

Classificatie van plantengemeenschappen volgens de methode Orloci

door

A.G. Vlasblom

Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek

Yerseke

Rapporten en Verslagen nr. 1978 - 15

Rechten voorbehouden. Van "Rapporten en Verslagen" is herdruk of
aanhaling slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming van
de auteur.

De bestaande classificatiemethoden zijn volgens onderstaande criteria

- divisive - waarbij een grote gemeenschap in twee groepen wordt verdeeld, die op hun beurt elk weer worden verdeeld, enz.
- agglomerative - waarbij twee kleine gemeenschappen tot een grotere worden samengevoegd, waarna die grotere ook weer worden samengevoegd, enz.
- monothetic - slechts één plantesoort wordt telkens gebruikt bij vergelijking van de groepen ten opzichte van elkaar.
- polythetic - meer plantesoorten worden gebruikt bij de vergelijking van de groepen onderling.

Classificatie is een van de vele methoden om de vegetatie te analyseren. Zij kan gebruikt worden om correlaties tussen de vegetatie en milieufactoren op te sporen.

De misvatting mag niet ontstaan dat de met de classificatie onderscheiden subvegetaties discrete typen zijn. Classificatie is slechts een methode om een bepaalde orde in de data te scheppen waarmee verder gewerkt kan worden. Bij de ordinatietechnieken (hier niet behandeld) komt de geleidelijke overgang tussen de groepen duidelijker tot uiting.

De classificatiemethode van Orloci (1967, 1975) is agglomerative polythetic. Steeds worden die gemeenschappen (die we verder plaatsen zullen noemen) die de meeste gelijkenis met elkaar vertonen tot een groep samengevoegd. Zo kan dus ook een plaats met een reeds gemaakte groep of een groep met een groep worden samengevoegd.

Wat is gelijkenis? Er zijn vele methoden om de gelijkenis tussen twee vegetaties te bepalen. Zij hebben allen gemeen dat de biologische afstand tussen die twee gemeten wordt. Die twee vegetaties (plaatsen) uit een aantal plaatsen of groepen van plaatsen die de kleinste biologische afstand hebben, hebben dus de grootste gelijkenis. Stel dat we bij het bekijken van 3 plaatsen 3 soorten in de onderstaande aantallen hebben gevonden

		soort		
		1	2	3
plaats	1	0	1	2
	2	1	0	0
	3	0	4	1

Een eenvoudige formule om de absolute afstand (d) tussen twee plaatsen te bepalen is

$$d(j,k) = \sqrt{\sum (n_{hj} - n_{hk})^2} \dots \dots \dots (1)$$

waarin j en k plaatsnummers zijn en h het soortnummer is. De afstand tussen de plaatsen 1 en 2 wordt dan

$$d(1,2) = \sqrt{(0-1)^2 + (1-0)^2 + (2-0)^2} = 2.499$$

die tussen de plaatsen 1 en 3

$$d(1,3) = \sqrt{(0-0)^2 + (1-4)^2 + (2-1)^2} = 3.162$$

De conclusie is dat plaats 1 meer op plaats 2 lijkt dan op plaats 3, omdat $d(1,2) < d(1,3)$. Plaats 1 heeft echter met plaats 2 geen soorten gemeen, met plaats 3 wel nl. twee soorten in verschillende aantallen. We zouden dus een grotere gelijkenis tussen 1 en 3 dan tussen 1 en 2 verwachten.

We kunnen de methode veranderen zodat uit de berekening volgt dat $d(1,3) < d(1,2)$. In de gewijzigde methode worden niet de oorspronkelijke aantallen genomen maar de gestandaardiseerde waarden dwz. de oorspronkelijke data worden zo getransformeerd dat de som van de kwadraten van de getransformeerde waarden altijd gelijk aan 1 is. De transformatie is

$$y = \frac{x}{\sqrt{\sum x^2}}$$

zodat

		soort			$\sum y^2$
		1	2	3	
plaats	1	0	0.447214	0.894427	1
	2	1	0	0	1
	3	0	0.970142	0.242536	1

Passen we nu formule (1) toe dan is de afstand

$$d(1,2) = \sqrt{(0-1)^2 + (0.4472)^2 + (0.8944)^2} = 1.4142$$

en

$$d(1,3) = \sqrt{(0-0)^2 + (0.4472-0.9701)^2 + (0.8944-0.2425)^2} = 0.8357$$

We zien dat volgens deze uitkomst plaats 1 nu wel meer op plaats 3 lijkt dan op plaats 2, want $d(1,3) < d(1,2)$.

Het is echter niet noodzakelijk om op de oorspronkelijke data de genoemde transformatie toe te passen als we inplaats van formule (1) formule (2) gebruiken.

$$d(j,k) = \sqrt{2(1 - n_{hj} \cdot n_{hk} / \sqrt{(\sum n_{hj}^2 \cdot \sum n_{hk}^2)})} \dots \dots \dots (2)$$

Nu wordt de afstand tussen de plaatsen 1 en 2

$$d(1,2) = \sqrt{2(1 - 0 / \sqrt{5 \times 1})} = 1.4142$$

want $\sum n_{h1} \cdot n_{h2} = (0 \times 1) + (1 \times 0) + (2 \times 0) = 0$

$$\sum n_{h1}^2 = 0^2 + 1^2 + 2^2 = 5$$

$$\sum n_{h2}^2 = 1^2 + 0^2 + 0^2 = 1$$

de afstand tussen de plaatsen 1 en 3

$$d(1,3) = \sqrt{2(1 - 6 / \sqrt{5 \times 17})} = 0.8357$$

hetgeen hetzelfde resultaat is als boven.

Formule (2) is afgeleid van de formule

$$d' = 2 \sin \frac{\alpha_{jh}}{2}$$

waarin d' de lengte van de koorde $j'h'$ in Fig. 1 is. De lengte van de koorde $i'k'$ voor de twee plaatsen i en k die geen soorten gemeen hebben is dus langer dan de koorde van de twee plaatsen j en h die de twee soorten wel gemeen hebben, zij het in verschillende aantallen. Terwijl de absolute afstand tussen i en k kleiner is dan die tussen j en h .

De spreiding binnen een groep kan gegeven worden door

$$Q = \frac{\sum_{j=1}^{k-1} \sum_{n=j+1}^k d_{j,h}^2}{k}$$

waarin dus d^2 gebruikt wordt.

De gemiddelde spreiding binnen een groep is Q/k .

Hoe deze formules worden gebruikt zien we in het onderstaande voorbeeld. Bij het combineren tot groepen worden die twee plaatsen en/of groepen definitief gefuseerd waarbij de toename van de spreiding binnen de groep het kleinst is. Stel de spreiding binnen groep a is Q_a , binnen groep b gelijk aan Q_b en binnen de gecombineerde groep ab gelijk aan Q_{ab} , dan zal $Q_{ab} - Q_a - Q_b$ zo klein mogelijk moeten zijn.

Voor de berekeningen hebben we Tab. I nodig waarin geplaatst wordt

- a - het nummer van de plaats of het nummer van een gemaakte groep.
- b - het nummer van de plaats of groep die met a wordt gecombineerd.
- k - het totale aantal oorspronkelijke plaatsen waaruit de combinatie ab bestaat.
- $\sum d^2$ - wanneer een groep 6 bijvoorbeeld bestaat uit de plaatsen 3 en 4 en een groep 7 uit de plaatsen 1 en 2 dan is

$$\sum d^2(6,7) = d^2(1,3) + d^2(1,4) + d^2(2,3) + d^2(2,4)$$

dus de som van de d^2 tussen de groepen.

$$\begin{aligned} \text{Groep } 6 &= (3+4) \\ \text{" } 7 &= (1+2) \\ \Sigma d^2(6,7) &= d^2(1,3) + d^2(1,4) + d^2(2,3) + d^2(2,4) \\ &\quad - 5 - \end{aligned}$$

Σd^2 - is dan

$$\Sigma d^2(6,7) = \Sigma d^2 + \Sigma d^2(3,4) + \Sigma d^2(1,2)$$

dus de som van de d^2 tussen de groepen + de som van de d^2 binnen de groepen. In Σd^2 zijn alle onderlinge afstanden tussen de plaatsen verwerkt.

Q - de spreiding binnen een groep.

Q/k - de gemiddelde spreiding binnen een groep.

$Q_{ab} - Q_a - Q_b$ - de vermeerdering van spreiding die bij het groeperen plaatsvindt.

def. gr. - het nummer dat een definitieve groep heeft gekregen.

Voor elke aparte plaats is natuurlijk $a =$ nummer van de plaats, $b = 0$, $k = 1$, en $\Sigma d^2 \dots \dots \dots Q_{ab} - Q_a - Q_b = 0$.

Stel dat we op 5 plaatsen 3 plantensoorten hebben geteld met het volgende resultaat.

	soort (s)		
	1	2	3
1	0	1	2
plaats 2	1	2	4
(p) 3	5	3	1
4	6	4	1
5	1	9	0

waarin s het aantal soorten en p het aantal plaatsen is.

De waarden voor $a \dots \dots \dots Q_{ab} - Q_a - Q_b$ zoals boven genoemd voor de aparte plaatsen worden eerst in Tab. I gezet.

Volgens formule (2) is de afstand tussen de plaatsen 1 en 2, die we even x en y noemen

$$\Sigma d^2 = 2(1 - \frac{10}{\sqrt{5 \times 21}}) = 0.0482$$

want $\Sigma xy = 0 + 2 + 8 = 10$

$$\Sigma x^2 = 0 + 1 + 4 = 5$$

$$\Sigma y^2 = 1 + 4 + 16 = 21$$

In de regel p+1 van Tab. I komt dus $a = 1$, $b = 2$, $k = 2$, $\Sigma d^2 = 0.0482$, $\Sigma D^2 = 0.0482$ (gelijk aan Σd^2 , omdat we nog met enkelvoudige plaatsen te maken hebben), $Q = \Sigma D^2/k = 0.0240999$, $Q/k = 0.0120499$, $Q_{ab} - Q_a - Q_b = 0.0240999 - 0 - 0$.

We herhalen deze procedure voor de overige mogelijke combinaties tussen de oorspronkelijke plaatsen. De laatste is die tussen de plaatsen 4 en 5.

Nu moeten we die combinatie vinden waarbij de groei van de spreiding het kleinst is dwz. dat we in kolom $Q_{ab} - Q_a - Q_b$ de kleinste waarde moeten opzoeken. Dit natuurlijk vanaf regel p + 1 in Tab. I.. De kleinste waarde staat in regel 13 en is 0.00161856 van de combinatie van plaats 3 en 4. We houden deze groep als definitief en geven deze het nummer p + 1 = 6 en noteren dat in de tabel. Deze groep 6 kan weer gecombineerd worden met de plaatsen 1, 2, of 5. Dat kan niet met de plaatsen 3 en 4 omdat 6 daar zelf uit bestaat. Andere groeperingen met de plaatsen 3 en 4 zijn nu nooit meer mogelijk, zodat we in de tabel alle regels moeten schrappen waarin onder a en b een 3 of een 4 voorkomt. In het computerprogramma doen we dat door de desbetreffende getallen onder $Q_{ab} - Q_a - Q_b$ door 99999 te vervangen, zodat de waarde niet meer als kleinste wordt herkend. Regel 13, die groep 6 vertegenwoordigt moet niet meer herkend worden met de kleinste $Q_{ab} - Q_a - Q_b$, maar moet wel gecombineerd kunnen worden in latere groepen. Daarom zetten we tijdens het computerprogramma in regel 13 onder $Q_{ab} - Q_a - Q_b$ het getal 88888.

In regel 16 van de tabel komt de combinatie tussen de plaatsen 1 en groep 6 te staan, waarbij

$$a = 1$$

$$b = 6$$

$k = 3$, want deze combinatie bestaat uit 3 afzonderlijke plaatsen, $k = 1$ uit regel 1 en $k = 2$ uit regel 13.

$$\Sigma d^2(1,6) = \Sigma d^2(1,3) + \Sigma d^2(1,4) = 1.24407 + 1.26284 = 2.50691$$

hiervoor zijn $\Sigma d^2(1,3)$ en $\Sigma d^2(1,4)$ resp. in regel 7 en 8 te vinden.

$$\Sigma D^2(1,6) = \Sigma d^2(1,6) + \Sigma d^2(1,0) + \Sigma d^2(3,4) = 2.50691 + 0 + 0.00323712 = 2.51014$$

hiervoor zijn $\Sigma d^2(1,0)$ en $\Sigma d^2(3,4)$ resp. in regel 1 en 13 te vinden.

$$Q = 2.51014/3 = 0.836713$$

$$Q/k = 0.836713/3 = 0.278904$$

$$Q_{ab} - Q_a - Q_b = 0.836713 - 0 - 0.00161856 = 0.835094$$

waarvan de twee laatste termen in de regels 1 en 13 onder Q zijn te vinden.

Deze procedure volgen we nu ook voor de combinaties van 2 met 6 en 5 met 6. Daarna zoeken we weer de kleinste $Q_{ab} - Q_a - Q_b$ rekening houdend met de getallen 99999 en 88888. De kleinste waarde staat in regel 6 nl. 0.024099. Dat wordt de volgende definitieve groep 7, bestaande uit 1 en 2 (zie in kolom a en b).

Groep 7 kan nu met 5 en 6 worden gecombineerd. De resultaten hiervan staan in de regels 19 en 20. Na wegschrappen van de combinaties die niet meer mogen (nl. 1 met 6 en 2 met 6) staat nu de kleinste $Q_{ab} - Q_a - Q_b$ in regel 18 en is 0.509844 van de combinatie 5 met 6 die de nieuwe definitieve groep wordt en het nummer 8 krijgt.

De enige en overblijvende laatste combinatie bestaat uit 7 en 8 en wordt nummer 9.

Om de berekeningen in zijn geheel te kunnen volgen zijn in Tab. II de optellingen om de combinaties te maken gegeven.

De laatste stap in de classificatie is het maken van het dendrogram. Hiervoor gebruiken we de gemiddelde inwendige spreidingen Q/k van de definitieve groepen die hieronder nog even worden herhaald met de percentages die die spreidingen innemen tov. de grootste, dus van de laatste groep.

groep	Q/k	%
6	0.0008093	0.250
7	0.0120499	3.720
8	0.170487	52.625
9	0.323964	100.000

Deze percentages gebruiken we om het dendrogram te tekenen (Fig. 2).

Aan de onderzoeker is het nu om het dendrogram te interpreteren met gebruikmaking van botanische gegevens en milieufactoren. Hij zal in de figuur een bepaald percentage op de y-as kiezen waarbij hij de groepen wil onderscheiden.

Hoe deze groepen tov. elkaar staan in verband met bijv. sommige

milieufactoren kan onderzocht worden door verschillende concentraties daarvan (bijv. van de saliniteit) onder de plaatsnummers van Fig. 2 te zetten.

In de ordinatietechnieken worden de plaatsen volgens assen, die de concentraties van de milieufactoren geven, in een diagram gezet. Dan komen de geleidelijke overgangen tussen de groepen wat die factoren betreft beter tot uiting. De ordinatietechnieken kunnen dus een aanvulling zijn op de classificatiemethoden, maar worden meestal zelfstandig gebruikt.

Summary.

This paper will demonstrate how plantcommunities are classified. The method of Orloci has been taken as an illustration and a worked out example is given to facilitate computerprogramming.

Literatuur

- Orloci, L., 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. *J. Ecol.*, 55: 193-206.
- Orloci, L., 1975. Multivariate analysis in vegetation research. Junk, Den Haag.

Tab. I

regel- nummer	a	b	k	d ²	D ²	Q	Q/k	Q _{ab} -Q _a -Q _b	definitieve groep
1	1	0	1	0	0	0	0	0	
2	2	0	1	0	0	0	0	0	
3	3	0	3	0	0	0	0	0	
4	4	0	4	0	0	0	0	0	
5	5	0	5	0	0	0	0	0	
6	1	2	2	0.0481998	0.0481998	0.0240999	0.0120499	0.0240999	7
7	1	3	2	1.24407	1.24407	0.622035	0.311017	0.622035	
8	1	4	2	1.26284	1.26284	0.631422	0.315711	0.631422	
9	1	5	2	1.11104	1.11104	0.555521	0.277760	0.555521	
10	2	3	2	0.893432	0.893432	0.446716	0.223358	0.446716	
11	2	4	2	0.920916	0.920916	0.460458	0.230229	0.460458	
12	2	5	2	1.08427	1.08427	0.542135	0.271067	0.542135	
13	3	4	2	0.00323712	0.00323712	0.00161856	0.00080928	0.00161856	6
14	3	5	2	0.805354	0.805354	0.402677	0.201338	0.402677	
15	4	5	2	0.725808	0.725808	0.362904	0.181452	0.362904	
16	1	6	3	2.50691	2.51014	0.836713	0.278904	0.835094	
17	2	6	3	1.81434	1.81757	0.605856	0.201952	0.604237	
18	5	6	3	1.53116	1.53439	0.511463	0.170487	0.509844	8
19	5	7	3	2.19531	2.24350	0.747833	0.249277	0.723733	
20	6	7	4	4.32125	4.37267	1.09316	0.273290	1.06744	
21	7	8	5	6.51656	8.09914	1.61982	0.323964	1.08425	9

Tab. II

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma D^2(3,4) = 0.00323 & \text{combinatie 1 + 6} & \\
 \Sigma d^2(1,3) = 1.24407 & & \\
 \Sigma d^2(1,4) = 1.26284 & \rangle \Sigma d^2(1,6) = 2.50691 & \\
 \hline
 \Sigma D^2(1,6) = 2.51014 & &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma D^2(3,4) = 0.00323 & \text{combinatie 2 + 6} & \\
 \Sigma d^2(2,3) = 0.89343 & & \\
 \Sigma d^2(2,4) = 0.92091 & \rangle \Sigma d^2(2,6) = 1.81434 & \\
 \hline
 \Sigma D^2(2,6) = 1.81757 & &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma D^2(3,4) = 0.00323 & \text{combinatie 5 + 6} & \\
 \Sigma d^2(5,3) = 0.80535 & & \\
 \Sigma d^2(5,4) = 0.72580 & \rangle \Sigma d^2(5,6) = 1.53116 & \\
 \hline
 \Sigma D^2(5,6) = 1.53439 & &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma D^2(1,2) = 0.04819 & \text{combinatie 5 + 7} & \\
 \Sigma d^2(5,1) = 1.11104 & & \\
 \Sigma d^2(5,2) = 1.08427 & \rangle \Sigma d^2(5,7) = 2.19531 & \\
 \hline
 \Sigma D^2(5,7) = 2.24350 & &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma D^2(3,4) = 0.00323 & \text{combinatie 6 + 7} & \\
 \Sigma D^2(1,2) = 0.04819 & & \\
 \Sigma d^2(1,6) = 2.50691 & \rangle \Sigma d^2(6,7) = 4.32125 & \\
 \Sigma d^2(2,6) = 1.81434 & & \\
 \hline
 \Sigma D^2(6,7) = 4.37267 & &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \Sigma D^2(1,2) = 0.04819 & \text{combinatie 7 + 8} & \\
 \Sigma D^2(5,6) = 1.53439 & & \\
 \Sigma d^2(5,7) = 2.19531 & \rangle \Sigma d^2(7,8) = 6.51656 & \\
 \Sigma d^2(6,7) = 4.32125 & & \\
 \hline
 \Sigma D^2(7,8) = 8.09914 & &
 \end{array}$$

d_{ij}
 of d_{ij}
 of d_{ij}

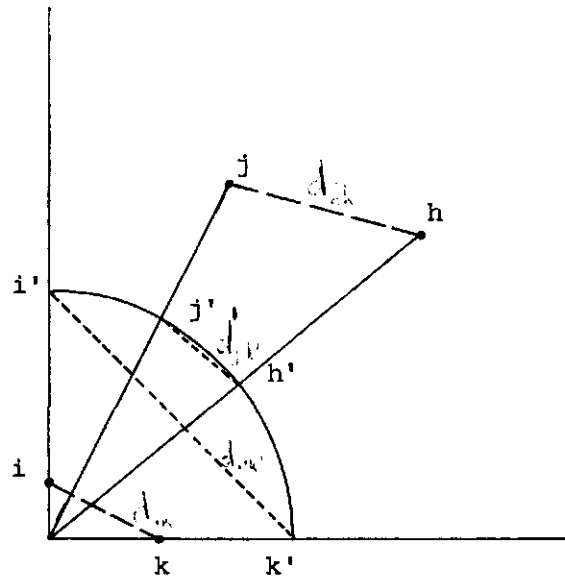


Fig. 1. Standaardisatie van de afstand tussen twee plaatsen met behulp van koorden van een bol met radius=1. Voor verklaring zie tekst.

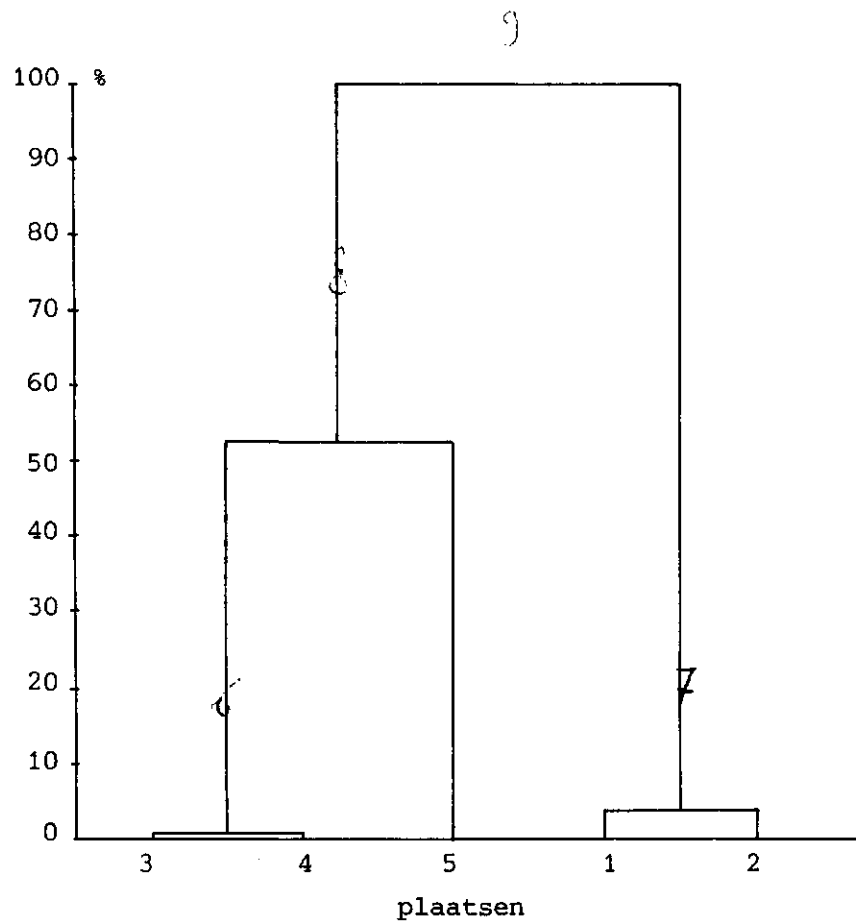


Fig. 2. Dendrogram van de classificatie van de vijf plaatsen in het voorbeeld van blz. 5.