

# GRAS IS OM IN TE LIGGEN, deel 107

## Over biodiversiteit

Joep Spronk

Dit jaar (2010) is het internationale jaar van de biodiversiteit. Op zich is dat geen reden om er een aflevering van deze rubriek aan te wijden. De diepere oorzaak ligt eigenlijk in het feit dat ik geen praktisch lokaal nut kan vinden in het begrip, zoals dat gewoonlijk gehanteerd wordt.

In de meeste publicaties wordt het begrip biodiversiteit niet gedefinieerd. Waar dat al wel gebeurt, luidt deze 'het totaal van levende organismen in het onderwerp van onderzoek'. In feite komt deze definitie neer op het begrip 'soortenrijkdom'. Zo'n definitie lijkt echter niet praktisch bij vergelijking van onderzoeken. Zo worden korstmosonderzoeken op een andere schaal uitgevoerd dan plantenonderzoeken (een mooi voorbeeld is een mossenopname in SynBioSys van 4 bij 2 cm) terwijl een beetje vegetatieopname bij hogere planten al gauw 1 m<sup>2</sup> beslaat en een standaard-inventarisatie daarvan per vierkante kilometer uitgevoerd wordt. Het mag dan ook geen wonder zijn dat het aantal soorten van zo'n grotere opname meestal beduidend hoger uitvalt dan dat van zo'n kleinere. Evenmin is het zo dat verschillende soortengroepen in een evengroot onderzoeksgebied in dezelfde aantallen voorkomen. De vogelaars zouden – naar ik aanneem – wel willen dat er hier in een vierkante kilometer evenveel verschillende vogelsoorten voorkwamen als hogere planten. Een volgende complicatie is ook natuurlijk dat de verschillende soorten in een onderzoeksgebied niet evenveel voorkomen. De voor de hand liggende vraagstelling van de genetische variabiliteit (binnen de verschillende soorten) zou een onderwerp kunnen zijn voor 'genodiversiteit'. Omdat zoiets (momenteel?) laboratoriumwerk is, is dat voor veldbiologen hoogstens theoretisch interessant.

Kortom: het werd, ieder geval voor mij, tijd om even verder te kijken dan mijn neus lang is. In de voorbeelden beperk ik mij tot de wereld van de hogere planten, omdat dat nu eenmaal het deelgebied is, waar ik iets van denk te weten en waar ik gegevens over heb.

### *Eenvoudige definitie*

In de definitie van het begrip biodiversiteit 'het totaal van levende organismen in het onderwerp van onderzoek' speelt de begrenzing van het onderzoek een kapitale rol.

Een vegetatieopname van enkele vierkante meters op een prachtig terrein telt aanzienlijk minder soorten dan het gemiddelde stadshok van een vierkante kilometer, ook als dat – subjectief – saai is. Het aantal soorten in Nederland is vervolgens een veelvoud van dat in een vierkante kilometer.

Wat cijfers zijn:

opname van 3 x 3 m op het Vloweitje: maximaal aantal soorten 30  
stadshok: aantal soorten 200 – 300  
natuurgebied (Strabrechtse Heide): aantal soorten 175  
gemeente (Eindhoven): 720  
Nederland: aantal soorten 1539

De implicatie van deze definitie is dat bij het verschijnen van een nieuwe soort in een land/hok/opname de biodiversiteit groter wordt mits natuurlijk deze 'nieuwe' soort geen bestaande (compleet) verdringt. De tegenhanger daarvan is natuurlijk ook waar: het wegschoffelen van een (lokaal) uiterst zeldzame soort verlaagt de diversiteit.

### *Simpson-index*

De engelse statisticus EH Simpson deed al in 1949 al een voorstel om de diversiteit te bepalen.

De basis van de diversiteit wordt bepaald door de kans dat de eerste én de tweede greep in een monster tot soort X horen. Dit getal wordt voor elke soort in de betreffende verzameling bepaald.

De diversiteit wordt vervolgens bepaald door het verschil van 1 en de som van de kansen van de verschillende soorten.

In formele notatie: 
$$D = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (\text{formule 1})$$
 
$$D = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i)}{N(N)} \quad (\text{formule 2})$$

waarbij

n = aantal voorkomens van een soort in het monster

N = totaal aantal voorkomens van de soorten in het monster

S = het aantal verschillende soorten in het monster

In de praktijk wordt voor de basisberekening zowel de kansberekening uitgevoerd als het kwadraat van de kans van het aantreffen elke soort als eerste. Het verschil komt er neer dat bij de eerste methode de soort niet teruggedaan wordt in het monster alvorens kans 2 bepaald wordt en bij de tweede berekening wel. Deze formule 2 helpt natuurlijk ook als het monster slechts één organisme bevat.

Rekenkundig is het verschil dat bij de eerste formule de kans dat het aandeel in de biodiversiteit van een soort die slechts eenmaal voorkomt in een monster 1 is en in de tweede formule een getal dat afhankelijk is van het aantal exemplaren in het monster en waarvan de waarde 1 nadert bij het groter worden van het aantal organismen in het monster.

Een groot nadeel van deze definitie van biodiversiteit is het gebruik van het aantal voorkomens van elke soort in een monster. Bij inventarisatie van hogere planten worden, omdat deze nauwelijks bepaalbaar zijn, de aantallen slechts mondjesmaat geschat. Daarom wordt het aantal ook wel vervangen door bedekkingen. Dit soort waarden wordt in vegetatieopnames wel geschat. Daarom wordt in onderstaand voorbeeld zo'n opname getoond, met de bijbehorende Simpson-index (volgens de eerste en de tweede formule).

#### Voorbeeld opname

soort	bedekking + (numerieke schaal)	eerste kans van aantreffen in opname	tweede kans van aantreffen in opname	soortbijdrage in formule-1	soortbijdrage in formule-2
Struikhei	4 (2)	0.10	0.077	0.0077	0.0100
Kleine zonnedauw	7 (3)	0.175	0.154	0.0270	0.0306
Gewone dophei	7 (3)	0.175	0.154	0.0270	0.0306
Pijpenstrootje	8 (4)	0.20	0.179	0.0358	0.0400
Wilde gagel	1 (r)	0.025	0	0	0.0006
Grove den	2 (+)	0.05	0.026	0.0013	0.0025
Witte snavelbies	4 (2)	0.10	0.077	0.0077	0.0100
Bruine snavelbies	7 (3)	0.175	0.154	0.0270	0.0306
totaal	40			0.1418	0.1549

Voor deze opname is de Simpson-index  $D = 1 - 0.1418 = 0.8582$  in formule-1,  $0.8451$  in formule-2 en de soortenrijkdom ( $S$ ) = 8

Extreme waarden van de Simpson-index worden verkregen bij monsters met slechts één soort met meerdere exemplaren en met (in ieder geval) meer dan één soort met telkens één exemplaar. De Simpson-index wordt dan 0 en 1 (voor het eerste resp. het tweede voorbeeld).

Een nadeel aan de Simpson-index lijkt het snel naar 1 naderen van de index bij grote aantallen in een monster. Dat wordt natuurlijk veroorzaakt door het (bijna in formule-1) kwadateren van het aantal voorkomens in de noemer.

Een voorbeeld hiervan is het bepalen van de Simpson-index voor de wilde en ingeburgerde soorten uit de flora van Eindhoven over de periode 1990-1999. Voor de omgeving wordt de index berekend met als basis voor alle verschillende soorten het aantal hokken waarin de betreffende soort is gevonden in die periode.

#### Voorbeeld soortenlijst met aantal vondsten

soort	aantal vondsten	kans van aantreffen in verzameling	soortbijdrage in de diversiteitsformule-2
Spaanse aak	179	0.00139807	0.000001955
Gewone esdoorn	300	0.00234313	0.000005490
Duizendblad	612	0.00477998	0.000022848
Wilde bertram	281	0.00219473	0.000004817
...	...	...	...
Langbaardgras	214	0.00167143	0.000002794
Wortelloos kruis	1	0.00000781	0.000000000
Zittende zannichellia	9	0.00007029	0.000000005
totaal	128034		0.003037158

Voor deze lijst is de Simpson-index  $D = 1 - 0.003037158 = 0.996962142$ . De soortenrijkdom bedraagt (niet bewijsbaar in de lijst) 844.

Voor het goede begrip: de Simpson-index levert net als de bovenstaande eenvoudige formule geen ander resultaat op als soort X volledig wordt verdrongen door soort Y. Dus als in een periode in plaats van Zittende

zannichellia in 9 hokken Gevlamde fijnstraal is aangetroffen, dan blijft de Simpson-index gelijk. De index doet dus geen uitspraak over de (vermeende) kwaliteit van het monster.

### Shannon-index

Hoewel de bedoeling was van Claude E Shannon om een model te ontwerpen om met ruis te kunnen omgaan in data-communicatie, wordt een deel van zijn formularium ook gebruikt om de biodiversiteit te bepalen.

Evenals in de Simpson-index is de basis de kans dat de eerste én de tweede greep in het monster de gewenste soort X opleveren. In plaats van de tweede kans wordt bij Shannon echter de logaritme hiervan gebruikt (welke is op zich niet relevant, maar omdat we ons hier met organismes bezighouden zal ik in de voorbeelden de natuurlijke logaritme gebruiken). Omdat een kans per definitie een waarde tussen 0 en 1 (inclusief deze grenzen) oplevert en de logaritme daarvan per definitie kleiner of gelijk is aan 0 wordt het product van de kans en de logaritme positief gemaakt. De som van deze kansen is de ongecorrigeerde diversiteit.

Voor elk monster wordt een correctiefactor toegepast. Deze bedraagt (soortenrijkdom – 1) / aantal individuen in monster.

$$\text{In formule: } H = - \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right) - [(S - 1) / 2N]$$

$n_i$  = aantal voorkomens van soort i

$N$  = aantal individuen in het monster

$S$  = soortenrijkdom (aantal verschillende soorten in monster)

De Shannon-formule gebruikt niet de correctie –1 omdat het (bij extreem lage aantallen) lastig is om de logaritme van 0 te vinden en is dus het beste te vergelijken met bovenstaande Simpson-formule-2.

Voor de vegetatie-opname luidt de Shannon-methode:

soort	bedekking + (numerieke schaal)	kans van aantreffen in opname (a)	natuurlijke logaritme van de kans (b)	(a) x (b)
Struikhei	4 (2)	0.10	-2.30259	-0.23025
Kleine zonnedauw	7 (3)	0.175	-1.74297	-0.30501
Gewone dophei	7 (3)	0.175	-1.74297	-0.30501
Pijpenstrootje	8 (4)	0.20	-1.60943	-0.32188
Wilde gagel	1 (r)	0.025	-3.68888	-0.09222
Grove den	2 (+)	0.05	-2.99573	-0.14979
Witte snavelbies	4 (2)	0.10	-2.30259	-0.23025
Bruine snavelbies	7 (3)	0.175	-1.74297	-0.30501
totaal	40			-1.93942

De Shannon-index bedraagt voor de opname: 1.76442

De cijfers van de Eindhovense flora leveren het onderstaande Shannon-voorbeeld op:

soort	aantal vondsten	kans van aantreffen in verzameling (a)	natuurlijke logaritme van de kans (b)	(a) x (b)
Spaanse aak	179	0.00139807	-6.57267	-0.00918902
Gewone esdoorn	300	0.00234313	-6.05627	-0.01419061
Duizendblad	612	0.00477998	-5.34332	-0.02554096
Wilde bertram	281	0.00219473	-6.12170	-0.01343547
...	...	...	...	...
Langbaardgras	214	0.00167143	-6.39408	-0.01068726
Wortelloos kroos	1	0.00000781	-11.7601	-0.00009185
Zittende zannichellia	9	0.00007029	-9.56283	-0.00067221
totaal	128034			-6.01237841

De Shannon-index voor deze gegevensverzameling bedraagt derhalve( bij de soortenrijkdom van 844 en een totaal aantal vondstmeldingen van 128034):  $H = 6.00579$

Wanneer elke soort even vaak voorkomt (ongeacht hoe vaak dit is!) wordt de maximale waarde bereikt voor de som-term in de Shannon-formule. Deze waarde kan eenvoudig bepaald worden door de de logaritme van het aantal soorten in de verzameling te bepalen.

Voor het voorbeeld van de Eindhovense flora luidt deze  $\ln S = 6.738152$  en die voor het voorbeeld van de vegetatie-opname 2.07944.

Die verhouding tussen de gevonden waarden en de maximale waarden kan gebruikt worden voor een schaal van gelijkmatigheid van de onderzochte verzameling. Om zo'n schaal te maken zullen echter veel gegevensverzamelingen nodig zijn.

Voor de regionale flora zijn de Shannon-cijfers over de verschillende inventarisatie-periodes als volgt:

periode	aantal soorten	aantal vondsten	Shannon-index	maximum	relatieve Shannon-index
1900-1949	787	65844	6.05484	6.66822	90.80
1980-1989	807	59644	6.06768	6.69332	90.65
1990-1999	844	128034	6.01238	6.73815	89.22

Uit de relatieve cijfers blijkt dat de regionale biodiversiteit achteruit lijkt te gaan. De voorzichtigheid komt voort uit het feit dat de gegevensverzamelingen niet geheel consistent tot stand gebracht zijn in de loop van de onderzoekseeuw. De voornaamste versturende factor is het steeds gemakkelijker noteren van verwilderingen. Berekeningen zonder verwilderde soorten leveren inderdaad iets hogere procentuele waarden op, maar deze tonen ook de hierboven aangegeven trend.

Zo'n berekende relatieve achteruitgang contrasteert in het voorbeeld met het juist groter worden van het aantal verschillende aangetroffen soorten (de eenvoudige definitie van biodiversiteit)!

Adres van de schrijver: Heggeranklaan 12, 5643 BR Eindhoven

literatuur:

A.P. Dobson: Natuurbehoud en biodiversiteit, De wetenschappelijke bibliotheek van natuur en techniek, 1997

Wikipedia: Simpson index, [http://en.wikipedia.org/wiki/Simpson\\_index](http://en.wikipedia.org/wiki/Simpson_index)

Wikipedia: Shannon-index, [http://en.wikipedia.org/wiki/Shannon\\_index](http://en.wikipedia.org/wiki/Shannon_index)

Spronk, Bruinsma & Lambert: Atlas van de flora van Eindhoven – de ontwikkeling van de flora in de regio in de twintigste eeuw, KNNV Eindhoven 2005