkomsten' baseren op gemiddelden tussen Collecties, i.p.v. op minimum- of maximum overeenkomsten tussen (R,P+Q). Deze strategie, gebaseerd op "minimum overeenkomst",wordt daarom vaak gebruikt in combinatie met de Group Average- en Nearest Neighbour methoden. (Clifford & Stephenson, 1975).

-Nearest Neighbour (Single Linkage) clustering werkt precies tegenovergesteld aan de Furthest Neighbour methode. Het toelatingscriterium voor kandidaat 'R' tot een uit te breiden cluster (P+Q) wordt hier gevormd door zijn kleinste afstand tot de dichtstbijgelegen Collectie binnen de cluster. Als gevolg hiervan bestaat er slechts een enkelvoudig verband tussen de twee Collecties op grond waarvan de 'inter-groep overeenkomst' wordt bepaald. Hier valt dan ook de affiniteit tussen Groepen gemiddeld hoger uit, dan verwacht zou worden op grond van de (inter-Collectie) affiniteits-matrix. De methode leidt daarom tot zeer zwakke; wijdvertakte clusters en wordt gedefenieerd als 'space-contracting'. Bij gebruik in Hierarchische procedure veroorzaakt de 'Single Linkage Sorting' het effect "chaining": "As a group grows, it moves closer to some groups or entities, but further from none" (Boesch, 1977). Overigens is van de drie hier besproken cluster-strategieën de Single Linkage methode de meest betrouwbare op wiskundige gronden. Op grond van z'n vage classificaties wordt niet aangeraden deze methode, gebaseerd op "maximum overeenkomst" tussen (R,P+Q) —op zichzelf staand—,toe te passen in de (aquatische)oecologie. (Clifford & Stephenson, 1975). (zie voor wiskundige beschouwingen: Jardine & Sibson, 1968. Comput. J. 11: 177-184).

3. Numerieke verwerkingen m.b.v. CLUST 1-4; CLUSTN-1C

Voor het uitvoeren van een clusteranalyse met de macrofauna gegevens over 1977 heb ik in december 1978 gebruik kunnen maken van de computerfaciliteiten van de Freshwater Biological Association, River Laboratory, Dorset, U.K., alwaar ik voor een praktijktijd verbleef. Bij gebleken mogelijkheden konden vervolgens de gegevens over 1976 en 1978 worden verwerkt bij mijn tweede bezoek aan de F.B.A., in april 1979. Soortenlijsten van 1977 en 1978 waren bij het schrijven van de verslagen al genormaliseerd volgens een gecodeerde 'Checlist' (Maitland, 1977); soortenlijsten over 1976 waren verdeeld in de toenbestaande Trajecten I en II en voorzien van afwijkende "Oude nummering". Deze gegevens werden na samenvoeging van trajecten I en II tot 'Joined' eveneens genormaliseerd naar P.S. Maitland en vervolgens afzonderlijk verwerkt. Hierna werd overigens de oude nummering gehandhaafd. Voor de jaren 1977 en 1978 werd een splitsing aangebracht in 'Adulten' en 'Larven': respectievelijk dieren die als imago voorkwamen en alle daadwerkelijke -insecten- larven. Vervolgens werden 'Adulten','Larven' en het 'Totaal' afzonderlijk verwerkt en volgens "Nieuwe nummering" gepresenteerd

Het gebruikte programma was geschreven in een BASIC taal t.b.v. gebruik op een Olivetti-P6060 tafelcomputer onder de naam CLUST 1 - 4 en is ontwikkeld door- en voor het 'River Ecology Project', voor verwerking van macrofauna-gegevens. Er was een vast gekozen similariteitscriterium: "Czekanowski's coefficient" [3]. Stappen in clusteranalyse omvatten:

1. Specificeren, lezen; log-transformeren van meristische data-input.
2. Vertalen van input in computertaal; berekenen similaritetsmatrix.
3. Vanuit de hoogste similariteiten, via 'cycles' groeperen van clusters; presenteren van de puntenvolgorde en similariteit hiertussen.
4. Constructie van dendrogrammen op basis van gegevens uit 3.

Vanaf 2. geschiedde de uitwerking in drie clustermethoden: 'Group Average; 'Furthest Neighbour' (Complete Linkage); 'Nearest Neighbour', (Single Linkage)-clustering (zie originele uitdraai CLUST).

Gebruik makend van op 'paper-punch tape' bewaarde gegevens uit 1978, werden gedurende de maand februari 1980 de clustermogelijkheden op het Bec-10-'timesharing' systeem van de Landbouwhogeschool onderzocht. Hier heeft men de beschikking over het standaardpakket CLUSTN-1 C (Wishart,D 1975). Dit in FORTRAN-IV gestelde programma biedt een keur aan numerieke methoden, w.o. Clusteranalyse en Multivariate-ordinatie technieken.

[3] Czekanowski,J. 1913. Zarys metod statystyenych. Warsaw. (Polen). (Die Grundzuge der Statistischen Methoden).

Het CLUSTN-1 C programma is zeer geavanceerd en geeft diverse mogelijkheden t.a.v. clustermethoden en bijbehorende combinaties van data-invoer (omvang van de matrix; transformaties) en keuze van (dis-)similariteitscriteria, naast geometrische afstandsmaten.

Bij de verwerking van de macrofauna-gegevens van 1978 m.b.v. CLUSTN-1 C werd gekozen voor standaardisatie van de input-gegevens naar percentages van het totaal der soorten, per monsterpunt; terwijl als affiniteitscriterium gebruik werd gemaakt van een geometrische methode: "Squared Euclidian Distance" (Sokal, 1961). Gekozen clusterbewerkingen zijn hier: Group Average; Furthest Neighbour; Nearest Neighbour en de Ward's method. Ook hier werden voor elke methode Adulten, Larven en het Totaal apart berekend. Voor de werkwijze, gevolgd op het Dec-10 systeem, alsmede de complete in- en output van gegevens wil ik verwijzen naar een opbergmap, aanwezig op de sectie Hydrobiologie, waarin tevens de CLUSTN-1 C handleiding te vinden is. (Wishart,D. 1975. Clustan-1C User Manual.).

Het voor U liggende verslag is op zichzelf toegankelijk, maar bevat toch slechts een selectie van dendrogrammen afkomstig van de CLUST bewerking, waarbij van elke Group Average berekening vanuit de gegeven associatie-waarden een dendrogram werd na-geconstrueerd : (1976 Trajecten I en II, Joined; 1977 - 1978 Adulten, Larven, Totaal). Ook werden, m.b.v. de in CLUST gegeven similariteitmatrici van 1976-Joined; 1977 - 1978 Totaal, ingevoerd in het CLUSTN-1 C programma DISTIN, de clustermethoden Average Linkage; Complete Linkage en Single Linkage her-berekend en vervolgens via de "PLINK"- opdrachten na-geconstrueerd. Deze zijn iedere keer nâ de CLUST-dendrogrammen en de daarop volgende Sim.mat's ingevoegd. De vanuit de clusteruitdraai verkregen nummering van monsterpuntvolgorde werd herzien: 1976 verkreeg weer de 'Oude nummering'; terwijl 1977 weer van de toen reeds geldende'Nieuwe nummering' werd voorzien. Daar in 1978 daadwerkelijk 25 monsterpunten zijn bewerkt, was hier de Clusteruitdraai reeds identiek aan de Nieuwe nummering. Per jaar zijn vóór introductie van de dendrogrammen detailkaarten van de Driehonderd Bunders ingevoegd, met daarop de voor dat jaar geldende monsterpunten en situatieschetsen.

De inleiding tot het gebied; soortenlijst 1977 en overige tabellen zijn geleend uit het betreffende verslag (v.d.Heide & Evers, 1977); soortenlijsten 1976 en 1978 zijn opgenomen voorzover soorten uniek waren voor deze jaren, gecodeerd, en in géen der jaren voorzien van aantallen macrofauna per monsterpunt. (zie verder verslagen '76-'77-'78).

Group Average (Average Linkage); Furthest neighbour (Complete Linkage) en Nearest neighbour (Single Linkage) - clustermethoden.

Laat P en Q zijn geclusterd, en R een Collectie zijn die kandidaat staat tot de cluster (P+Q) te worden toegelaten, dan wordt de overeenkomst O(R,P+Q) berekend vanuit de volgende formule:

$$O(R,P+Q)=AP.O(R,P) + AQ.O(R,Q) + B.O(P,Q) + G.ABO(O(R,P)-O(R,Q)).$$

Aan AP, AQ, B en G worden hierbij de volgende waarden toegekend:

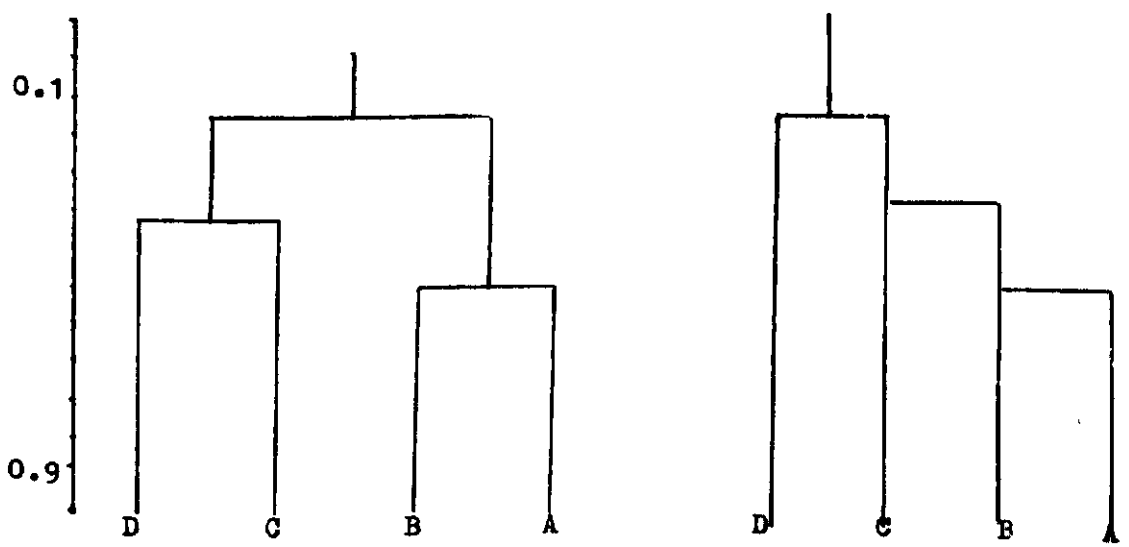
-Group Average: AP=NP/(NP+NQ), AQ=NQ/(NP+NQ), B=G=nul.

-Furthest Neighbour: AP=AQ=o.5, B=nul, G=-o.5(Affiniteit).

-Nearest Neighbour: AP=AQ=o.5, B=nul, G=+o.5(Affiniteit).

-(Ward's Methode): AP=(NR+NP)/(NR+NP+NQ), AQ=(NR+NQ)/(NR+NP+NQ), B=-NR/(NR+NP+NQ), G=nul. ("Error Sum of Squares").

(naar Wishart,'75)



Furthest Neighbour (Complete)- Nearest Neighbour (Single L.)

Illustratie van verschillen tussen uitwerkingen gebaseerd op vier Collecties (A-B-C-D), aan de hand van twee Attributen. Met dezelfde data-set wordt hiermee 'space-dilating' en 'space-contracting' gedemonstreerd. (naar Clifford & Stephenson, 1975).

noot: O(R,P+Q): 'inter-groep overeenkomst' in de zin van inter--Collectie--Collectie; -Groep--Collectie; -Groep--Groep overeenkomst als gebruikt in dit verslag.

IV RESULTATEN

1. Veld- en laboratoriumwerk

B A S I S G E G E V E N S :

I N H O U D S O P G A V E

V E L D G E G E V E N S

S O O R T E N L I J S T E N

I N D I C I 1 9 7 7

INHOUD RESULTATENDEEL

pag.

1. Veld- en laboratoriumwerk

Tabellen

1. Beschrijving monsterpunten 1977 / 1978; nieuwe - oude nummering 19
2. Fysisch/Chemische bepalingen '78-'77-'76
   a. pH; b. Geleiding; c. Chloridegehalte 20
3. a. Gecodeerde soortenlijst najaar 1977; 21
   b. Soorten, uitsluitend in 1976 en/of 1978 23
4. Individuen- soortenaantal; diversiteit '77 25
5. Klassen in % t.o.v. totalen/monster, 1977 26
6. Index van Sørensen, 1977 27
7. Similariteits-matrix (Sim-mat) a. 1976 - J 31
   b. 1977 - T 39
   c. 1978 - T 47

2. Numerieke verwerking 1976 - 1977 - 1978

Dendrogrammen

1. a. 1976 Traject I, Group Average CLUST-4 29
   b. 1976 Traject II, Group Average CLUST-4 29
2. 1976 Joined, (I+II) Group Average CLUST-4 30
3. 1976 Joined, Average Linkage CLUSTN-1 C 32
4. 1976 Joined, Complete Linkage CLUSTN-1 C 33
5. 1976 Joined, Single Linkage CLUSTN-1 C 34
6. 1977 Adulten, (A), Group Average CLUST-4 36
7. 1977 Larven, (L), Group Average CLUST-4 37
8. 1977 Totaal, (A+L), Group Average CLUST-4 38
9. 1977 Totaal, Average Linkage CLUSTN-1 C 40
10. 1977 Totaal, Complete Linkage CLUSTN-1 C 41
11. 1977 Totaal, Single Linkage CLUSTN-1 C 42
12. 1978 Adulten, (A), Group Average CLUST-4 44
13. 1978 Larven, (L), Group Average CLUST-4 45
14. 1978 Totaal, (A+L), Group Average CLUST-4 46
15. 1978 Totaal, Average Linkage CLUSTN-1 C 48
16. 1978 Totaal, Complete Linkage CLUSTN-1 C 49
17. 1978 Totaal, Single Linkage CLUSTN-1 C 50

Kaarten

IIIA. Nummering monsterpunten / situatie 1976 28
IIIB. Nummering monsterpunten / situatie 1977 35
IIIC. Nummering monsterpunten / situatie 1978 43
IV. Mariapeel, wijken, kanalen, veenplassen 51

Tabel 1. Beschrijving monsterpunten 1977 / 1978 (zie Kaarten I en II)

nummer nieuw	'76 oud	Ligging
1	1	oostelijke oever afvoersloot vennencomplex, 10 meter ten noorden van pad
2	2	zuidelijke oever begin nulde wijk, 10 meter ten oosten van dam met duiker
3	3	zuidelijke oever midden nulde wijk, bij dode berkestronk
4	4	zuidelijke oever, 20 meter voor het oude eind van de nulde wijk
5	5	westelijke oever, 30 meter voor het eind van de Eerste Hoofdwijk
6	-	westelijke oever Eerste Hoofdwijk tussen punt 5 en 7, bij inhammetje tegenover flinke berk
7	6	westelijke oever Eerste Hoofdwijk, tegenover inham (kaart I)
8	7	westelijke oever Eerste Hoofdwijk, bij blauwe paal tegenover zijwijk
9	8	westelijke oever Eerste Hoofdwijk, bij dubbele berkengroep
10	-	westelijke oever Eerste Hoofdwijk, 10 meter ten zuiden van slagboom
11	-	zuidoever midden elfde wijk, bij inham in het verlengde van het greppeltje dwars door weiland
12	11	zuidoever steel pal tegenover elfde wijk, in de bocht
13	21	zuidoever midden tiende wijk, 100 meter ten oosten van bosrand op de noordelijke oever
14	22	zuidoever einde tiende wijk, 40 meter voor einde
15	15	noordoever negende wijk, 40 meter voor einde
16	16	noordoever midden negende wijk, tegenover schuine rij paaltjes in het weiland
17	-	zuidoever achtste wijk, 20 meter oostelijk van venafwatering
18	13	zuidoever midden zevende wijk, 30 meter oostelijk van laatste grote eik voorbij voerakker
19	14	zuidoever einde zevende wijk, 1 meter oostelijk van verbindingskanaal
20	-	noordoever midden zesde wijk, twee eikenbomen staan bij elkaar 5 meter noordelijk van dit punt
21	-	westoever tussen zesde en vijfde wijk, ten noorden van brug bij inhammetje met paaltje in het water
22	-	zuidoever midden vierde wijk, tegenover paaltjesrij aan de noordoever dwars door weiland
23	-	noordoever midden derde wijk, bij els en tegenover berken zuidoever
24	-	westoever tussen derde en tweede wijk, ten zuiden van dam
25	-	westoever Helenavaart, tegenover de steel naar de tweede wijk.

(naar v.d. Heide & Evers, 1977.)

Tabel 2. Fysisch- Chemische bepalingen 1978 - 1977 - 1976.

TABEL **2a** Zuurgraad

r. pt.	najaar 1978	najaar 1977	winter 1976/77	najaar 1976	zomer 1976
1	4,6	3,9	3,5	4,7	3,9
2	4,7	4,4	3,4	5,3	-
3	4,0	3,4	3,3	4,8	-
4	5,3	5,5	-	-	4,5
5	4,4	5,8	6,4	5,8	6,9
6	7,1	6,6	6,2	7,3	-
7	6,9	6,9	7,6	8,1	7,4
8	6,7	8,7	7,8	6,9	9,1
9	6,2	6,9	8,7	7,3	8,1
10	6,9	6,6	8,0	7,9	7,3
11	7,2	6,5	-	-	-
12	6,6	7,4	7,8	7,5	7,4
13	6,6	6,9	8,1	8,1	7,4
14	7,3	7,1	8,5	7,8	7,2
15	7,3	-	6,4	7,5	6,6
16	7,1	7,0	7,5	7,9	8,4
17	6,9	6,9	6,6	6,7	6,2
18	6,8	6,0	6,9	6,8	6,1
19	7,1	6,4	7,4	7,2	6,5
20	6,6	6,5	-	-	-
21	6,8	6,5	-	-	-
22	7,3	7,2	-	-	-
23	6,6	7,0	-	-	-
24	6,9	7,1	-	-	-
25	6,8	7,0	8,6	8,0	7,4

TABEL **2b** Geleidingsvermogen ($\mu\Omega^{-1}cm^{-1}$)

nr. mpt.	najaar 1978	najaar 1977	winter 1976/77	najaar 1976	zomer 1976
1	132	144	276	286	285
2	124	152	420	620	-
3	162	190	420	740	-
4	135	143	-	-	233
5	495	330	460	550	530
6	227	370	480	660	-
7	217	390	500	650	470
8	242	430	600	800	390
9	231	420	650	820	510
10	241	450	620	800	550
11	340	470	-	-	-
12	460	550	760	880	550
13	570	480	720	780	525
14	580	470	730	760	560
15	590	-	720	800	550
16	620	450	500	750	420
17	560	340	460	650	350
18	700	350	440	630	205
19	720	440	500	700	195
20	750	550	-	-	-
21	740	490	-	-	-
22	730	620	-	-	-
23	780	640	-	-	-
24	725	660	-	-	-
25	825	790	550	880	670

TABEL **2c** Chloride-gehalte (mg/L)

nr. mpt.	najaar 1978	najaar 1977	winter 1976/77	najaar 1976	zomer 1976
1	17,8	12,4	-	-	31,9
2	16,8	17,6	-	-	-
3	15,6	15,3	-	-	-
4	18,2	15,6	-	-	41,2
5	13,9	23,6	94	96	98,9
6	26,1	41,8	-	-	-
7	17,0	51,0	-	-	79,7
8	19,7	56,0	74	108	73,3
9	21,7	51,0	-	-	78,1
10	24,5	59,0	72	134	81,8
11	43,1	61,2	-	-	-
12	58,7	66,8	105	126	75,8
13	70,7	57,6	97	123	70,8
14	75,1	56,6	90	120	70,8
15	76,5	-	-	-	87,3
16	76,7	61,0	-	-	73,7
17	70,8	33,8	60	129	62,1
18	92,2	44,0	-	-	35,2
19	92,6	56,0	68	54	36,4
20	96,6	72,0	-	-	-
21	77,2	71,2	-	-	-
22	74,7	72,8	-	-	-
23	81,3	83,2	-	-	-
24	79,1	81,6	-	-	-
25	85,3	106,4	85	126	94,8

(naar Schellinkhout & Visser, 1978).

Tabel 3a

Soortenlijst van najaar 1977

	TRICLADIDA
03120200	Polycelis spec.
03120201	Polycelis nigra
03120202	Polycelis tenuis
03120300	Dugesia spec.
03120301	Dugesia lugubris
03120303	Dugesia polychroa
03130101	Dendrocoelum lacteum
	GASTROPODA
13030103	Valvata cristata
13040501	Bithynia tentaculata
13040502	Bithynia leachi
•13070103	Lymnea palustris
13070107	Lymnea peregra
13080201	Physa fontinalis
13090101	Planorbarius corneus
13090301	Planorbis carinatus
13090302	Planorbis planorbis
13090304	Anisus vortex
•13090305	Anisus leucostoma
13090307	Gyraulus albus
13090309	Armiger crista
13090310	Bathyomphalus contortus
•13090401	Segmentina complanata
13100101	Acroloxus lacustris
	BIVALVIA
14030102	Sphaerium corneum
14030200	Pisidium spec.
	OLIGOCHAETA
16000000	Oligochaeta spec.
16020100	Chaetogaster
10020601	Ophidonais serpentina
16020700	Nais spec.
•16020801	Slavina appendiculata
16021201	Stylaria lacustris
16021400	Dero spec.
16021600	c.f.Pristina
16030100	Tubifex spec.
16030300	Limnodrilus spec.

	HIRUDINAE
17010101	Piscicola geometra
17020101	Theromyzon tessulatum
17020201	Hemiclepsis marginata
17020301	Glossiphonia heteroclita
17020302	Glossiphonia complanata
17020501	Helobdella stagnalis
17040101	Herpobdella testacea
17040102	Herpobdella octoculata
	HYDRACARINA
19000000	Hydracarina spec.
	MALACOSTRACA
28030101	Asellus aquaticus
28030104	Asellus meridianus
28070305	Gammarus pulex
	EPHEMEROPTERA
30020301	Cloeon dipterum
• 30040203	Paraleptophlebia tumida
30080203	Caenis robusta
30080204	Caenis horaria
	ODONATA
32020000	Coenagrionidae spec.
32090200	Libellula spec.
	HEMIPTERA(larf)
33050000	Gerridae spec.
• 33060000	Nepidae spec.
33110000	Corixidae spec.
• 33110800	Sigara spec.
	HEMIPTERA(adult)
33100101	Plea leachi
33070101	Ilyocoris cimicoides
33090101	Notonecta glauca
33110202	Cymatia coleoptrata
33110401	Callicorixa praeusta
33110601	Hespecorixa linnei
33110802	Sigara striata
33110804	Sigara falleni
33110809	Sigara nigrolineata
33110212	Sigara semistriata

•) **uitsluitend aangetroffen in 1977.**

Tabel 3a vervolg

	COLEOPTERA(larf)
35010300	Haliplus spec.
35030200	Laccophilus spec.
35031100	Agabus spec.
35031307	Illybius fenestratus
35031500	Rhantus spec.
35051800	Berosus spec.
35090000	Cyphonidae spec.
	COLEOPTERA(adult)
35010304	Haliplus ruficollis
350301	Noterus crassicornis
35030401	Hyphydrus ovatus
350305	Guignotes pusillus
35040601	Hygrotus inaequalis
35040602	Hygrotus decoratus
35040603	Hygrotus versicolor
35030901	Graptodytes pictus
35030907	Porhydrus lineatus
35030910	Hydroporus umbrosus
35030914	Hydroporus palustris
35030916	Hydroporus erythrocephal.
35030926	Hydroporus planus
35031116	Agabus sturmii
35031503	Rhantus pulverosus
35031702	Dytiscus marginalis
350320	Acilius canaliculatus
35040208	Gyrinus marinus
35051001	Anacaena globulus
35051201	Helochares obscurus
	MEGALOPTERA
36010101	Sialis lutaria
	TRICHOPTERA
38030400	Holocentropus spec.
38030401	Holocentropus dubius
38030402	Holocentropus picicornis
38030403	Holocentropus stagnalis
38030500	Cyrnus spec.
38030503	Cyrnus flavidus
•38060101	Agraylea multipunctata
•38060600	Oxyethira spec.
38070101	Neuronia ruficrus
•38070201	Phryganea grandis
•38070202	Phryganea striata
•38080502	Limnephilus flavicornis
•38100301	Beraeodes minutus
38120106	Athripsodes aterrimus
38120301	Triaenodes bicolor
38120602	Oecetis furva

	DIPTERA(larf)
• 40010000	Tipulidae spec.
40030102	Ptychoptera contaminata
• 40040201	Dixella aestivalis
• 40040204	Dixella autumnalis
40050101	Chaoborus crystallinus
40050102	Chaoborus flavicams
• 40060000	Culicidae spec.
40080000	Ceratopogonidae spec.
	Chironomidae
40090400	Procladius spec.
40090501	Psectrotanypus varius
40090700	Clinotanypus spec.
40090800	Ablabesmyia spec.
40091101	Guttipelopia guttipennis
40091401	Monopelopia tenuicalcar
40091701	Paramerina cingulata
40092200	Xenopelopia spec.
40130101	Acricotopus lucens
40130400	Cricotopus spec.
40130500	Isocladius spec.
• 40131200	Microcricotopus spec.
40132405	Psectrocladius psilopterus
401324	Psectrocladius dilatatus
40133200	Corynoneura spec.
• 40133901	Metriocnemus atratulus
40140200	Chironomus spec.
40140300	Cryptochironomus spec.
40140403	Cryptocladopelma laccophila
40140800	Einfeldia spec.
40140900	Endochironomus spec.
401409	Endochironomus signaticornis
• 40141000	Glyptotendipes spec.
40141003	Glyptotendipes gripekoveni
401410	Glyptotendipes phytotendipes
40141600	Limnochironomus spec.
40141703	Microtendipes chloris
40142000	Parachironomus spec.
40142600	Polypedilum/Pentapedilum spe
• 40143400	Micropsectra spec.
40143600	Paratanytarsus spec.
40143700	Tanytarsus spec.
• ———	Lenzia spec.
• ———	Pentaneurini spec.
	Diptera(rest)
40012001	Phalacrocera replicata
40200000	Tabanidae spec.
40210100	Eristalis spec.

(Zie Maitland, 1977;
v.d Heide & Evers, 1977).

•)uitsluitend aangetroffen in 1977.

Tabel 3b. Soorten, uitsluitend gevonden in 1976 en/of 1978.

1976

TRICLADIDA
03130201 Bdellocephala punctata

GASTROPODA
13070105 Lymnaea stagnalis

ARANEAE
21010101 Argyroneta aquatica

EPHEMEROPTERA
30020000 Baetis spec.

HEMIPTERA larven
33040200 Microvelia spec.
33070101 Ilyocoris cimicoides
33090100 Notonecta spec.
33110202 Cymatia coleoptrata
33110401 Callicorixa praeusta
33110500 Corixa spec.
33110602 Hesperocorixa sahlbergi

HEMIPTERA adulten
33030102 Hydrometra stagnorum
33040203 Microvelia umbricola
33050106 Gerris lacustris

COLEOPTERA larven
35030400 Hyphydrus spec.
35030900 Hydroporus spec.
35030907 Porhydrus lineatus
35031600 Colymbetes spec.
35031700 Dytiscus spec.
35050000 Hydrophilidae indet.
35050800 Hydrobius spec.
35051300 Enochrus spec.
35090000 Helodidae indet.

COLEOPTERA adulten
35010301 Haliplus confinis
35010311 Haliplus fulvus
35010312 Haliplus flavicollis
35010101 Noterus clavicornis
35030202 Laccophilus hyalinus
35030930 Hydroporus ferrugineus
350309 Hydroporus elongatus
350309 Hydroporus tristis

1978

NEMATODA
10000000 Nematoda indet.

GASTROPODA
13070105 Lymnaea stagnalis
13090306 Gyraulus laevis

BIVALVIA
14010200 Unio spec.

OLIGOCHAETA
16040000 Enchytraeidae indet.

ARANEAE
21010101 Argyroneta aquatica

ODONATA
32070202 Aeshna cyanea

HEMIPTERA larven
33110401 Callicorixa praeusta

HEMIPTERA adulten
33110502 Corixa punctata

COLEOPTERA larven
35031300 Ilybius spec.
35031600 Colymbetes spec.
35050801 Hydrobius fuscipes

COLEOPTERA adulten
35010301 Haliplus confinis
35010303 Haliplus lineatocollis
35010305 Haliplus heydeni
35030906 Hydroporus dorsalis
35030908 Hydroporus scalesianus

Tabel 3b. vervolg

1976

35031307 Ilybius fenestratus
35031801 Hydaticus transversalis
35050500 Helophorus spec.
35050506 Helophorus aquaticus
350315 Rhantus suturellus
35051002 Anacaena limbata
35051303 Enochrus testaceus
350513 Enochrus coarctatus
350513 Enochrus frontalis
350513 Enochrus minutus

TRICHOPTERA

38040101 Ecnomus tenellus

38080505 Limnephilus marmoratus
38080509 Limnephilus decipiens
38120202 Mystacides azurea
38120302 Triaenodes conspersus
38120601 Oecetis ochracea

LEPIDOPTERA

39010500 Parapoynx spec.

DIPTERA

40060100 Anopheles spec.

40090100 Tanypus spec.
40090102 Tanypus villipennis
40090300 Macropelopia spec.

40091000 Conchapelopia spec.

40130000 (Orthocladiinae)

401337 Limnephyes longiseta

(Schouten & v.Starkenburg, 1976)

1978

35031119 Agabus bipustulatus

TRICHOPTERA

38060503 Orthotrichia costalis
38060701 Tricholeiochiton fagesi
38080501 Limnephilus rhombicus

LEPIDOPTERA

39000000 Lepidoptera indet.

DIPTERA

40014300 Limnophila spec.
40014500 Pilaria spec.
40020201 Pericoma spec.
40040202 Dixella amphibia

40060900 Culiseta spec.

40090300 Macropelopia spec.
40090801 Ablabesmya longistyla
40090802 Ablabesmya monilis

40091901 Telmatopelopia nemorum
40130000 (Orthocladiinae)
40133700 Limnephyes spec.
401337 Limnephyes longiseta
40142608 Polypedilum laetum
40160000 Stratiomyidae
40240000 Scatophagidae

(Schellinkhout & Visser, 1978)

Tabel 4. Individuen- en soortenaantal per monsterpunt, diversiteit Odum **1977**

monster-punt	individuenaantal N	soortenaantal S	diversiteit D= S/ln N
1	2371	8	1.03
2	1269	8	1.12
3	264	15	2.69
4	662	12	1.85
5	1713	30	4.03
6	1156	46	6.52
7	661	36	5.54
8	561	46	7.27
9	1437	35	4.81
10	1583	40	5.43
11	744:3=248	46	-
12	608	34	5.30
13	789	43	6.45
14	1232	48	6.74
16	909	28	4.11
17	1504	44	6.01
18	1325	45	6.26
19	2504	53	6.77
20	537	35	5.57
21	944	18	2.63
22	970	49	7.12
23	820	46	6.85
24	293	37	6.51
25	648:2=324	54	-

(v.d. Heide & Evers, 1977)

Tabel 5. Procentuele verdeling in klassen verhoudend tot het individuentotaal per monsterpunt

1977

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tricladida	-	-	-	-	≏	≏	-	3	6	4	≏	-	1	-	≏	2	≏	≏	1	-	≏	-	12	2
Gastropoda	-	-	-	-	-	≏	1	23	44	37	7	16	6	4	≏	23	1	4	14	≏	15	4	9	6
Bivalvia																								
Oligochaeta	-	-	4	1	≏	≏	6	7	8	9	30	8	2	3	2	5	-	≏	-	15	2	4	13	3.5
Hirudinea	-	-	-	-	-	1	1	1	2	2	≏	8	2	3	1	2	6	≏	2	≏	1	1	5	2
Malacostraca	-	-	-	-	3	36	76	27	14	12	8	19	25	21	25	53	6	12	57	4	54	26	51	24
Ephemeroptera	-	≏	-	-	88	11	2	21	≏	≏	16	22	8	21	≏	≏	24	30	3	≏	5	5	2	10
Odonata	-	-	1	-	≏	5	≏	3	-	-	≏	≏	19	3	-	≏	9	7	7	-	3	1	-	≏
Hemiprera	≏	≏	≏	1	≏	≏	2	3	≏	2	2	≏	1	4	≏	4	≏	2	6	-	1	1	1	5
Coleoptera	≏	≏	25	≏	5	≏	1	2	≏	3	≏	≏	1	≏	≏	≏	≏	≏	1	-	≏	≏	-	-
Trichoptera	≏	≏	5	≏	-	23	4	5	-	-	3	≏	13	4	-	≏	4	10	4	-	8	4	2	≏
Diptera	99	98	64	97	2	21	5	5	25	29	32	25	20	35	69	8	49	35	5	79	8	53	24	47

(v.d. Heide & Evers, 1977).

- = geen

≏ = < 1%

Tabel 6. Index van Sørensen 1977

(v.d. Heide & Evers, 1977).

punt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	x																							
2	50	x																						
3	26	35	x																					
4	40	40	37	x																				
5	16	26	22	19	x																			
6	7	7	16	14	24	x																		
7	9	14	12	12	33	61	x																	
8	4	4	13	10	24	56	63	x																
9	9	14	16	13	34	34	48	47	x															
10	12	12	18	8	31	40	50	51	72	x														
11	11	11	16	14	34	52	54	50	27	35	x													
12	5	14	20	13	25	52	54	55	32	40	55	x												
13	3	11	14	11	30	49	63	56	28	38	58	57	x											
14	3	11	16	17	31	62	59	51	26	34	64	69	51	x										
16	19	11	18	20	28	54	56	51	41	50	51	51	51	45	x									
17	8	11	14	11	35	47	57	60	63	62	52	56	48	48	58	x								
18	11	19	23	21	32	48	67	55	37	38	55	48	57	62	49	45	x							
19	7	7	14	15	29	55	58	40	32	41	53	46	56	59	44	47	57	x						
20	5	5	20	4	25	39	53	54	37	40	34	38	51	36	44	46	55	40	x					
21	8	16	12	13	25	34	22	19	26	24	34	38	26	45	30	35	28	20	23	x				
22	4	7	19	16	25	51	56	59	50	44	57	51	56	59	51	43	51	49	38	27	x			
23	7	11	16	14	29	50	61	48	34	42	61	57	56	66	54	49	55	52	39	44	61	x		
24	4	8	19	16	21	43	49	57	58	57	41	59	45	45	52	59	51	44	44	36	49	55	x	
25	6	10	14	12	24	48	55	60	34	40	56	59	56	61	54	49	58	56	43	33	54	66	53	x

IV RESULTATEN

2. Numerieke verwerking
   1. 1976, Traject I,II; Joined
   2. 1977, Adulten, Larven, Totaal
   3. 1978, Adulten, Larven, Totaal

U I T W E R K I N G E N :

D E N D O G R A M M E N

S I M I L A R I T E I T S - M A T R I C I

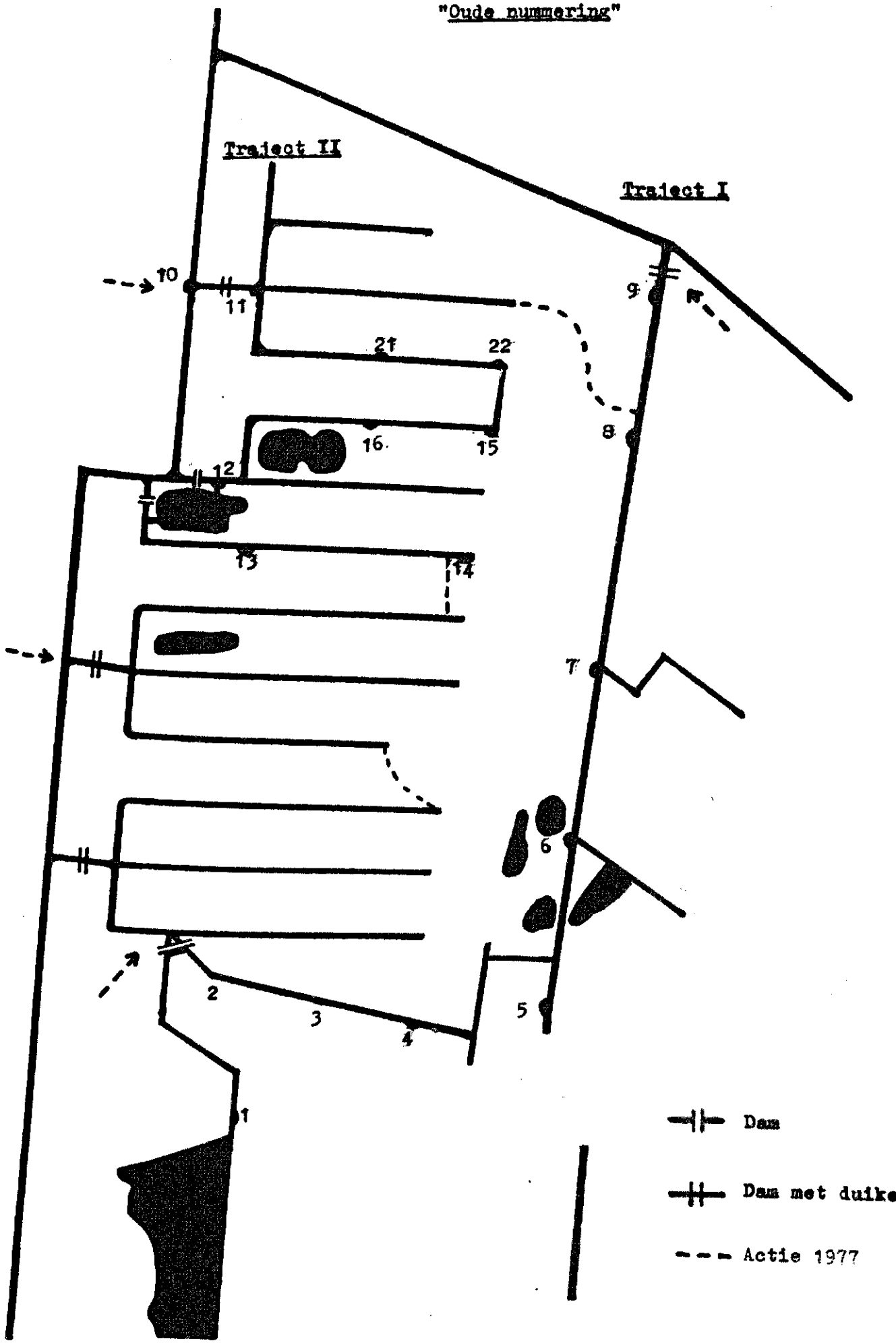
S I T U A T I E K A A R T E N

IV.2.1. 1976 KAART III A

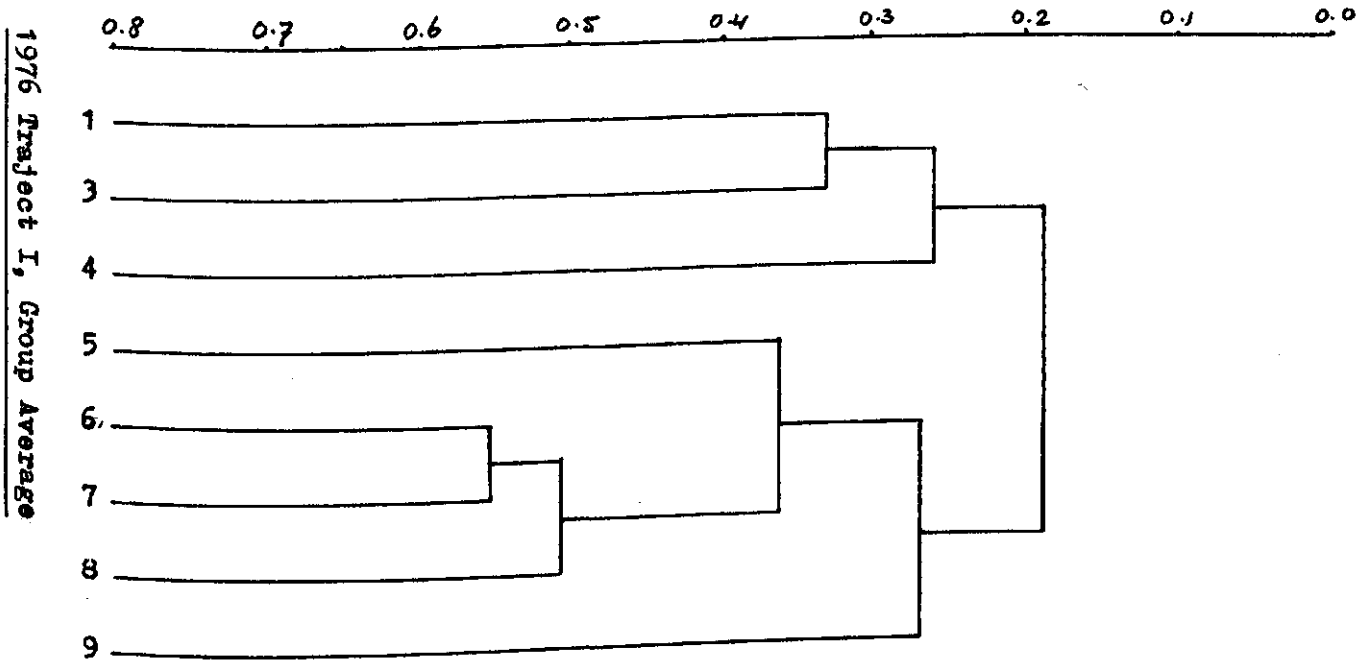
NUMMERING MONSTERPUNTEN 1976

(Schouten & v.Starkenburg, 1976.)

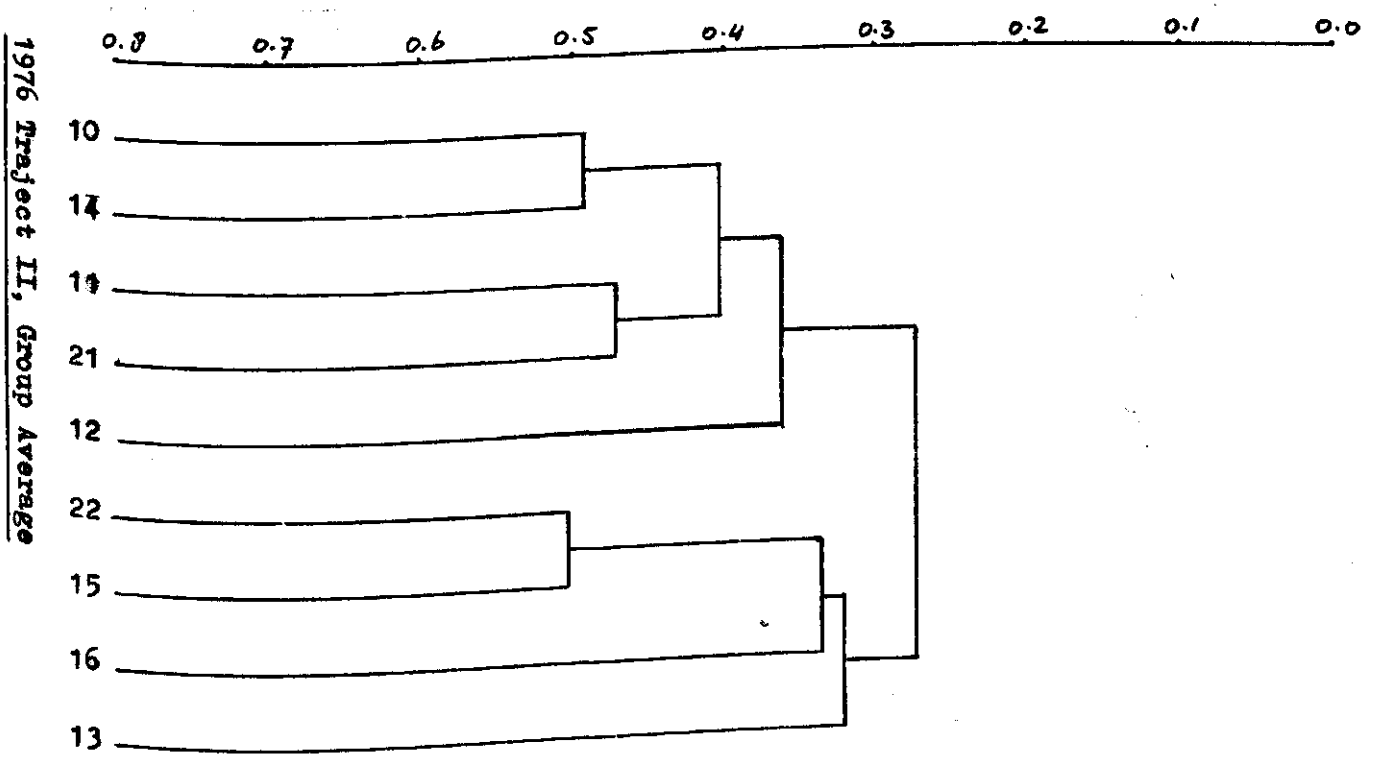
"Oude nummering"



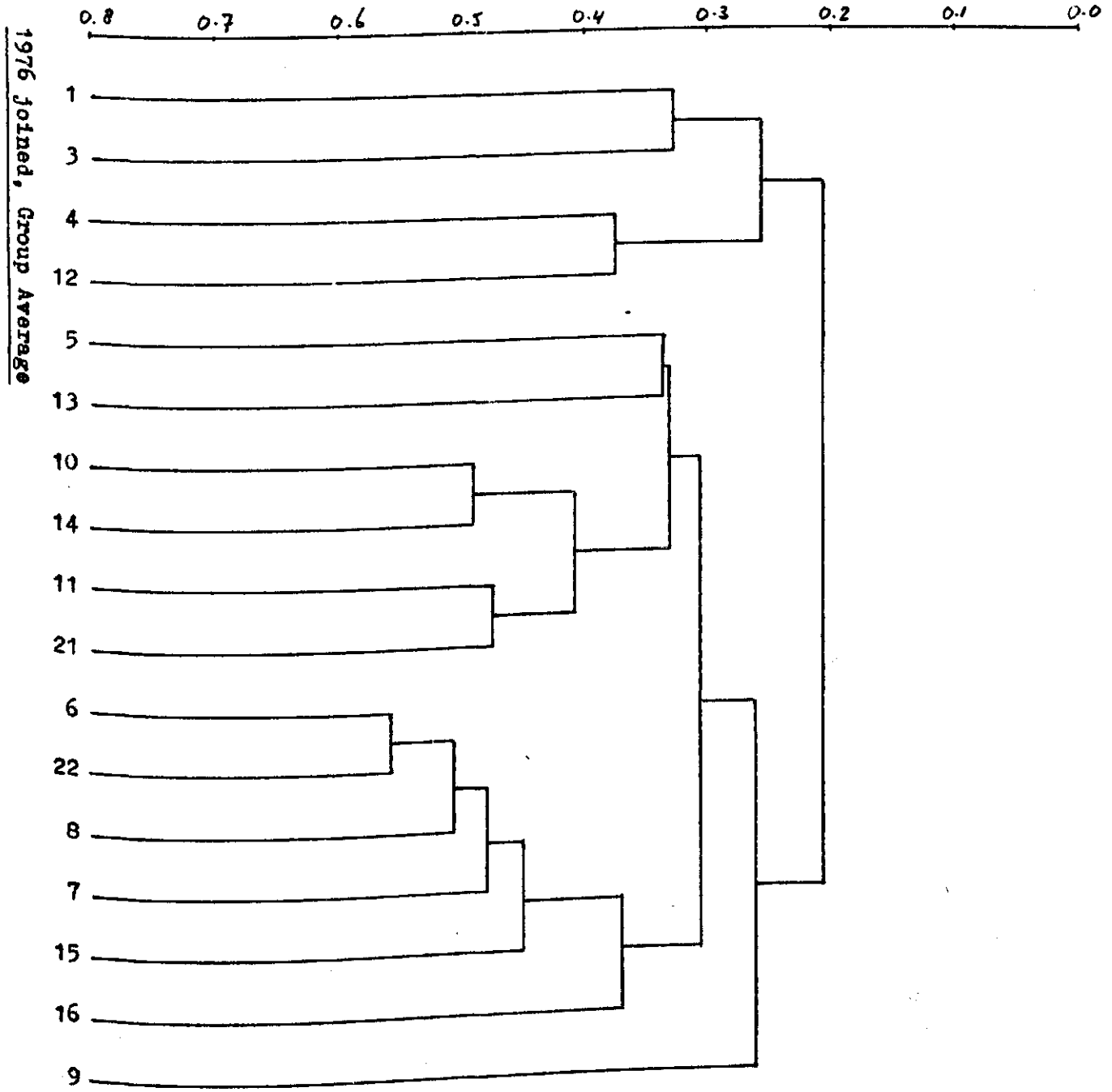
Dendrogram 1a.



Dendrogram 1b.



Dendrogram 2.

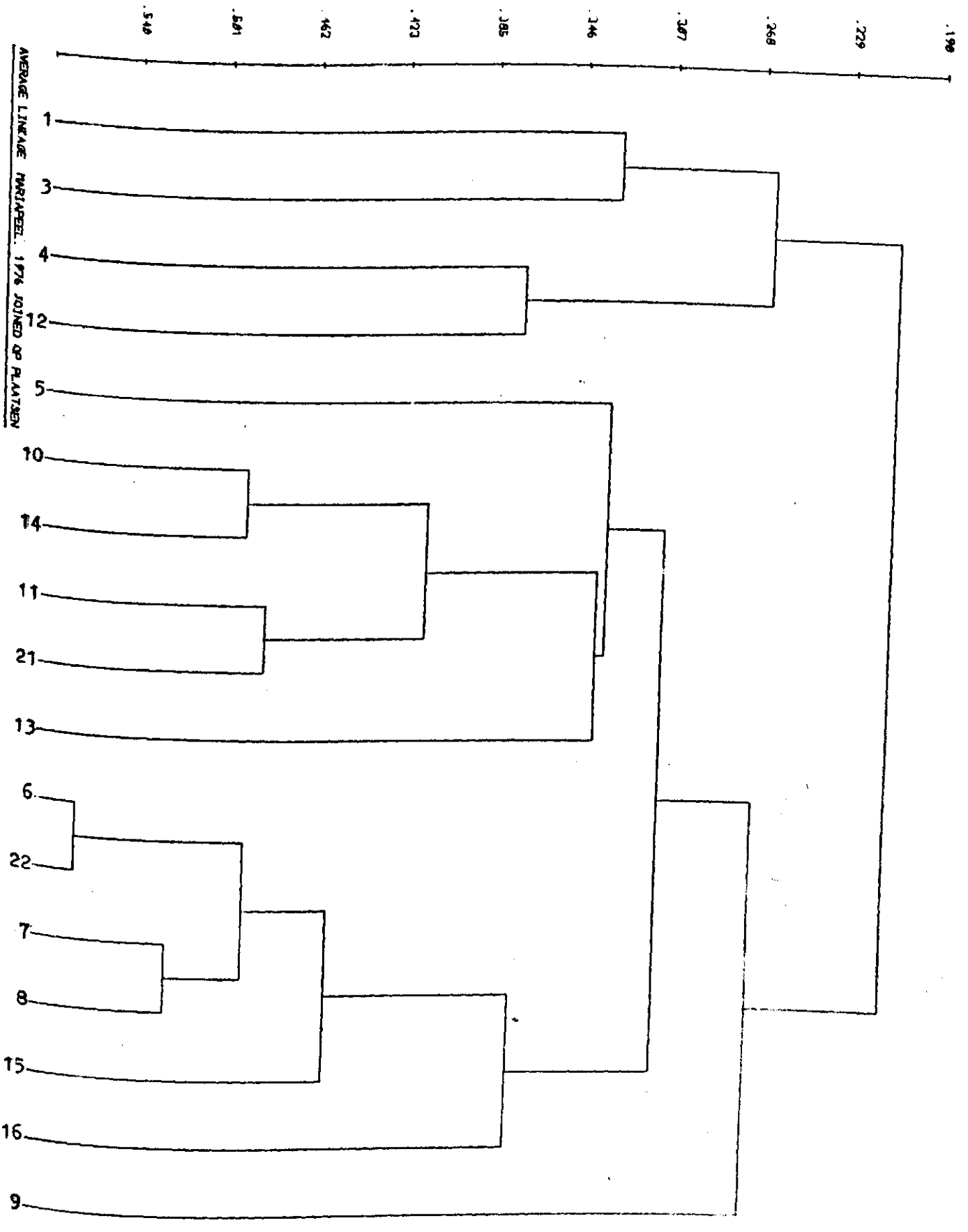


Tabel 7 a. Sim.mat 1976, 17 monsterpunten "Joined", ("Oude nummering").

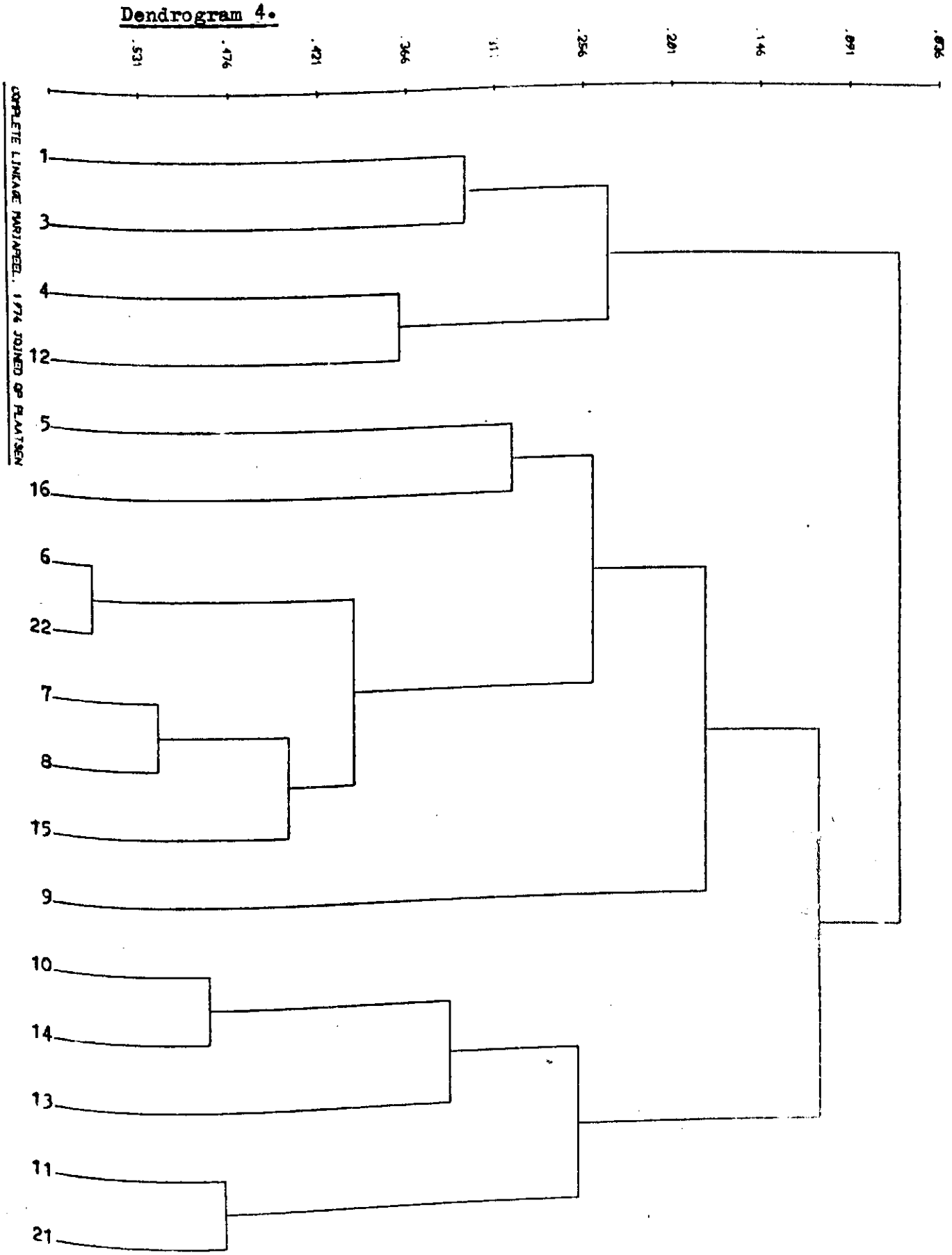
```
DISTIN
MARIAPEEL 1976 JOINED, SIM.MAT, CLUSTER OP MONSTERPUNTEN
  1728      (17F5.2)
 0.33
 0.27 0.24
 0.13 0.22 0.25
 0.24 0.23 0.19 0.35
 0.10 0.27 0.15 0.39 0.49
 0.23 0.20 0.18 0.34 0.55 0.52
 0.15 0.13 0.14 0.20 0.28 0.20 0.35
 0.22 0.06 0.19 0.29 0.38 0.32 0.41 0.28
 0.24 0.19 0.22 0.29 0.33 0.26 0.36 0.35 0.44
 0.12 0.15 0.18 0.32 0.29 0.22 0.22 0.15 0.32 0.48
 0.21 0.23 0.26 0.34 0.56 0.43 0.48 0.35 0.37 0.43 0.28
 0.13 0.27 0.18 0.25 0.40 0.44 0.45 0.18 0.29 0.26 0.15 0.51
 0.14 0.13 0.11 0.30 0.39 0.43 0.35 0.27 0.21 0.22 0.11 0.39 0.29
 0.28 0.26 0.37 0.26 0.29 0.18 0.33 0.22 0.32 0.35 0.33 0.33 0.19 0.14
 0.21 0.09 0.23 0.33 0.33 0.27 0.26 0.32 0.35 0.39 0.26 0.44 0.20 0.31 0.23
 0.22 0.17 0.21 0.43 0.42 0.38 0.42 0.25 0.49 0.46 0.42 0.37 0.28 0.26 0.44 0.34
HIERARCHY
3  2 15
PLINK

AVERAGE LINKAGE  MARIAPEEL, 1976 JOINED OP PLAATSEN
HIERARCHY
2  2 15
PLINK

COMPLETE LINKAGE MARIAPEEL, 1976 JOINED OP PLAATSEN
HIERARCHY
1  2 15
PLINK

SINGLE LINKAGE MARIAPEEL, 1976 JOINED OP PLAATSEN
STOP
```

Oud	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	22	15	16	12	13	14

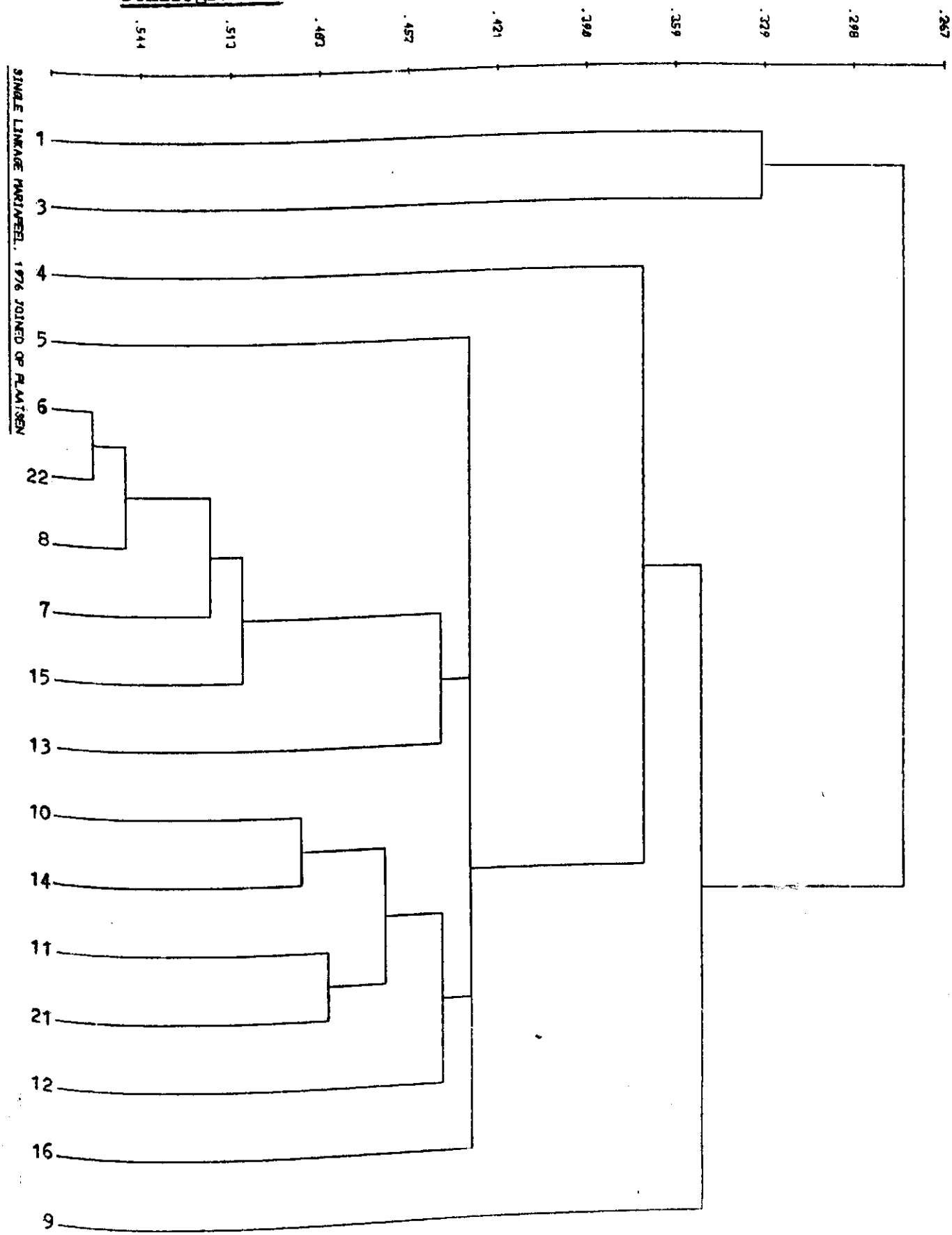
Dendrogram 3.



Dendrogram 4.



Dendrogram 5.



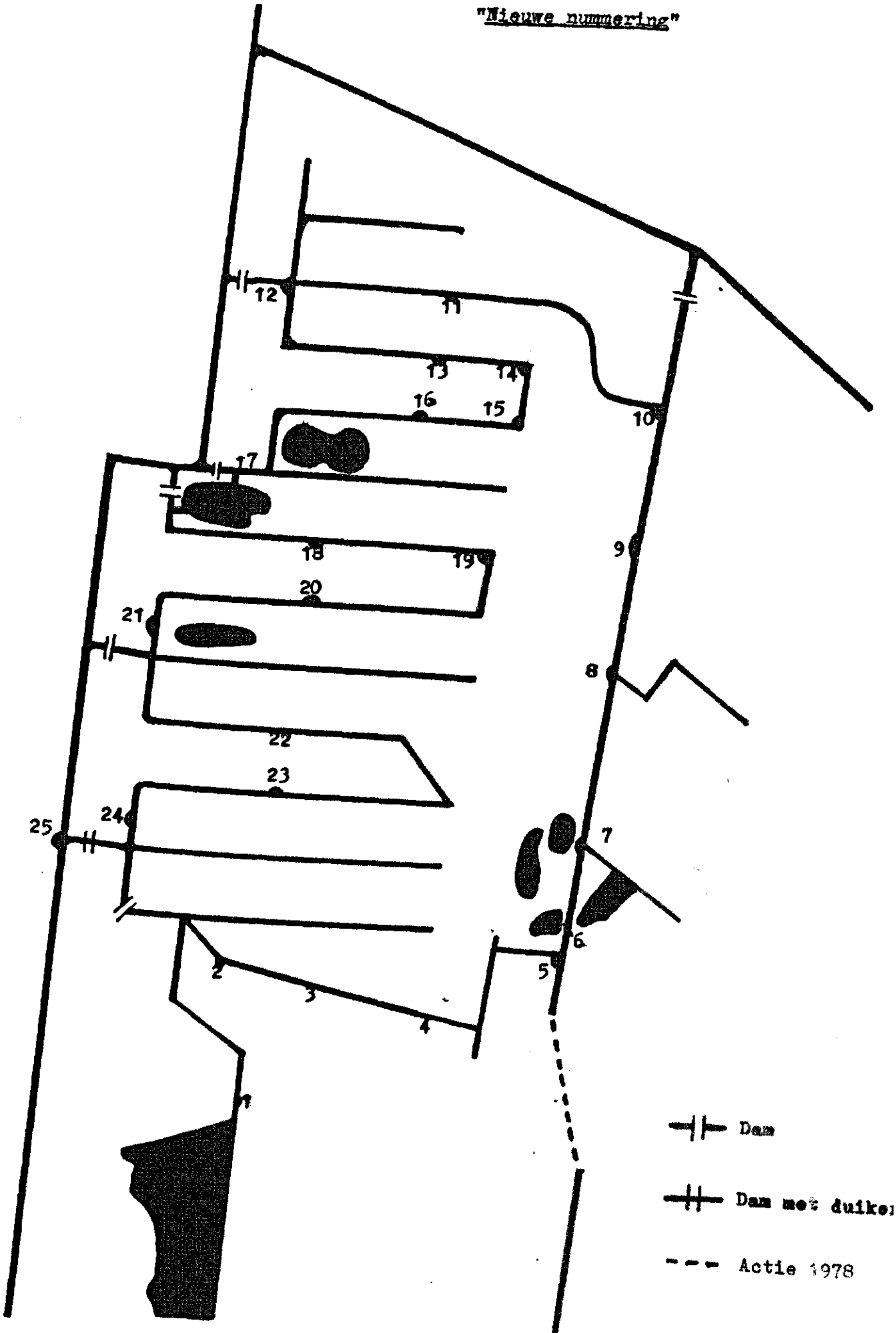
IV.2.2. 1977

KAART III B

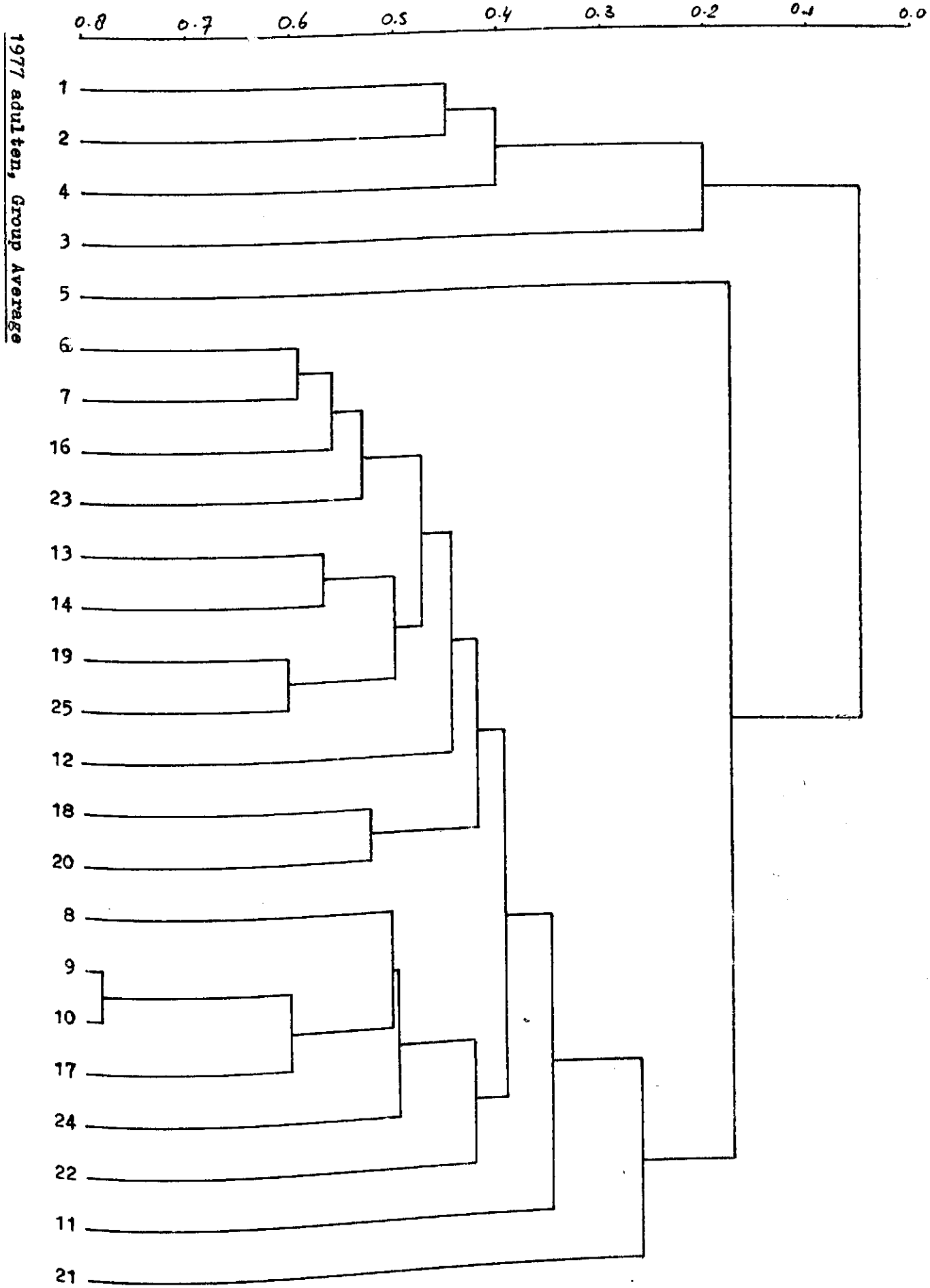
NUMMERING MONSTERPUNTEN 1977

(v.d.Heide & Evers, 1977.)

"Nieuwe nummering"

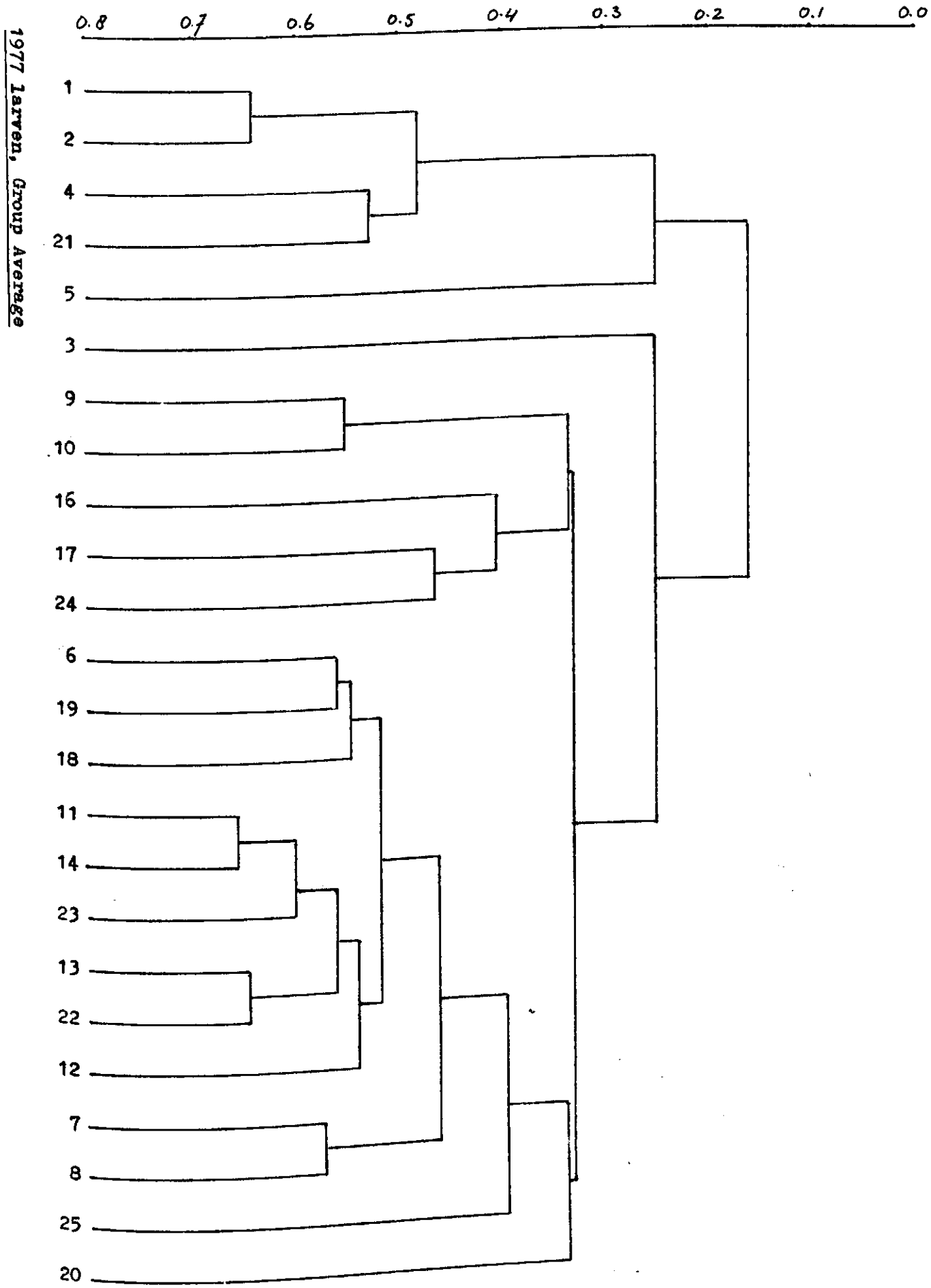


Dendrogram 6.



1977 adulten, Group Average

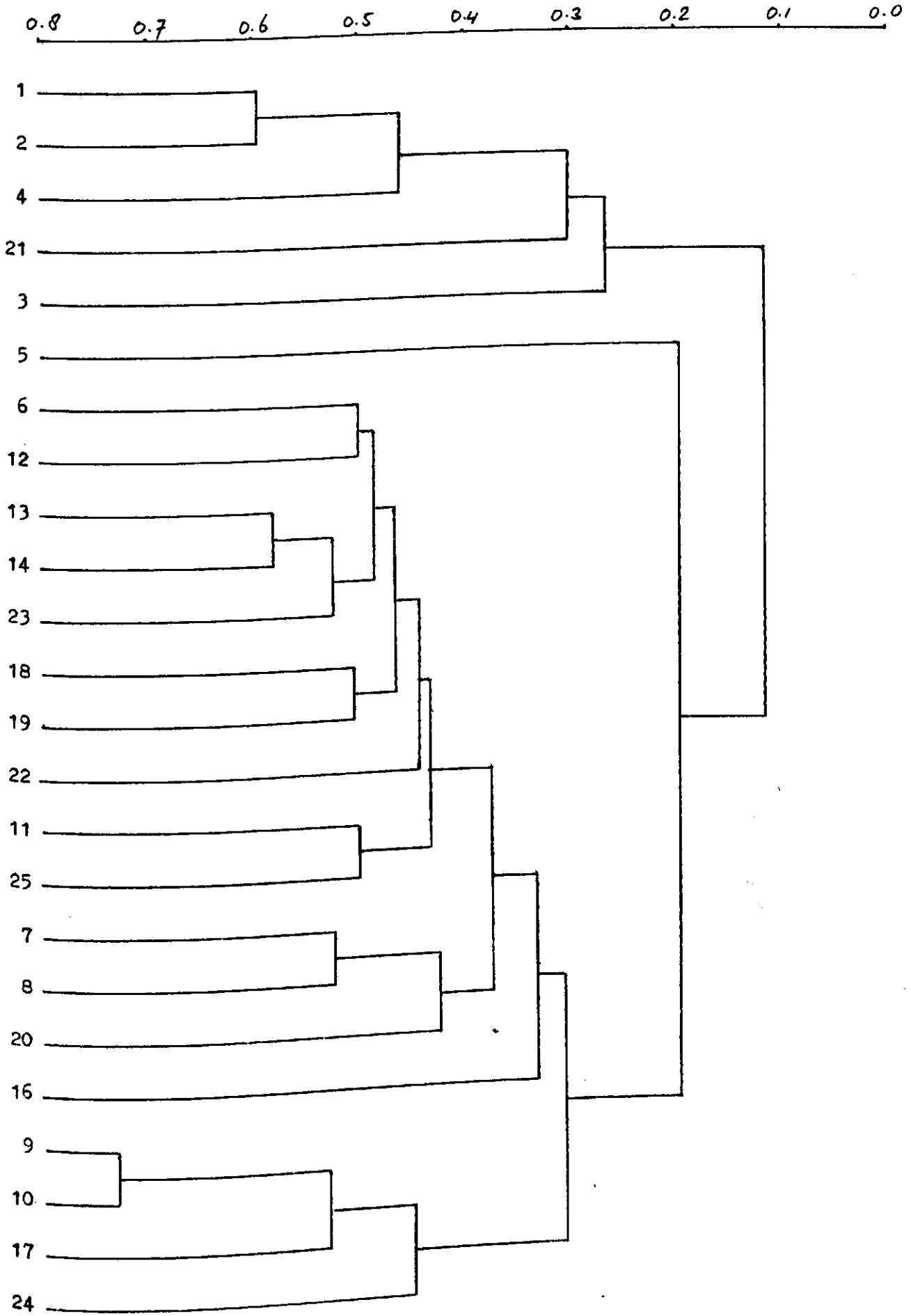
Dendrogram 7.



1977 Larven, Group Average

Dendrogram 8.

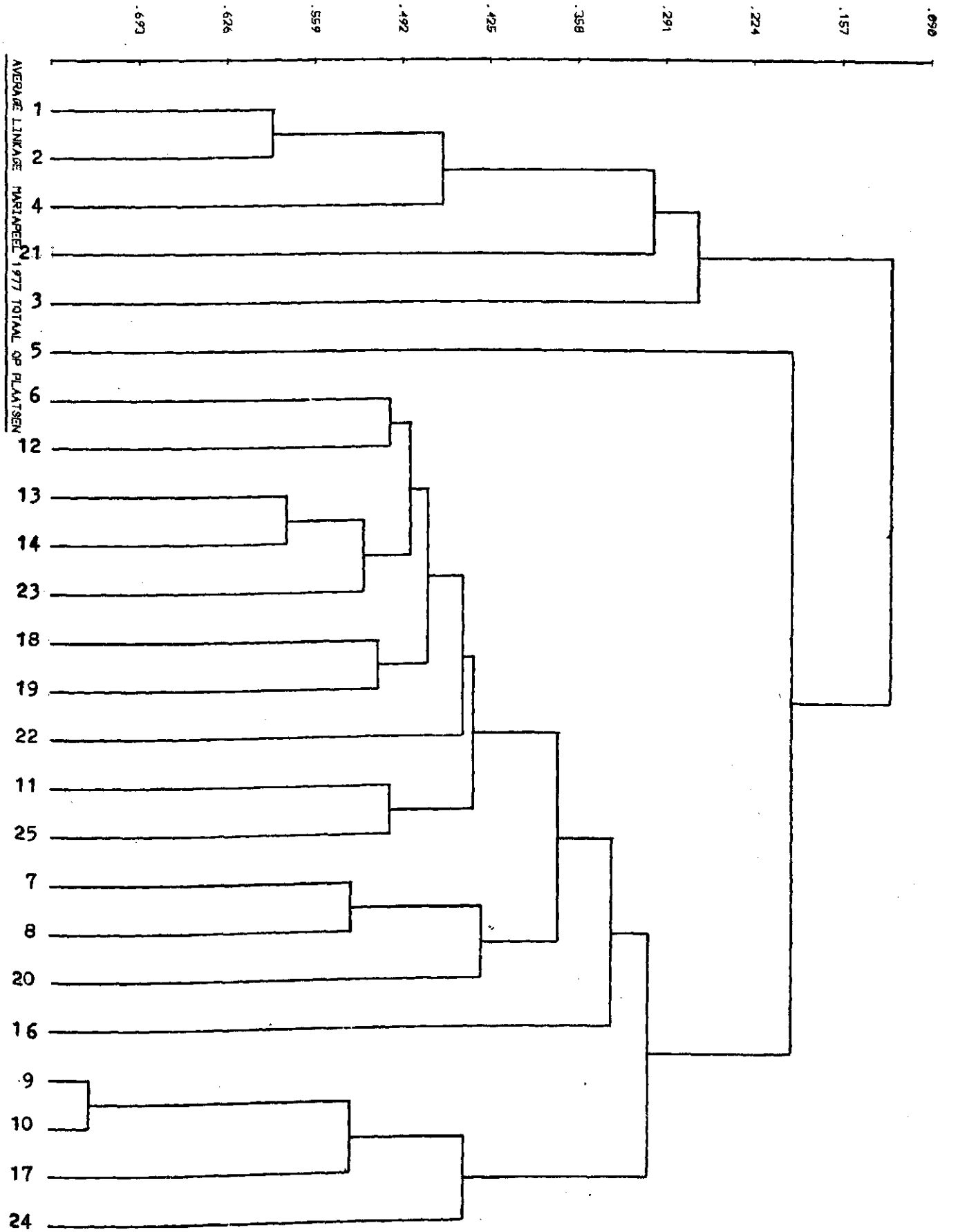
1977 total, Group Average



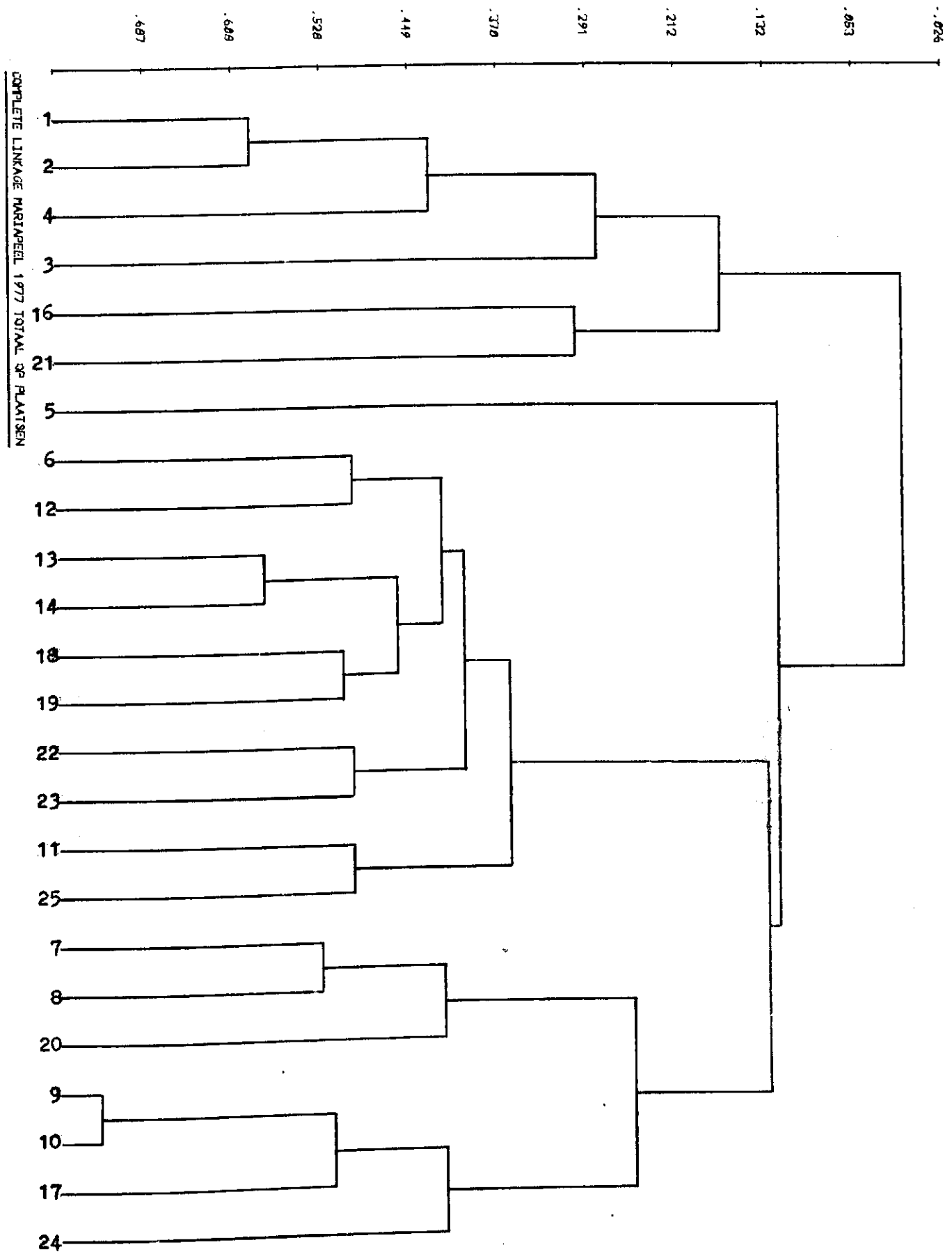
Tabel 7 b. Sim.mat 1977.
Monsterpunten 1 - 25;
m.u.v. punt 15 (24 mp's),
("Nieuwe nummering").

```
STIN
TAAL MARIAPEEL 1977, SIM.MAT, CLUSTER OP MONSTERPUNTEN
2428      (24F5.2)
.59
.30 0.31
.43 0.49 0.29
.10 0.21 0.13 0.21
.03 0.06 0.20 0.06 0.23
.08 0.12 0.12 0.12 0.27 0.48
.04 0.05 0.12 0.06 0.19 0.44 0.53
.04 0.06 0.13 0.08 0.22 0.23 0.35 0.36
.06 0.06 0.14 0.08 0.20 0.29 0.39 0.39 0.73
.07 0.08 0.12 0.09 0.21 0.43 0.31 0.37 0.13 0.17
.07 0.11 0.22 0.09 0.19 0.50 0.38 0.46 0.23 0.30 0.47
.05 0.06 0.09 0.07 0.19 0.46 0.42 0.41 0.17 0.22 0.49 0.44
.08 0.11 0.16 0.11 0.24 0.54 0.41 0.39 0.18 0.24 0.55 0.54 0.58
.28 0.26 0.24 0.30 0.15 0.33 0.44 0.30 0.24 0.29 0.33 0.34 0.32 0.34
.06 0.08 0.17 0.08 0.18 0.34 0.42 0.51 0.52 0.54 0.30 0.47 0.28 0.31 0.33
.09 0.15 0.20 0.17 0.26 0.49 0.46 0.43 0.27 0.32 0.38 0.42 0.46 0.53 0.32 0.35
.02 0.04 0.13 0.07 0.17 0.47 0.37 0.44 0.21 0.24 0.44 0.42 0.49 0.54 0.22 0.34 0.51
.02 0.06 0.12 0.02 0.23 0.32 0.44 0.42 0.27 0.25 0.21 0.21 0.37 0.28 0.27 0.37 0.43 0.33
.27 0.31 0.17 0.32 0.12 0.16 0.12 0.09 0.11 0.14 0.15 0.21 0.12 0.19 0.30 0.18 0.18 0.08 0.14
.01 0.05 0.12 0.09 0.12 0.40 0.42 0.45 0.24 0.30 0.44 0.40 0.48 0.45 0.33 0.33 0.40 0.48 0.29 0.17
.12 0.16 0.22 0.15 0.19 0.45 0.45 0.38 0.21 0.26 0.46 0.48 0.48 0.56 0.42 0.36 0.47 0.42 0.29 0.30 0.50
.05 0.08 0.19 0.14 0.13 0.27 0.41 0.39 0.42 0.43 0.24 0.38 0.29 0.29 0.42 0.48 0.35 0.30 0.30 0.27 0.34 0.40
.04 0.07 0.04 0.11 0.14 0.36 0.34 0.37 0.21 0.23 0.50 0.43 0.38 0.47 0.35 0.34 0.37 0.43 0.25 0.22 0.38 0.50 0.38
RARCHY
 2 20
INK

ERAGE LINKAGE  MARIAPEEL 1977 TOTAAL OP PLAATSEN
ERARCHY
 2 20
INK

MPLETE LINKAGE MARIAPEEL 1977 TOTAAL OP PLAATSEN
ERARCHY
 2 20
INK

NGLE LINKAGE MARIAPEEL 1977 TOTAAL OP PLAATSEN
OP
```

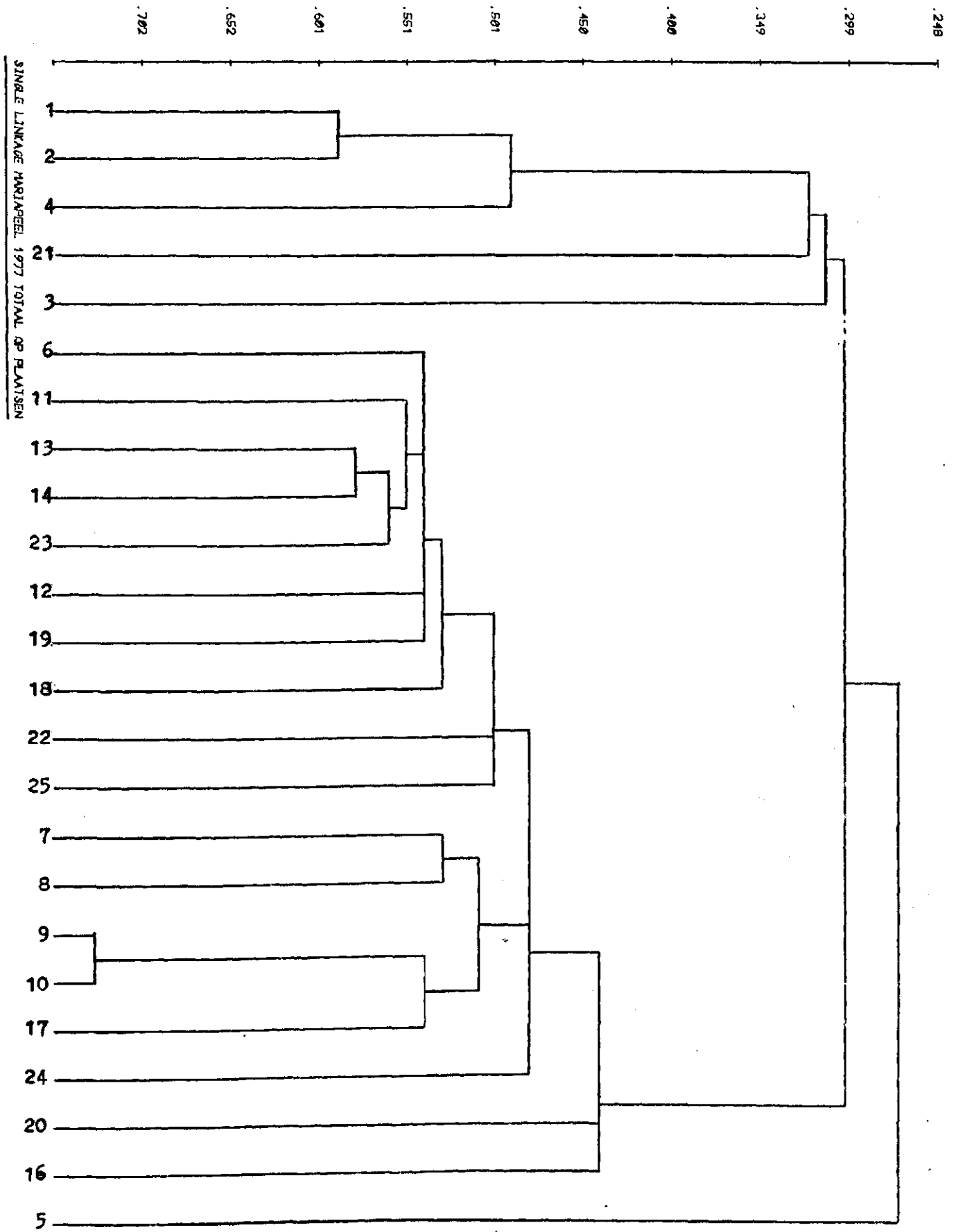
Dendrogram 9.



Dendrogram 10.

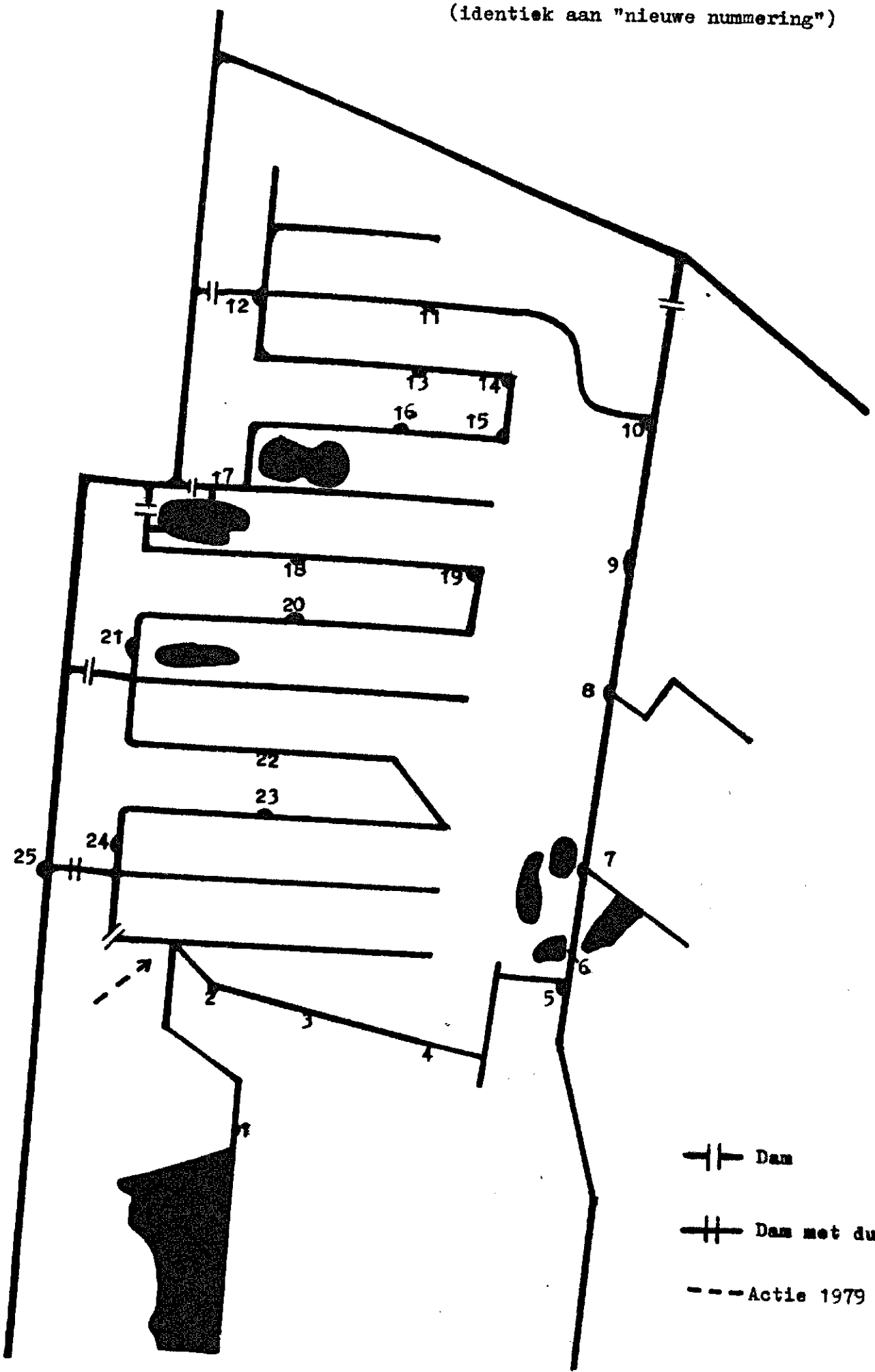


Dendrogram 11.

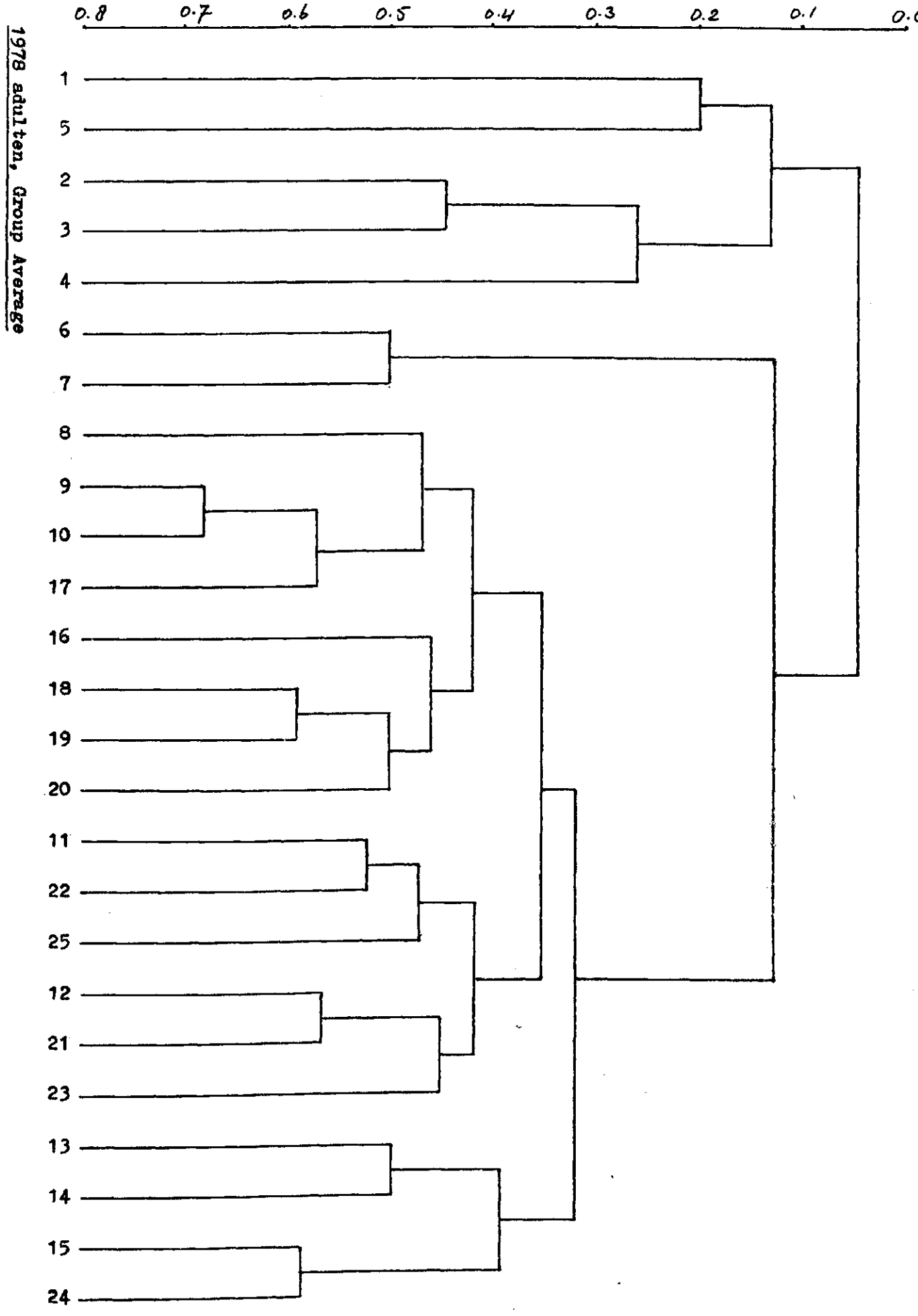


IV.2.3 1978 KAART III C

NUMMERING MONSTERPUNTEN 1978
(Schellinkhout & Visser, 1978)
(identiek aan "nieuwe nummering")

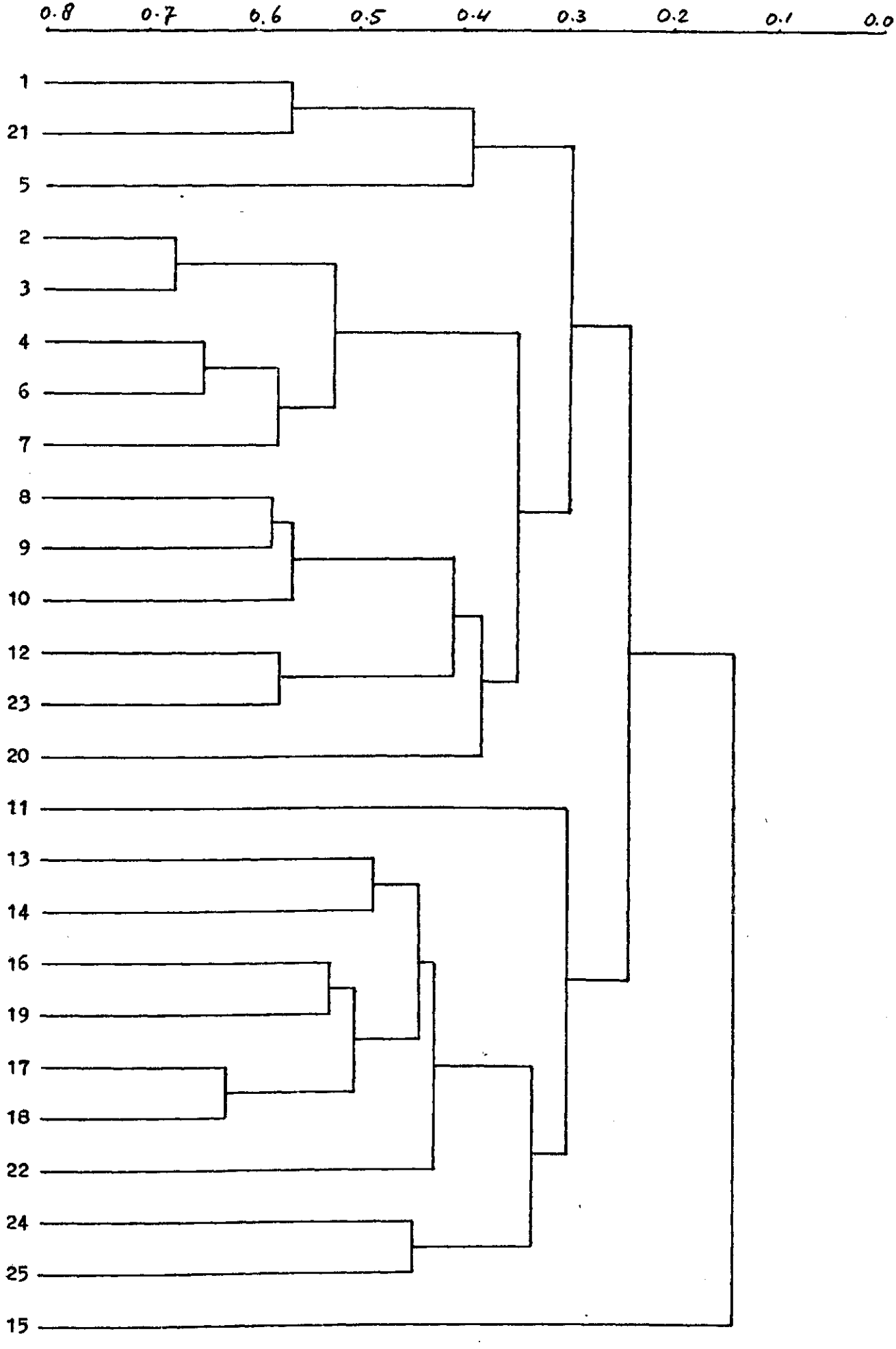


Dendrogram 12.

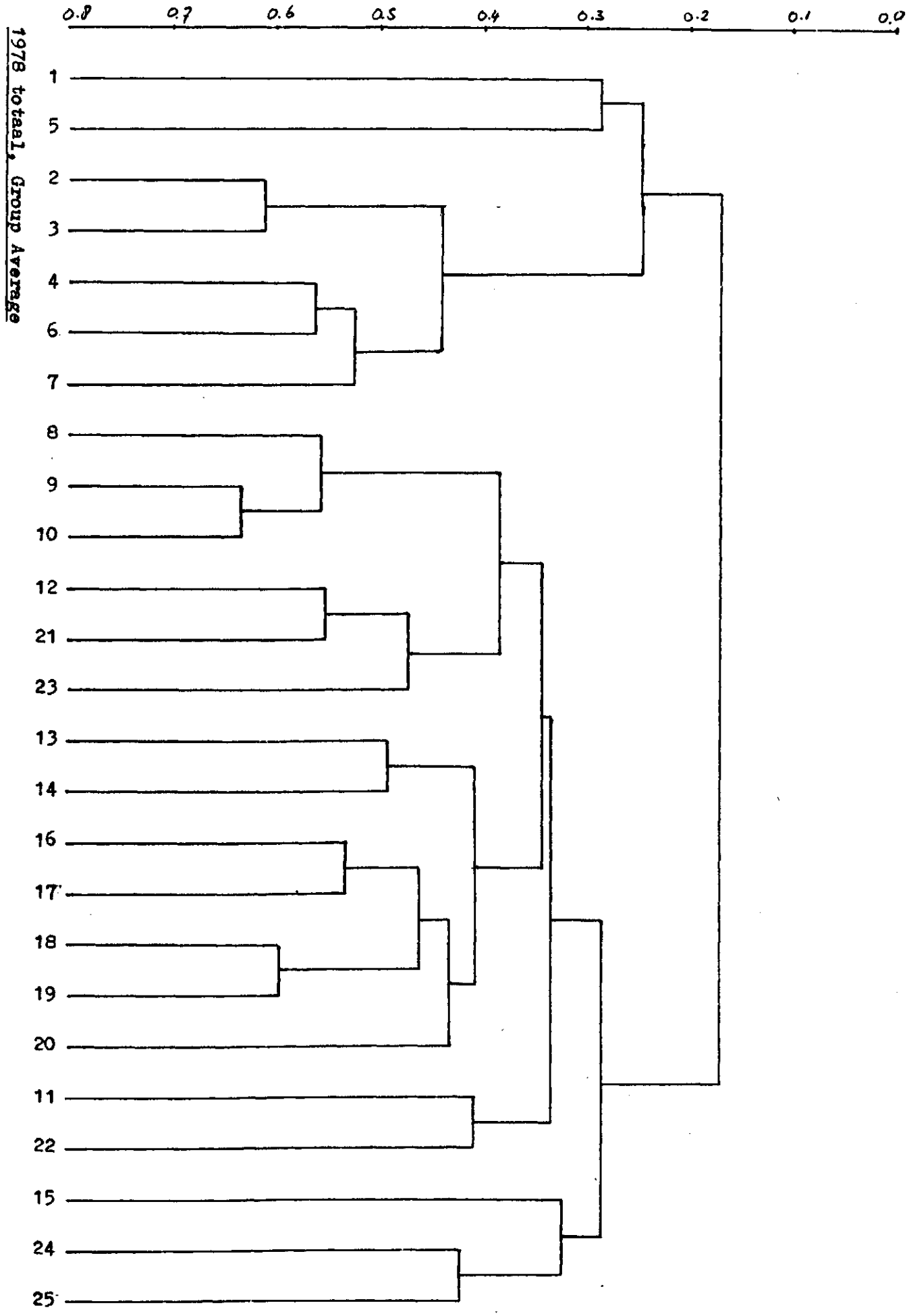


Dendrogram 13.

1978 larvem, Group Average



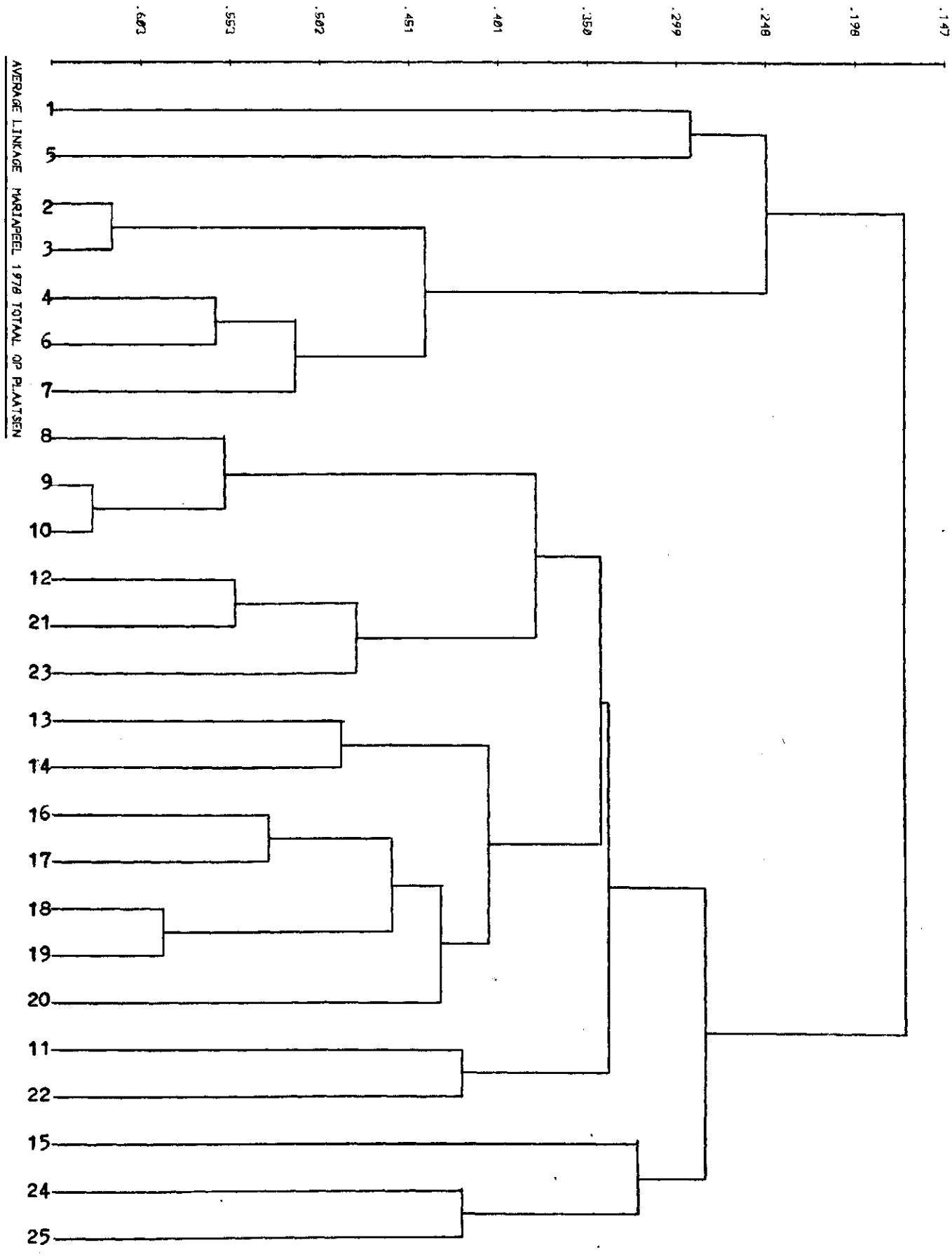
Dendrogram 14.



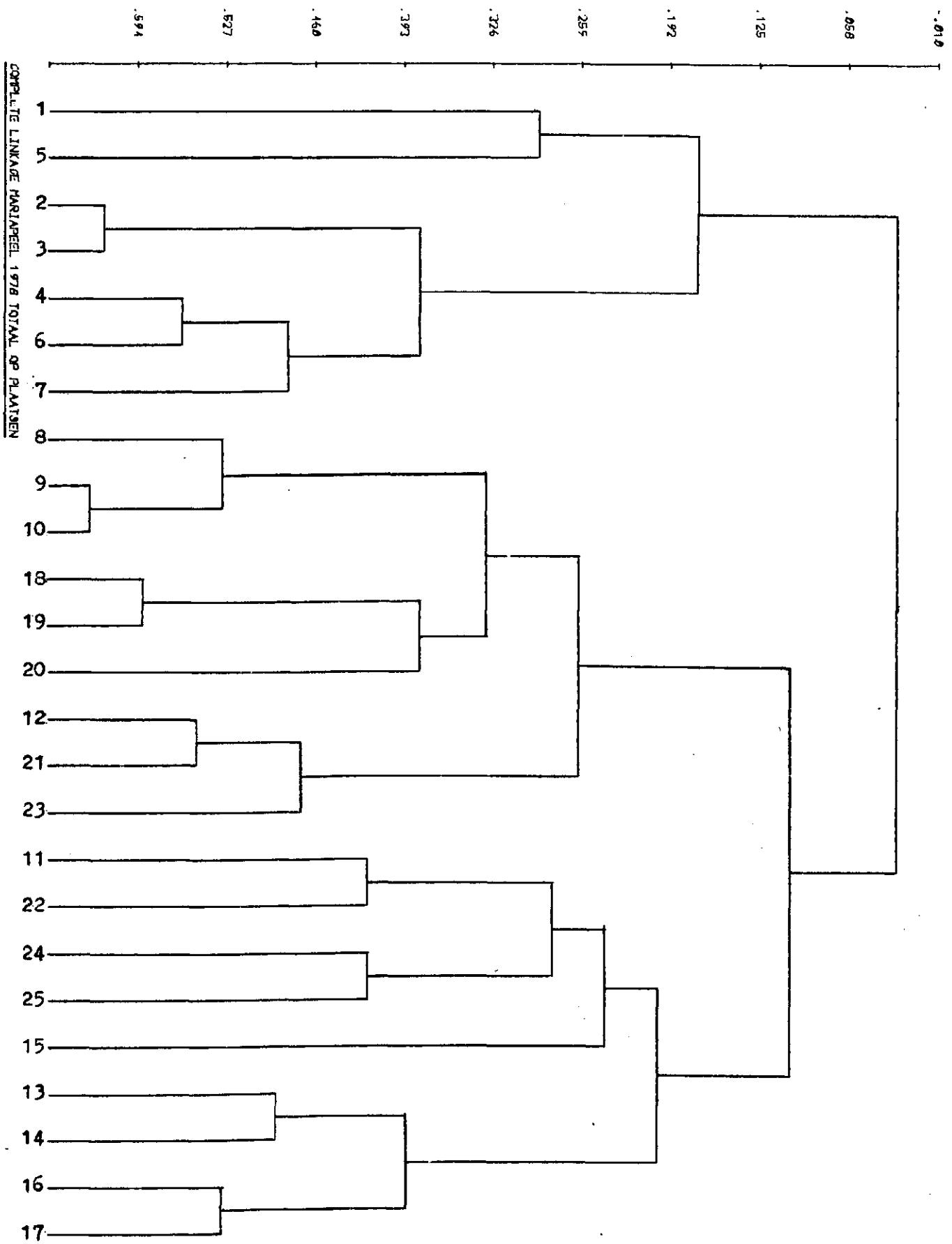
Tabel 7 c. Sim.mat 1978.
Monsterpunten 1 - 25,
("Nieuwe nummering").

```
DISTIN
TOTAAL MARIAPEEL 1978, SIM.MAT, CLUSTER OP MONSTERPUNTEN
  25 28      (25F5.2)
 0.24
 0.32 0.62
 0.30 0.51 0.50
 0.29 0.25 0.23 0.23
 0.29 0.38 0.40 0.56 0.17
 0.21 0.44 0.42 0.48 0.23 0.55
 0.14 0.19 0.21 0.21 0.11 0.37 0.32
 0.15 0.19 0.19 0.22 0.13 0.32 0.37 0.58
 0.15 0.19 0.20 0.20 0.12 0.29 0.34 0.53 0.63
 0.02 0.11 0.13 0.14 0.13 0.14 0.20 0.32 0.32 0.32
 0.18 0.15 0.16 0.27 0.10 0.26 0.27 0.36 0.42 0.36 0.33
 0.06 0.07 0.11 0.13 0.07 0.10 0.16 0.28 0.28 0.28 0.35 0.23
 0.05 0.06 0.13 0.08 0.12 0.06 0.11 0.25 0.38 0.37 0.22 0.25 0.49
 0.03 0.14 0.12 0.10 0.19 0.15 0.11 0 26 0.25 0.28 0.37 0.14 0.20 0.33
 0.11 0.16 0.16 0.17 0.14 0.19 0.19 0.30 0.36 0.35 0.30 0.35 0.39 0.44 0.26
 0.09 0.12 0.16 0.14 0.08 0.17 0.22 0.31 0.48 0.52 0.30 0.35 0.44 0.46 0.32 0.53
 0.12 0.13 0.20 0.14 0.09 0.16 0.24 0.33 0.38 0.43 0.33 0.30 0.46 0.42 0.16 0.49 0.53
 0.19 0.14 0.20 0.19 0.15 0.19 0.32 0.37 0.44 0.37 0.36 0.33 0.42 0.35 0.10 0.47 0.35 0.59
 0.17 0.21 0.21 0.25 0.13 0.26 0.29 0.41 0.49 0.36 0.26 0.37 0.29 0.38 0.11 0.47 0.39 0.38 0.49
 0.25 0.16 0.15 0.21 0.18 0.22 0.28 0.36 0.43 0.31 0.24 0.55 0.18 0.22 0.16 0.42 0.35 0.26 0.39 0.51
 0.08 0.13 0.19 0.12 0.14 0.18 0.24 0.37 0.35 0.38 0.42 0.33 0.31 0.34 0.26 0.43 0.35 0.40 0.41 0.37 0.39
 0.13 0.18 0.19 0.22 0.14 0.30 0.42 0.40 0.43 0.34 0.28 0.49 0.21 0.21 0.15 0.30 0.35 0.30 0.37 0.36 0.47 0.
 0.07 0.22 0.18 0.19 0.10 0.19 0.24 0.28 0.37 0.40 0.28 0.25 0.29 0.38 0.40 0.39 0.46 0.40 0.32 0.26 0.22 0.
 0.03 0.11 0.14 0.13 0.13 0.18 0.22 0.22 0.33 0.23 0.34 0.30 0.29 0.24 0.24 0.29 0.37 0.36 0.32 0.22 0.25 0.
 HIERARCHY
3  2 20
PLINK

AVERAGE LINKAGE  MARIAPEEL 1978 TOTAAL OP PLAATSEN
HIERARCHY
2  2 20
PLINK

COMPLETE LINKAGE MARIAPEEL 1978 TOTAAL OP PLAATSEN
HIERARCHY
1  2 20
PLINK

SINGLE LINKAGE MARIAPEEL 1978 TOTAAL OP PLAATSEN
STOP
```

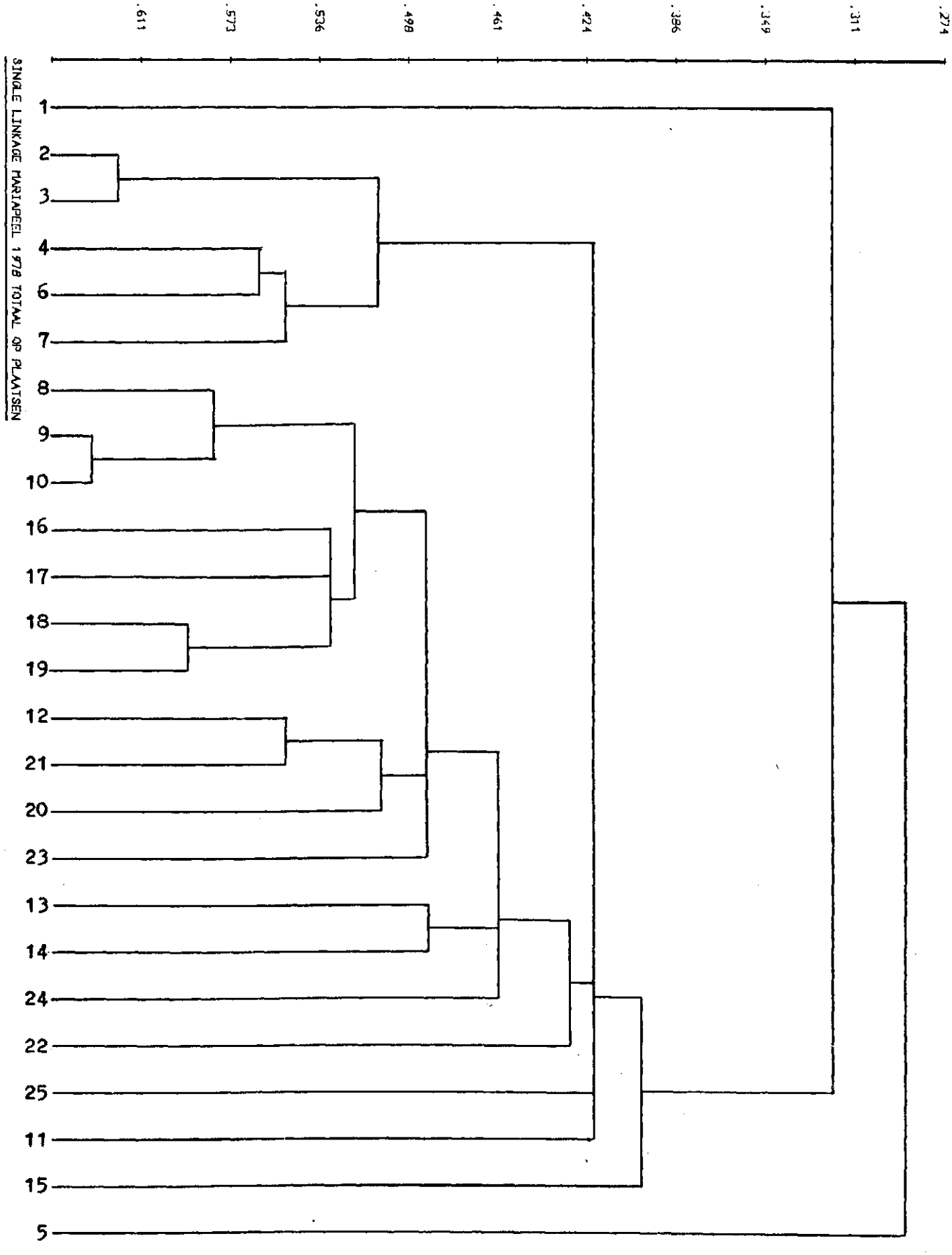
Dendrogram 15.



Dendrogram 16.

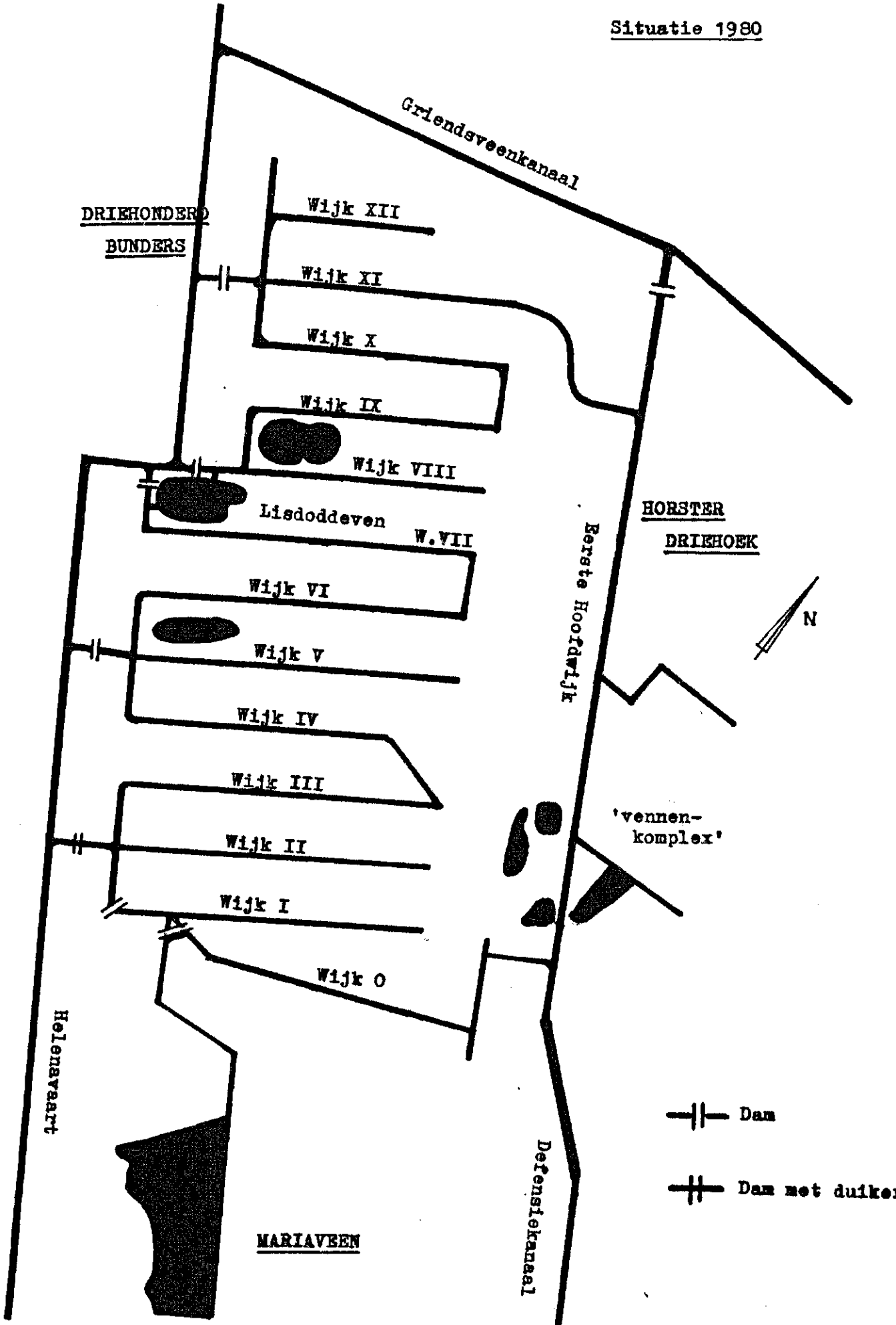


Dendrogram 17.



IV.2.4. KAART IV DE MARIAPEEL, Wijken en Kanalen; Veenplassen

Situatie 1980



V DISCUSSIE

1.1. Numerieke verwerking 1976, Traject I en II: Joined.

Kaart III A, blz. 28, is een geschematiseerde weergave van de situatie in de Driehonderd Bunders en toont een waterhuishouding in twee 'Trajecten', I en II, naast de 'Oude Nummering', zoals t.m. 1976 gebruikt. (zie Schouten en v. Starkenburg, 1976). Stippellijnen geven daarnaast de belangrijkste, gedurende 1977 te nemen beheersmaatregelen weer. Van het grootste belang voor het interpreteren van de resultaten van 1976, is de wijze waarop sinds 1972, overtollig water vanuit het -hoger gelegen gebied- , via duikers kon worden afgevoerd (zie Kaart II, stroomrichting d.m.v. pijlen aangegeven.): Droge zomers in 1975 en 1976 hadden echter voornamelijk inlaat van eutroof water tot gevolg (zie Inleiding 3.). In de aldus bestaande situatie werden gedurende de maanden juli - augustus in Traject I, 8 plaatsen bemonsterd en 125 soorten macrofauna gedetermineerd; Traject II omvatte 9 monsterpunten(mp's) en telde totaal 118 soorten (verslag'76).

Dendrogram(D) 1 a-b. geeft de Group Average(GA) bewerking van resp. Traject I en-II. Samenvoeging van de soortenlijsten der beide Trajecten, laat 17 mp's zien waarin totaal 163 soorten worden aangetroffen. D2 representeert de GA-bewerking van deze 'Joined' situatie.

Met de Joined-Sim.mat als basis, blz. 31, werden tenslotte de Average Linkage(AL=GA); Complete Linkage(CL); Single Linkage(SL) - berekeningen her-uitgevoerd en resp. D3; D4; D5, nageconstrueerd. (zie Methoden 3.). D1a. toont op niveau(n. 19)een afsplitsing van de mp's 1,3,4 en de rest, in volgorde van nummering der 9 mp's. In D2 komt deze indeling, aangevuld met mp 12, terug. Een blik op Kaart III -A laat zien dat het hier een indeling in dystroof Peelwater en meer neutrale watertypen moet betreffen (zie hiertoe ook Tabel 2a.). Op niveau van aanwezige soort - groepen, worden de mp's 1,3,4 en 12 gekenmerkt door totaal ontbreken van de Mollusca (pH•Ca^{++}!); Oligochaeta; Hirudinae en -in mindere mate voor mp 12- Isopoda en Trichoptera. D1b. toont op n. 27 en vervolgens op n.40 een splitsing in mp's 10,14,11,21, (12) en de rest, welke in D2 op n.42 eveneens als blok optreedt. Op soort-groep niveau komen deze punten sterk overeen in gezamelijk optreden van bepaalde Chironomidae (larven) en de elders als 'Adulten' gekarakteriseerde groepen; en voorts in een gezamelijke afwezigheid van m.n. Coleoptera imago's. De in D1a-b."buiten de classificatie vallende" mp's 5 en 13 komen in D2 op n.34 sámen terug,-op grond van voornamelijk het ontbreken van Mollusca, Coleoptera en Heteroptera-(adulten én larven), terwijl de punten geenszins gerelateerd zijn qua ligging (wél pH, ca 6).

z.o.z.

Interessant, D2; n.31, is de onderverdeling van de 'neutrale' groep (restgroep) in groepen mp's die te karakteriseren zijn als 'relatief eutroof' en 'relatief oligotroof'. Laatstgenoemde groep: mp's 6,22,8,7,15 en 16 liggen -geografisch- in twee groepjes bij elkaar en zijn in afnemende mate vanaf n.56 met elkaar gerelateerd. Mp 9, tenslotte, valt in zowel D1a. als in D2 op n.26, buiten iedere indeling met andere mp's. Gezien z'n ligging bij een inlaatpunt aan het Griendsveen-kanaal, kan worden verwacht dat mp 9 een eutrofe tot vervuilde situatie representeert. Hiervoor wordt bevestiging gevonden in een basische pH (ca. 8)en de afwezigheid van 'adulte' soortgroepen met uitzondering van Tubifex spec. en voorts grote hoeveelheden Chironomus-en Cricotopus spec. Voorts komen op mp 9 enkele Diptera-larven voor, die elders niet worden aangetoffen. Mét mp 1, heeft mp 9 een 1000-tal Chironomus-larven gemeen. Hoewel dit duidt op zuurstof-arme milieu's, betreft het in beide gevallen een verschillende zuurstof-arme situatie, gemeten naar de pH bij 1 (ca. 4) en het voorkomen van 500 ex. Tubifex spec. bij mp 9. Wél zou men zich kunnen afvragen, of Chironomus spec., in zulke grote aantallen en extreme situaties voorkomend, niet een te groot gewicht kan leggen op het verloop- en resultaat van de classificatie-procedure!

Het bestaan van twee Trajecten, waarvan de afzonderlijke GA-bewekingen in D1a-b.; neemt niet weg, dat in de 'Joined' bewerking, D2, veel van de mp's van I en II nauwe relaties met elkaar vertonen -"op elkaar gelijken"-. Bij nadere beschouwing der drie Dendrogrammen blijven echter ook de oorspronkelijke relaties tussen mp's of groepen mp's gehandhaafd in 'Joined'-bewerking. Zeker waar het mp's betreft in één gebied, is de overzichtelijkheid gediend bij berekening- en presentatie in resp. een grotere matrix en Dendrogram; Bruikbaarheid van een Dendrogram lijkt dus voorzeker aan een minimum aantal Collecties gebonden. Zonder hier minimum (of maximum-)grenzen te willen stellen aan een te clusteren aantal mp's, lijkt i.g.v. de gegevens van 1976 het samenvoegen van Traject I en II een gerechtvaardigde bezigheid geweest.

D3;D4 en D5 geven resp. de CLUSTN-1 C- uitdraai van de AL-, CL-, en SL- clusterstrategieën van 1976 'Joined'. D3 is daarbij een her-berekening van het in D2 gepresenteerde en vertoont een lichte nuance in de AL-indelingen van mp's 5 en 13. Zonder hier uitgebreid in te kunnen gaan op de verschillen die de methoden op soort(groep)-niveau opleverden, is van belang op te merken, dat SL de in AL en CL geclusterde mp's opsplitst; CL, mp's 5 en 13 clustert met andere groepen; terwijl in SL, (chaining!), mp 5 relaties vertoont met bijna alle mp's, m.u.v. 4 en 9.

1.2 Numerieke verwerking 1977, 'Adulten'; 'Larven'; 'Totaal'.

Kaart III B, blz. 35, toont een detailopname van de Driehonderd Bunders, waarin aangegeven de 'Nieuwe Nummering', zoals deze in 1977 werd ingevoerd. De waterhuishouding van het gebied toont nu een situatie, waarin slechts van één "traject" zou kunnen worden gesproken: Dit door verbindingsslootjes tussen de Eerste Hoofdwijk en wijk 11 en voorts tussen de wijken 7-6 en 4-3 (zie Kaart I; Inleiding 3.). Verdere maatregelen betroffen hoofdzakelijk het afsluiten van de duikers ter hoogte van de (nieuwe!) mp's 10, 12 en 21, met als voornaamste gevolg: a. géén tot minder uitstroom van-dystroof-water uit het gebied;

b. minder instroom-plaatsen voor-eutroof-Maaswater;(igv.droogte)

c. eventueel plaatsvindende stroming in een rondgaande; meanderende loop, met uitlaat/inlaat! bij mp 25. (vgl. Kaart II).

Een stippellijn geeft bovendien de belangrijkste, in 1978 uit te voeren actie, weer. In de aldus ontstane situatie leek het zinvol het aantal mp's uit te breiden en de nummering te herzien: Bij droogval van mp 15 werden in de maanden oktober - november 24 mp's bemonsterd, waarbij een soorten-aantal van 159 werd aangetroffen (Tabel 3a.; Zie ook v.d. Heide & Evers, 1977). D8 toont het resultaat van de GA-bewerking met het 'Totaal' der hierboven gegeven aantallen. De omvang der benodigde berekeningen deed spoedig omzien naar een mogelijkheid tot reductie van de matrix; aldoende kwam een splitsing in 'Adulten' en 'Larven' tot stand.

Bij handhaving van een aantal van 24 mp's betrof het hier resp. 78 en 81 soorten, op zinvolle wijze in resp. GA-D6 en -D7 weergegeven. De Totaal-scores, werden vervolgens middels de Sim.mat, blz. 39, volgens de AL-,CL-,SL- strategieën her-berekend en zijn weergegeven in D9,-D10,-D11 (zie Methoden 3.). D8 toont vanaf n.60 tot n.1.1 trapsgewijze afsplitsing van mp's 1,2,4,21,3 en de rest. Mp 21 valt hier buiten de groep (zie Kaart III B), waar het de ligging en pH (3.5 tegen 6.5!) betreft. Indeling van deze mp's, op soort-groep niveau, geschiedt dan ook voornamelijk op het grote aantal Chironomus spec. larven en -in mindere mate voor mp 21- op afwezigheid van de deels bij 1976 genoemde groepen: Mollusca; Oligochaeta; Tricladida en Hirudinae. Meest opvallend in D8 is een op n.20 geïsoleerd mp 5. Nadere beschouwing van dit in Tabel 1 en 2 niet ópvallende punt, leert dat het hier een 'ondergelopen grasveldje' betrof, met vrijwel geen organismen afgezien van Coleoptera-imago's en 1500! Ephemeroptera-larven. Indeling van de overige mp's in D8, als geschiedta.h.v.de Totaal-matrix, geeft een gecompliceerder beeld van -nauwere- relaties van mp's, waarin af en toe de volgorde der ligging van mp's te herkennen is.

D6 toont de GA-bewerking van de 'Adulten' 1977, die aantals-matig minder gewicht in de schaal leggen dan D7:'Larven', bij tot stand koming van de 'Totaal'output van D8;D9;D10;D11. Afgezien van het gezamelijk voorkomen van één soort Chaoborus en-Hespecorixa in de mp's 1,2,4 en 3, is wellicht het ontbreken van de vijf -voorgenoemde- soortgroepen debet aan de scherpe afsplitsing die D6 op n.05 met de rest van de mp's te zien geeft. Mp 5 geeft in D6 dezelfde geïsoleerde positie te zien als genoemd in D8: hiér alleen te verklaren uit het gezamelijk voorkomen van 8 Coleoptera-imago's, die in de overige mp's slechts sporadisch, afzonderlijk worden aangetroffen. Trapsgewijze overeenkomsten tussen -meest- dicht bij elkaar gelegen mp's in de orde van n.60 - n.40, bij zowel D6 als D7, hoeven geen verwondering te wekken. Wél verwonderlijk is, bij nadere beschouwing van D8, dat zowel vorm als mp-volgorde hiervan voornamelijk zijn bepaald door de deel-matrix van de 'Adulten'-scores. Hieruit lijken twee, elkaar aanvullende gevolgtrekkingen mogelijk: 1. 'Adulten',-zeker de mobiele+ insecten-imago's- hebben een smal spectrum van voorkomen en geven ondanks -vaak- kleinere individuën-aantallen, -vaak- grotere soorten-aantallen te zien/mp, waarop bij gezamelijk voorkomen scherp valt te classificeren.

2. 'Larven', hebben een breder tot zeer breed spectrum van voorkomen; zijn voor korte of langere tijd afhankelijk van een constant of wisselend milieu en komen in geval van weinig soorten/mp, -meest- in grote aantallen voor. Al naar gelang van soort en/of omstandigheden kunnen zij een bij 1. verkregen classificatie sterk vertroebelen. (Voorbeelden: 1. Mollusca; 2. Chironomus).

Eén in D8 op n.30 afgesplitste groep mp's (9,10,17,24), liggend in de 'relatief eutrofe'afsplitsing op n.17, is te vervolgen in zowel D6 als D7. Gevormde groepen mp's zijn hier (resp.): 8,9,10,17,24 en 9,10,16,17,24. Ter illustratie van de complexiteit der uitgevoerde berekeningen; náast de mogelijkheid dat onvoorziene classificaties worden verkregen: Afgezien van gezamelijk voorkomen van ca. 500 Ceratopogonidae-larven in mp's 9 en 10, bleek het -mij- niet mogelijk de classificatie aan de hand van de soortenlijst '77; dan wel aan de hand van de 'conventionele statistiek', Tabel 4,5,6, na te gaan. Voor interpretatie van D9;D10;D11, verwijs ik de lezer naar Methoden 2. en het methodische sluitstuk onder Discussie 1.3. (zijnde de AL-,CL- en SL-bewerkingen van 1977-'Totaal').

+ Noot bij 1.: Juist i.t.t. een te verwachten 'at random' verdeling !

1.3. Numerieke verwerking 1978, 'Adulten'; 'Larven'; 'Totaal'.

Kaart III C, blz. 43, geeft de gedurende 1978 bestaande situatie weer. Monsterpunten zijn -als in 1977- in 'Nieuwe Nummering'en eveneens 25 in getal (zie Schellinkhout & Visser, 1978). Belangrijke beheersmaatregelen hebben in het op deze monster-periode volgende jaar niet plaatsgevonden (stippellijn). Wél is na 1979 het aantal mp's uitgebreid tot ca. 30. Van belang in 1978 is een verbinding tusen het Defensiekanaal en de Eerste Hoofdwijk (zie Inleiding 3.); voor interpretatie van resultaten: a. Méér instroom van dystroof water via de Eerste Hoofdwijk; méér stroming in het gehele gebied.
b. Minder noodzaak tot inlaten van -eutroof- Maaswater bij mp 25;
c. Minder kans op droogvallen van de Wijken; náast een nu 2 jaar bestaande situatie, naar een stabielere waterhuishouding.
Najaar 1978 werden aldus 25 mp's, waarin een soorten-aantal macrofauna van 151, bestreken (soortenlijst: zie betreffende verslag). De GA-bewerking van de Totaal-matrix is gegeven in D14. De Sim.mat van '78, blz. 47, werd eveneens gebruikt voor her-berekeningen van de AL-,CL- en SL-clusterstrategieën; welke zijn na-geconstrueerd in D15;D16;D17.

Data-reductie in de vorm van splitsing in Adulten en Larven leverde aantallen van resp. 75 en 76 soorten, waarvan de GA-bewerking resulteerde in resp. D12 en D13 (zie ook Methoden 3.). D14 toont op n.17 een afsplitsing van een -grote- groep mp's : 1,5,2,3,4,6,7 en de rest. Als in 1976 en 1977 betreft het hier een classificatie op Ca^{++}-deficiëntie en dus het ontbreken van 5 voorgenoemde groepen 'Adulten'. De differentiatie op n.28 in mp's 1,5 en 2 t/m 7 is er één op gemeenschappelijk voorkomen van een groep Hemiptera- en Coleoptera-imago's, naast de in 1,5 in mindere mate voorkomende Chironomus-larven (ca.100). Deze onderverdeling is aldus te herleiden op het resp. méér en minder aanwezig zijn van O_2; in welk opzicht vooral mp 1 is veranderd t.o.v. de situatie in 1976 en 1977. D12 bevestigd weer de in Disc.1.2. geopperde veronderstellingen, dat 'Adulten' scherpere classificatie's leveren, gemeten aan de op bovengenoemde -chemische- criteria afgesplitste groep mp's 1 t/m 5 (n.05!) en vervolgens mp's 6,7 (n.13). Hoewel minder duidelijk dan in 1977, is ook hier het aandeel van 'Adulten', in tot stand koming van de 'Totaal'-scores, groter dan dat van de 'Larven', D13, waar het de vorm van de Dendrogram en volgorde van de mp's betreft. Daar zowel D12 als D13 op n.05 - n.35 een groter aantal operationele groepen afsplitsen dan het geval is in D14, zou men geneigd kunnen zijn te spreken van'wederzijdse vertroebeling' van de in D12 en D13 verkregen classificaties. z.o.z.

Met name in de restgroep, mp's 8 t/m 25, geeft D14 een minder scherpe classificatie tussen n.30 - n.40; dichtbijeengelegen mp's daarentegen, vindt men vaak op hoger associatie-niveau in groepen clusters terug. Op grond van het voorgaande én het feit dat zowel D12 als D13 op resp. niveau n.40 - n.50 en n.40 - n.60, zeer scherpe, geografisch herkenbare clusters opleveren, kan ik niet anders concluderen dan dat de methoden afzonderlijk en/of naast elkaar gebruikt dienen te worden. Mede in verband met het voorgaande ontbreekt m.i. de noodzaak, cq. de -oecologische- rechtvaardiging, vooralsnog soorten/soortgroepen op grond van een x-aantal individuën; dan wel mp's op grond van een y-aantal voorkomens van soorten, uit het classificatie-proces te schrappen. Voor verdere interpretatie van de waarde der verkregen GA-bewerkingen van 1978, wil ik nogmaals uitdrukkelijk verwijzen naar het verslag over dit jaar, waarin aanwezig soortenlijsten; veldgegevens en fysisch/chemische bepalingen.

Alvorens over te gaan tot verwijzing naar de m.b.v. CLUSTN-1 C verkregen AL- CL- en SL- bewerkingen van het 'Totaal' van 1978, wil ik recapituleren naar hoe de classificaties volgens Hierarchisch-Agglomeratieve-Polythetische methoden tot stand komen (zie Methoden 2.; Fig. 2.): Al naar gelang de toelatings-criteria voor een mp tot een nieuw te vormen-/ reeds gevormde cluster, zullen op hoog associatie-niveau paren mp's ontstaan ($<$n.1.0), die op lager associatie-niveau ($>$n0.0) aan zullen groeien tot één cluster, waarin alle verbanden tussen de mp's zijn gelegd. In deze via 'Cycles' werkende procedure zal het programma de mp's ($=$ soorten-inhoud) aflopen in de volgorde waarin deze zijn ingevoerd in de matrix. Het is dus niet verwonderlijk, dat de Dendrogrammen veelal een beeld geven, waarin de volgorde van invoer der eerste mp's volledig gehandhaafd blijft. Pas als de -grafische- overzichtelijkheid van de te verrichten classificatie dit noodzakelijk maakt, zullen mp's of groepen mp's -in hogere nummering- elders in clusters worden gerangschikt. Dat daarbij groepen -dicht bij elkaar liggende- op elkaar lijkende mp's in kleine eenheden worden geclusterd is geen toevalligheid, maar veelal het doel waarmee men classificeert! Het is goed zich te realiseren, dat bij interpretatie van een Dendrogram men zelf te werk gaat, volgens een als "divisief" te omschrijven methode: Juist vanuit grotere eenheden ($n>0.0$) uiteindelijk te komen tot de verdeling in kleinere eenheden ($n<1.0$); (resp. een laag- en hoog associatie-niveau der mp's). D15;D16 en D17 geven een voorbeeld van de 3 gebruikte strategieën; resp. werkend in 'gemiddelde' en 'uitersten': Hoewel de bij D14 verkregen classificatie geen geweld is aangedaan, zijn hier vorm en mp-volgorde afwijkend.

1.4. Vergelijking 1976 I,-II,-J; 1977 A,-L,-T; 1978 A,-L,-T.

Kaart IV, blz. 51, laat nogmaals een -gestyleerde- Driehonderd Bunders zien en plaatst ons bij benadering in de situatie van 1980. Problemen die zouden kunnen ontstaan bij een vergelijking van geheel verschillende situatie's en nummering van mp's, worden omzeild door nog slechts gebruik te maken van namen van Kanalen, Wijken en vennen. Waar mp's moeten worden genoemd, wordt verwezen naar Kaart I, in de 'Nieuwe Nummering'. (zie voorts de opvolgende reeks studentenverslagen). Het vervolgen van de beheersmaatregelen als getroffen in de Mariapeel, vanaf 1972, lijken slechts gedeeltelijk aan hun doelstelling te hebben beantwoord (zie Probleemstelling, Hfst. II): Veranderingen in de waterhuishouding van de Driehonderd Bunders over de jaren 1976 - 1977 - 1978 hadden in toenemende mate het effect méér Oligotroof water in het gebied te brengen, cq. te behouden en de (af) stroming van water in het gebied te verminderen. Deze maatregelen zullen op den duur zeker hun weerslag hebben op de soorten-samenstellingen der diverse levensgemeenschappen, in de richting van een min of meer éénduidige gradiënt Noord-Zuid. Zonder vraagtekens te zetten bij de juistheid van de -onder gegeven omstandigheden- uitgevoerde conserverings-maatregelen, moet men zich bewust blijven van de gevolgen van een "toenemende stabilisering van de waterhuishouding , die de 'natuurlijke' stabiliteit overtreft".Ik denk hierbij vooral aan de gevolgen van het wegvallen van diverse 'kleine gradieënten' en wegvallen van schommelingen in nat-droog, op vooral terrestische flora en -fauna.

Bleek het bij bespreking van resultaten van afzonderlijke jaren vooralsnog verstandig te kijken naar indeling van mp's in 'grote eenheden', op grond van de (deel)matrix: Bij vergelijken van de Dendrogrammen van 1976; 1977 en 1978 is het goed stil te staan bij het feit, dat hoewel (deel)soorten-aantallen redelijk constant bleven, er aanzienlijke verschuivingen plaatsvonden in soorten-samenstellingen (zie Tabel 3b.). In de afwijkende 'Oude situatie', 1976, was er sprake van monstername gedurende de zomermaanden (Tabel 2.), waaruit het grotere aantal larven kan worden verklaard. Hoewel afzonderlijke paren mp's door de jaren heen op elkaar kunnen lijken, vergelijkt men dus niet altijd dezelfde soorten-inhoud!

Zelfs na het lezen van 10 bladzijden Discussie zal de oplettende lezer zich niet aan de indruk kunnen onttrekken, dat dit verslag vnl. documentatie bevat t.a.v. een gevolgde methode en de daaruit voortgevloeide resultaten. Hoewel ik veel van de interpretatie aan de lezer overlaat, wil ik mij toch niet onttrekken aan een poging tot beantwoorden van Doelstelling'1:

z.o.z.

2. Numerieke Classificatie in de Hydrobiologie (zie Doelstelling 2.)

Bij het nagaan van de mogelijkheden die methoden van Numerieke Classificatie bieden voor gebruik in de Hydrobiologie in Nederland, is het (voorlopig) voldoende, stil te staan bij de -triviale-vraag: "Waarop classificeer je, en waarom"? Methoden voor Oecologische classificatie zijn vooralsnog minder ver ontwikkeld dan die van de taxonomische tegenhanger; niet in de laatste plaats omdat het meten van oecosysteem-kenmerken, alsmede het toepassen van data-reductie én interpretatie van verkregen classificaties op grote problemen stuit. Een eerste reductie is die van'Oecosysteem'in qualitatieve zin naar 'structuur van levensgemeenschappen' in quantitatieve zin. Bij classificatie van 'Collecties' (monsterpunten /-tijdstippen) tegen 'Attributen' (soorten-/soortgroepen Benthos) stuit men op twee mogelijke basis-concepten: 1. Discontinuïteiten in verspreidingspatronen van biota verdelen de habitat (Biocoenosis-theorie, Möbius, 1877); 2. Het oecologisch complex (biota) wordt verdeeld door discontinuïteiten in de habitat (Biotoop-theorie, Dahl, 1908). Anders dan b.v. het geval is met microfyten- en zoöplankton gemeenschappen, welke zeer snel reageren op veranderingen in het -abiotisch- milieu; vormen macrofyten- en macrofauna levensgemeenschappen vaak een afspiegeling van gemiddelden in fysisch/chemische milieufactoren over langere periode:(in de orde van respectievelijk etmalen en seizoenen). Om deze reden lijkt het onmogelijk een macrofauna- gemeenschap te defenieëren op grond van bezetting van een van te voren omschreven 'homogeen milieu'. Hoewel iedere indeling van het oecologisch continuum in groepen kunstmatig is, lijkt hier het biotoop-concept het meest bruikbare vanuit praktische overwegingen: "A biotic communtity is any assemblage of populations living in a prescribed area or physical habitat,... with a certain probability that species will occur together" (Odum,E.P., 1971).

Redenen waarom oecologische classificatie wordt toegepast hangen vaak samen met een te verwachten verschuiving in structuur van biota en / of abiota langs een bepaalde lijn; dan wel over een bepaalde periode: Te defenieëren als -respectievelijk- biotische en / of abiotische gradiënt. Bij het gebruik van numeriek-classificatorische methoden heeft men het voordeel dat grote hoeveelheden relaties, die niet direct op het oog kunnen worden overzien, ook onverwachte classificaties kunnen opleveren. Bovendien kunnen met één data-set vele typen classificaties- of ordinaties (normaal - invers; diverse affiniteiten) worden uitgevoerd. (zie Clifford & Stephenson, 1975; Boesch, 1977).

Als slechtste reden waarom Clusteranalyse wordt toegepast kan worden genoemd: "Het up-to-date lijken", zonder zich erin te verdiepen wat men classificeert hoe de aard van de bewerkingen is en hoe geinterpreteerd dient te worden (Clifford & Stephenson, 1975). Clusteranalyse mag dan ook geen doel op zich zijn: Alle stappen en bewerkingen waartoe men besluit zijn in weze Oecologische keuzen. Na abstractie van een 'werkelijke situatie' is het dan ook nodig de verkregen operationele groepen met veel omzichtigheid te interpreteren en waar nodig, met behulp van oorspronkelijke gegevens te verifieëren.

Hiermee raakt men eveneens aan de zwakke kanten van computer-classificaties: De problemen die men benadert zijn vaak te veelomvattend om in algorithmen te vertalen. Door de omvang van de verwerkte datasets is men echter vaak niet in staat complexe relaties op het oog te overzien en goede -oecologische- keuzen te maken: men wordt als het ware 'machine-afhankelijk'. Nadelen meer inherent aan het systeem zijn vaak van rekenkundige aard: Affiniteits-criteria en clusterprocedures komen tot stand in ultra-metrische ruimten. Bij presentatie van relaties is men echter gehouden aan 2, hooguit 3-dimensionale voorstellingen. Voorts hebben vaststelling van affiniteits-maten én toenemende middeling; dàn wel werken in uitersten, der verschillende clusterprocedures een steeds verder gaande'vergroffing' van originele data-sets tot gevolg. (zie Povel, 1977).

Voorlopig is men gehouden te werken met 'gemiddeldegeschikte' methoden met dienovereenkomstige uitwerkingen, waar het een compromis 'kosten-baten' betreft. Mits men ervoor zorg draagt basis-gegevens voldoende te administreren, door invoeren van gecodeerde checklists op een data-file, lijken methoden van numerieke analyse zeer bruikbaar in de (aquatische) oecologie. Tegen zeer gunstige tijd - inspanning afwegingen zou men in staat zijn, aan de hand van oppervlakkige gegevens quantitatieve uitspraken te doen omtrent b.v. milieuverstoringen of effecten van beheersmaatregelen; eerst op langere termijn aan te vullen met qualitatieve informatie. Voortgaand onderzoek ter leniging van de beperkingen van gebruik van - op zich efficiënte - numerieke methoden in het water-beheer lijkt hier de aangewezen weg!

VI SUGGESTIES

Bij het schrijven van het hoofdstuk Methoden was niet te vermijden dat hierin discussie-elementen optraden. Om herhalingen zoveel mogelijk te voorkomen, zullen suggesties + mogelijkheden voor verder onderzoek met CLUSTN-1 worden opgehangen aan de onderdelen a, b, en c van Doelstelling 2, maar valt de discussie hiervan weg.

1. Input van basis-gegevens; interpretatie van de classificaties.

(a) Monsterdoel en monstername, alsmede methoden van gegevens-verwerking hangen in grote mate samen; waarbij wellicht de volgende interesse-niveau's onderscheiden kunnen worden: (afnemende precisie)
1. Samenstelling van biota (qualitatief + quantitatief), in het kader van b.v. een inventarisatie van een gebied.
2. Indicator-soorten (qualitatief), waarbij levensgemeenschappen op voorkomen van enkele soorten / soortgroepen worden onderzocht.
3. Samenstelling van biota in eenheden (quantitatief) , ter beoordeling van watertypen op b.v. trofisch niveau van voorkomende fauna.

Methoden voor gebruik in numerieke classificaties zullen vaak zijn van het type 1. of 3. ; terwijl type 1. mogelijkheden 2. en 3. niet uitsluit. Uitgaande van type 1., zal een data-matrix worden verkregen waarin de Collecties vaak een groot aantal Attributen vertonen met lage kenmerk-waarden; tegen een klein aantal Attributen met hoge kenmerk-waarden. In termen van Oecologische collecties: Een groot aantal soorten zal een lage coincidentie vertonen op voorkomen in veel monsters; een klein aantal soorten zal in hoge aantallen in ± alle monsters te vinden zijn. Als type data-reductie kan hier worden gesuggereerd: Eliminatie van zeldzame (vaak mobiele, 'adulte') soorten ; eliminatie van Collecties waarin overwegend zeldzame soorten, b.v. éénmaal voorkomen. Toe te passen data-transformaties kunnen afhankelijk van type doelstelling zijn: Transformaties sensu stricto, in geval van Type 1. (quantitatief); Enkel-of dubbele standaardisatie, i.g.v. Type 1. (qualitatief) of Type 3. (zie Methoden 2.). Ook verdeling in aparte groepen ('Larven'; 'Adulten'), die vervolgens apart en/of tezamen verwerkt worden, is op te vatten als een bruikbare vorm van data-transformatie en kan in sommige gevallen informatiewinst inhouden, gezien de vaak grotere aantallen waarin de -meer statische- larvale stadia worden aangetroffen (zie Discussie 1.).

Een niet te verwaarlozen element bij constructie van de data-matrix is het te hanteren 'soorts-criterium', zeker als meerdere jaren moeten worden vergeleken.* Nomenclatuur, -gedetermineerde- taxonomisch niveau

en bij voorkeur volgorde van soorten en monsterpunten, dienen van tevoren worden vastgesteld zodat hierover geen verwarring ontstaat. De beste methode wordt hierbij gerepresenteerd door automatisering van data-administratie; ingevoerd onder -gecodeerde- soortenlijst, met aantallen per monsterpunt / jaar. Met een dergelijk systeem kunnen eenmaal ingevoerde data foutloos worden gecombineerd in ruimte en / of tijd en alle typen bewerkingen en classificatie-strategieën efficiënt worden toegepast (zie Maitland, 1977 ; input CLUSTN).

In de meeste gevallen zal classificatie, zoals gebruikt in de Hydrobiologie, gericht zijn op indeling in biotopen, op grond van de totale soorten-samenstelling ('Normale classificatie'). Toepassing van '<u>Inverse classificatie</u>' zal veelal geschieden vanuit Biogeografisch oogpunt; indien men geinteresseerd is in verspreidingspatronen van soorten over de Collecties. Een tweede reden waarom Inverse classificatie vaak -standaard- wordt toegepast in de quantitatieve Oecologie is vanuit oogpunt van '<u>Node analysis</u>': Soms ontbreken 'Natuurlijke groepen', waardoor materiaal te grof wordt ingedeeld. Classificatie op basis van normale- én inverse affiniteitsmatrix biedt in zulke gevallen een mogelijkheid tot wederzijdse evaluatie van de door classificatie verkregen dendrogrammen via afsplitsingen in 'nodes'. (zie verder Clifford & Stephenson, 1975; Everitt, 1980).

<u>(b)</u>Keuze van het <u>affiniteits-criterium</u> hangt in eerste instantie samen met de aard van de data: Binair of Quantitatief-meristisch. Een belangrijke overweging bij deze keuze moet zijn, dat verkregen classificaties nooit beter zijn dan de -in vroeg stadium- berekende affiniteits-matrix: Clusteranalyse levert a.h.w. geen extra informatie! Vanuit het oogmerk van uit te voeren berekeningen, lijken de qualitatieve- en quantitatieve similariteits-indici het aantrekkelijkst. Wel dient men er rekening mee te houden, dat Similariteits-indici geen percentages in beschouwing nemen, waardoor abundante soorten wellicht teveel nadruk krijgen in het classificatie-proces. Toepassen van <u>data-transformatie</u> kan hier op z'n plaats zijn. Similariteits-matrici, gebaseerd op binaire kenmerken, vertonen het effect, dat teveel nadruk komt op zeldzame soorten. Hier biedt wellicht <u>data-reductie</u>, in de vorm van eliminatie van Attributen en / of Collecties een oplossing.

De in Methoden 2. behandelde <u>Cluster-strategieën</u> zijn, hoewel niet alléén zaligmakend, de meest gebruikte (combinatie) in de -aquatische-Oecologie. Zij hebben het voordeel te werken in uitersten én in gemiddelde en zijn toe te passen op basis van alle beschikbare affiniteits-criteria. (zie voorts: Wishart, 1975; Everitt, 1974,1980).

2. Gebruik van CLUSTN-1C in de Hydrobiologie (zie Doelstelling 2c).

Voor de werkwijze gevolgd aan het Dec-10 systeem van de Landbouwhogeschool, wil ik verwijzen naar de opbergmap, aanwezig op de sectie Hydrobiologie, Files CLUSTN.DOC en CLUSTAN.1C (User manual). Verdere suggesties t.a.v. gebruik van CLUSTN-1C in de Hydrobiologie worden gedaan aan de hand van de eveneens in deze map aanwezige input-files van macrofauna-gegevens over 1978 en de output-files RUN.11-14 (Methoden 3). Tevens zijn gegeven een beeldscherm-analyse van de uitwerking "Larven Mariapeel 1978", onder file-naam CLUST; middels het programma PLINK geconstrueerde Dendrogrammen zijn los bijgeleverd.

(c) Het programma clustert op 'cases', waarvan de Attributen-inhoud regel voor regel op een bepaald 'format' wordt weergegeven. Doorgaans betreft dit een clusteranalyse op monsterpunten, met soorten-aantallen (tot b.v. 1000), weer te geven op format 3 (resp: Y(X F3); zie RUN 13). Vooralsnog lijkt het raadzaam de gehele matrix in te voeren en geen soorten weg te laten. De rekencapaciteit is hierbij beperkt tot 100-Y-cases, met "onbeperkt" aantal numerieke variabelen-X- . Vooral in verband met rekentijd, verdient het aanbeveling Standaardisatie toe te passen (zie Hfst. FILE van de User manual). Invoer van afzonderlijke matrici 'Adulten','Larven' en 'Totaal' kan overigens worden aanbevolen: Hoeveelheden soorten Adulten en Larven waren gedurende alle verwerkte jaren gelijk.(aantallen Larven zijn echter groter, zodat deze groep een groter aandeel levert aan de Totaal-uitwerking).Verdere 'data-reductie', in de vorm van clusteren op b.v. insecten-orden, lijkt zeer raadzaam.

Keuze van een affiniteits-criterium dient te gebeuren in samenhang de toe te passen cluster-strategie (user manual blz. 105). Aan te bevelen strategieën zijn: Nearest Neighbour (1); Furthest Neighbour (2); Group Average (3) en 'Ward's Method (6), de laatste toe te passen met een dis-similariteits criterium (zie Hfst. HIERARCHY). Bij combineren van de drie eerstgenoemde strategiën, blijken de meest overzichtelijke Dendrogrammen verkregen te worden door gebruik te maken van een 'numerieke similariteits-coëfficient'. Hiervan zijn een aantal beschikbaar, w.o. 'Product-moment' (3); 'Cosine' (27) en 'Similarity ratio' (28). Speciale aandacht verdient 'User coëfficient' (38), waarmee het mogelijk zou zijn de coëfficienten van Jaccard,(1912) of Czekanowski,(1913) zélf in het programma in te voeren.(zie Fig. 3a-b.); (Hfst. CORREL; blz. 105).

Procedure RESULT geeft een print-out van berekeningen en 'cycles'; in het algemeen is raadzaam hiervan niet teveel op te vragen (uitdraai!) 'PLINK', gevolgd door een blanco regel, levert de dendrogrammen op standaard - formaat. Zié voor verdere specificaties de betreffende Hoofdstukken.

VII LITERATUUR

1. Clusteranalyse, numerieke methoden (x: op aanvraag bij de auteur).

x Boesch,D.F. 1977 — Application of numerical classification in ecological investigations of water pollution. Special Sci. Rep. N.T.I.S., U.S., 77.

x Clifford,H. & W.Stephenson. 1975 — An introduction to numerical classification. Academic Press, NY.

x Everitt,B 1974 — Cluster analysis. Social Sciences Research Council, Heineman educative books. London. (2nd. impres.,1980).

x Hawkes,H.A.,ed. 1977 — Biological surveillance of river water quality. Univ. of Aston, U.K.

x Hellawell,J.M. 1978 — Biological surveillance of rivers. Water Research Centre, Mednenham, U.K.

Hogeweg,P. 1976 — Topics in biological pattern analysis. Proefschrift R.u. Utrecht.

x Maitland,P. 1977 — A coded checklist of animals occurring in fresh water in the British Isles. I.T.E., N.E.R.C., U.K.[4)]

Pilou,E.C. 1969 — An introduction to mathematical ecology. Wiley, NY.

x Povel,D. 1977 — Handleiding cursus Numerieke Taxonomie. Vakgr. Syst. Dierk./ Evolutiebiol. R.u. Leiden.

Sneath,P. & Sokal,R. 1973 — Numerical Taxonomy, the principles and practice of numerical classification. Freeman, San Franc.

Studentenverslagen afd. Hydrobiologie L.H. (Tussen haken: Verslagnr.).

Schouten,R & W.van Starkenburg. 1976 — Een hydrobiologisch onderzoek in de Mariapeel. ('77-·).

Heide,N & R,Evers. 1977 — Een Hydrobiologisch gradienten onderzoek in de Mariapeel. ('79-1).

Schellinkhout,A & C.M.Visser. 1978 — Macrofauna in een gradient situatie in de kanalen van de Mariapeel. ('79-4).

4) Institute of Terrestrial Ecology, (Natural Environment Research Council), 12 Hope Terrace, Edinburgh, United Kingdom.

2. Determinatieliteratuur (aanwezig op de Sectie Hydrobiologie, L.H.).

TRICLADIDA: Hartog,C.den. De Nederlandse platwormen (Tricladida). KNNV, wet.meded., no. 42, 1962. [5]
Reynoldson,T.B. A key to the British species of freshwater Triclads. Sci. Publ. F.B.A. 1978, no. 23 (2nd ed). [6]

HIRUDINEA: Dresscher,Th.G.N. & H.Engel. De Nederlandse bloedzuigers (Hirudinea). KNNV, wet.meded. no. 39, 1960.

OLIGOCHAETA: Brohmer,P. Fauna von Deutschland. (13ten drück) Quelle u. Meyer Verlag, Heidelberg. 1977, 87-95.
Brinkhurst,R.O. A guide for the identification of British aquatic Oligochaeta. Sci. Publ. F.B.A. 1971, no.22 (2nd.).

MOLLUSCA: Janssen,A.W. & E.F.Vogel. Zoetwatermolluscen van Nederland. N.J.N., Amsterdam 1965.
Macan,T.T. A key to the British fresh- and brackish-water Gastropods. Sci. Publ. F.B.A. 1977, no. 13 (4th ed.).

MALACOSTRACA: Tolkamp, H.H. Tabel voor het onderscheiden van waterpissebedden (Isopoda); Tabel voor de determinatie van de Nederlandse zoet- en brakwater Gammariden.
Interne publikaties, Vakgroep Natuurbeheer, L.H.- Wagening.
Gledhill,T. A key to the British freshwater Crustacea: Malacostraca. Sci. Publ. F.B.A. 1976, no. 32.

EPHEMEROPTERA: Gijsels,R. Haftenlarven-tabel; Ephemeroptera van België en Nederland. Belg. Jeugdbond v. Natuurstudie, 1966.
Macan,T.T. A key to the nymphs of British Ephemeroptera. Sci. Publ. F.B.A. 1979, no.20 (3rd ed.).

ODONATA: Dutmer,G. & F.Duyn. Libellen, tabellen voor de Nederlandse imago's en larven. Jeugdbondsuitgeverij, 1974.

HETEROPTERA: Nieser,N. De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen. KNNV, N.J.N, C.J.N., 1968.
Macan,T.T. A revised key to the British water-bugs (Hemiptera-Heteroptera). Sci. Publ. F.B.A. 1976 , no. 16 (repr).

MEGALOPTERA: Elliot,J.M. A key to the larvae and adults of British freshwater Megaloptera and Neuroptera.
Sci. Publ. F.B.A. 1977, no.35.

COLEOPTERA: (adulten) Freude,H., K.W.Harde u. G.A.Lohse. Die Käfer Mitteleuropas, Band 3. Goecke & Evers, Krefeld, 1971.

COLEOPTERA: (larven) Klausnitzer,B. Bestimmungstabelle für die Gattungen der aquatischen Coleopteren-Larven Mitteleuropas. Beitr. Ent., Berlin 1977, 27(1). 145-192.

TRICHOPTERA: Hickin,N.E. Caddis Larvae. Hutchinson & Co., Ltd. London 1967.

Hiley,P.D. The identification of British Limnephilid larvae (Trichoptera). Systematic Entomology 1976 1.147-167.

DIPTERA: Tolkamp,H.H. Determinatietabel voor het bepalen van de familie, geslacht en soms zelfs soort der Europese, in het water levende Diptera-larven. Interne publicatie, Vakgroep Natuurbeheer, L.H.- Wageningen, 1976.

Moller Pillot,H.K.M. Tabel voor het determineren van Chironomidae-larven, voor gebruik in sloten. Stencil, 1975.

Moller Pillot,H.K.M. De larven der Nederlandse Chironomidae, deel 1, H. III. Tanipodinae; deel 1a. Chiromomini. Nederlandse Faunistische Mededelingen, 1.1978-19--.

---

5) Freshwater Biological Association, Windermere Laboratory, The Ferry House, Ambleside, Westmoreland, United Kingdom.

6) Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud, NH.

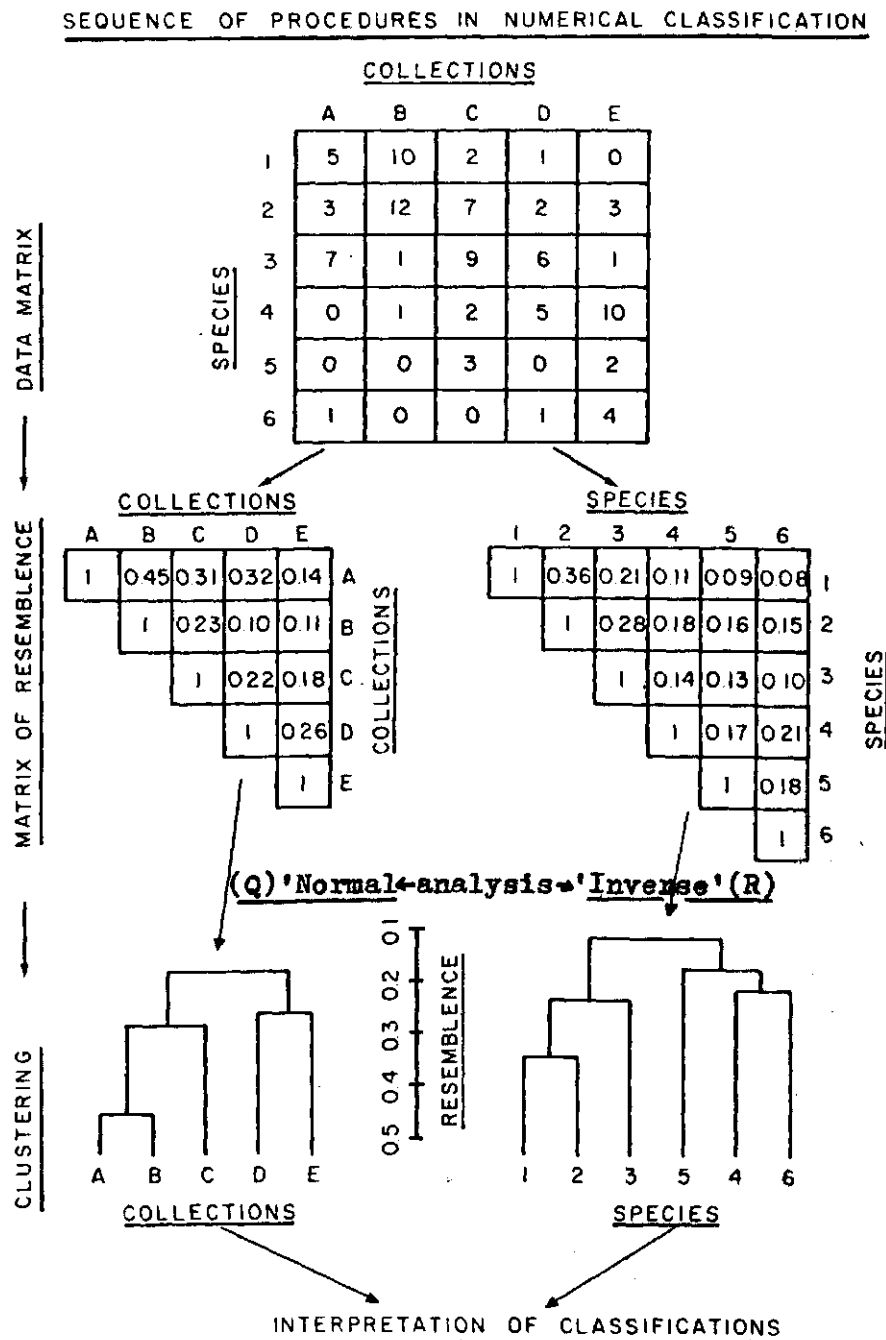


Fig. 1. Illustration of the sequence of procedures in numerical classification. (Boesch, '77).

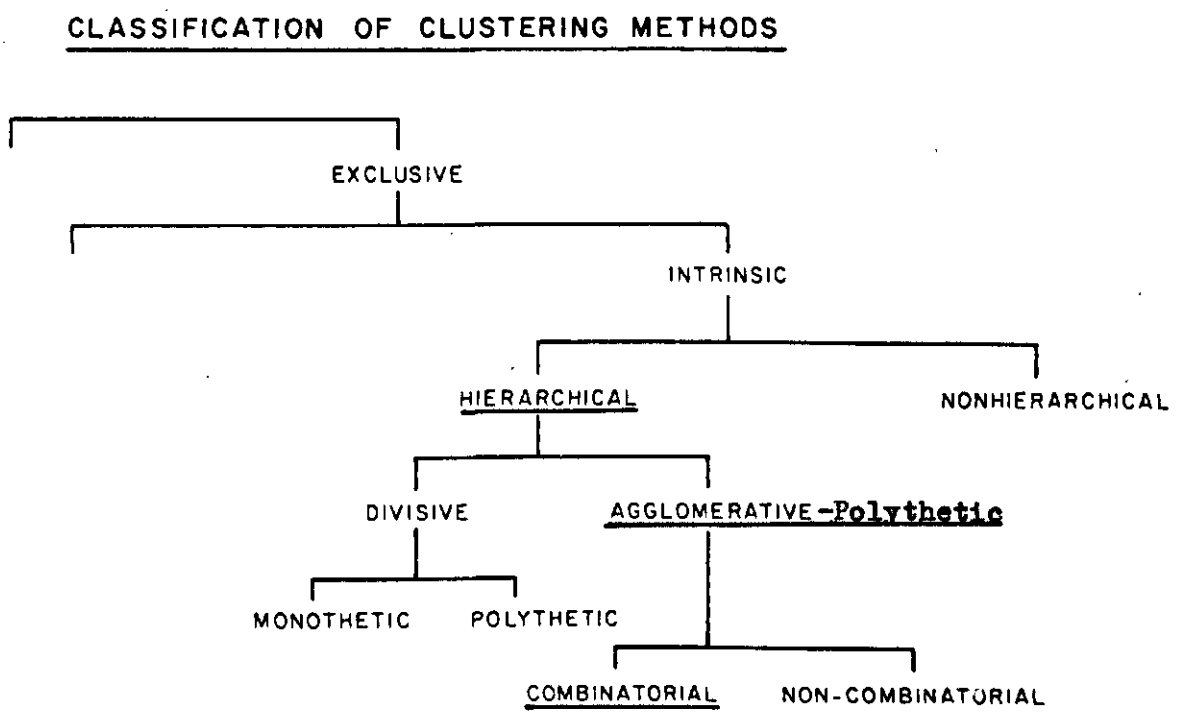


Fig. 2. A classification of clustering methods (Boesch, '77).
GEMODIFICEERD

Summary of results of comparisons of effectiveness, taxonomic demands, and ease of calculation of several indices and methods of data treatment

Index or Method	Expected Effectiveness On Theoretical Grounds	Usefulness For water Management Purposes	Taxonomic Demand	Ease of Calculation
Jaccard (1912)	• •	• •	• • •	• • •
Kulezynski (1928)	• •	• •	• • •	• • •
Sørensen (1948)	• •	• •	• • •	• • •
Mountford (1962)	• •	• •	• • •	• • •
Raabe (1962)	• • •	• • •	• • •	• •
Czekanowski (1913)	• • •	• • •	• • •	• • •
Distance measure (Sokal 1961)	• • • •	• • •	• • •	• • •

Fig 3 a.

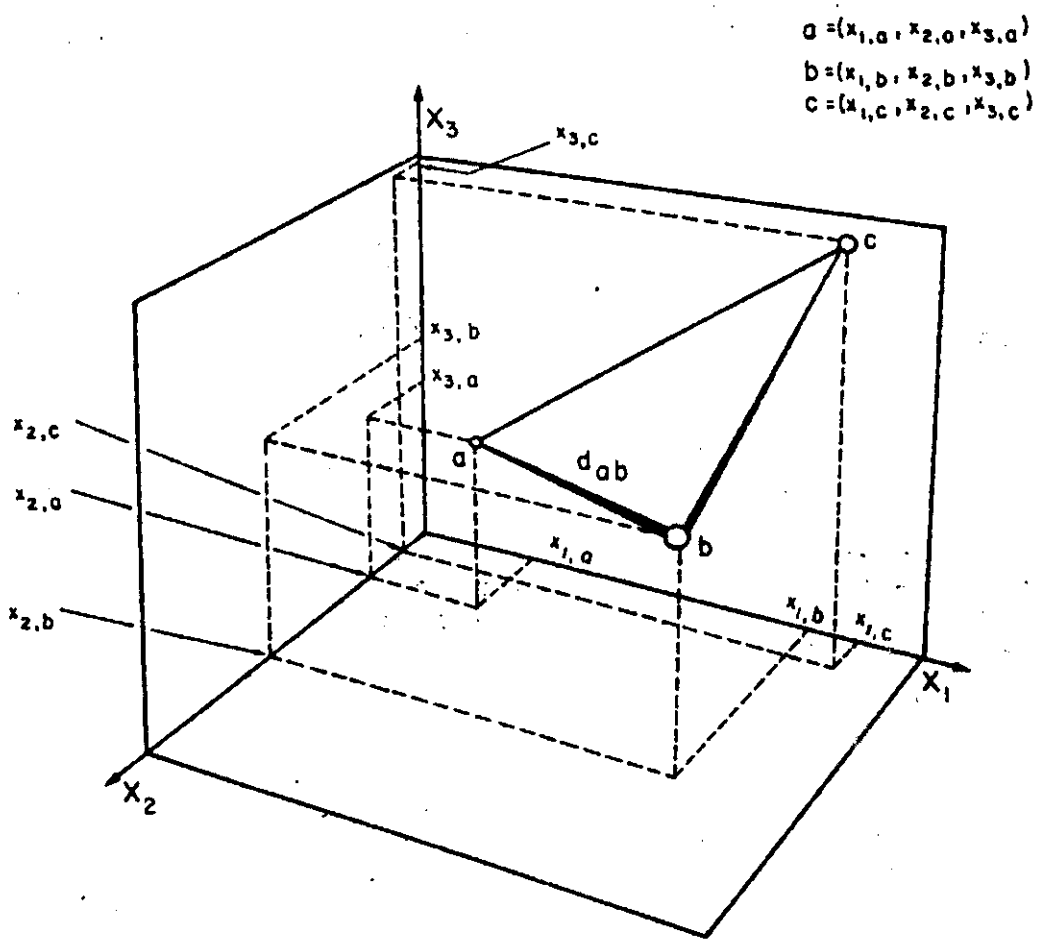
Coefficient of similarity	Jaccard (1912)	ql	$I = \frac{c}{a + b - c}$	0	—	1.0	*a*, no. of species in community A. *b*, no. of species in community B. *c*, no. of species common to both.
Coefficient of similarity	Kulezynski (1928)	ql	$I = \frac{c}{2}\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b}\right)$	0	—	1.0	as above.
Quotient of similarity	Sørensen (1948)	ql	$I = \frac{2c}{(a+b)}$	0	—	1.0	as above
Index of similarity	Mountford (1962)	ql	$I = \frac{2c}{2ab-(a+b)c}$	0	—	→oo	as above
Quantitative Coefficients of affinity	Raabe (1952)	qt	$I = \Sigma \min (a,b,c....n)$	0	—	100%	*a*, *b*, etc. are minimum % values of each species common to both communities.
	Czekanowski (1913)	qt	$I = \frac{2W}{A + B}$	0	—	1.0	*W* = sum of lesser measures of abundance of species common to both communities. *A* and *B* are sums of measures of abundance in communities A and B, respectively.
Distance measure	Sokal (1961)	qt	$D_{jh} = \sum_{i=1}^{n} (pi_j - pi_h)^2$	0	—	oo	D_{jh} = distance between communities. pi_j = proportion of spp. *i* in community *j*; pi_h = proportion of spp. *i* in community *h*

†, ql, qualitative; qt, quantitative.

Hellawell, '77 (in: Hawkes, (ed.), '77).

Fig 3 b.

GEOMETRISCH (Euclidisch) MODEL



$$d_{ab}^2 = (x_{1,a} - x_{1,b})^2 + (x_{2,a} - x_{2,b})^2 + (x_{3,a} - x_{3,b})^2$$

Fig. 4. Illustrations of the computation of Euclidean distance between entities defined by coordinates representing three attributes. (Boesch, 1977).