

NOGMAALS: FLUCTUATIE-INDEX EN STANDAARDDEVIATIE

Eef Arnolds¹ en Ad van den Berg²

¹Holthe 21, 9411 TN Beilen

²Merellaan 192, 2902 JK Capelle a/d IJssel

Arnolds, E., Berg, A.P. van den, 2002. Fluctuation Index and Standard Deviation revisited. *Coolia* 45(2): 103-106.

The authors compare various methods of calculating an index for the variability from year to year in the occurrence of any given species of mushroom. Examples are worked out using Fluctuation Index, Average number of finds, Standard Deviation, Variation Coefficient and Contrast. Refuting earlier criticism, they maintain their preference for the Fluctuation Index.

In de vorige *Coolia* gaf Leo Jalink kritiek op het gebruik van de zogenaamde Fluctuatie-index (FI) in ons artikel over trends in de paddestoelenflora in *Coolia* 44(3). Hij stelt voor om in plaats daarvan de standaarddeviatie (SD) te gebruiken, waarbij de indruk wordt gewekt dat dit een eenvoudige en voor de hand liggende oplossing voor onze vraagstelling zou zijn. De suggestie is weliswaar gebaseerd op bekende principes, maar geeft een wel erg simpele voorstelling van zaken en is als zodanig in ons geval zelfs aantoonbaar onjuist. Wij voelen ons door de plaatsing van het commentaar genoodzaakt dieper op de aangesneden problematiek in te gaan.

Fluctuatie is een complex proces, dat niet eenduidig met een eenvoudig kengetal te beschrijven is. Dat pretenderen we ook niet. We hebben te maken met pieken en dalen, die elkaar deels op geheel toevallige wijze opvolgen, maar ook worden beïnvloed door trends met verschillende oorzaken. Over trends doet geen van de hier besproken indexen een uitspraak. Daarvoor zijn andere statistische methodes beschikbaar.

Eén van de mogelijke kengetallen is de Fluctuatie-index (FI), die eerder door een van ons werd geïntroduceerd in een wetenschappelijk tijdschrift (Arnolds, 1995). De FI is in ons artikel toegepast met drie doelstellingen:

1. aan te geven hoe het aantal waarnemingen van een soort kan verschillen tussen het beste en het slechtste jaar in de beschouwde periode, dus de **extremen**, onzes inziens biologisch en methodologisch een interessant gegeven;
2. met behulp van een relatieve maat die een vergelijking tussen soorten mogelijk maakt en
3. bij voorkeur met een index die gemakkelijk te interpreteren is, m.a.w. concrete en biologisch relevante gegevens verschaft over de mate van fluctuatie. Dat laatste lijkt ons met name voor veel *Coolia* lezers van belang.

Uit onderstaande tabel blijkt dat de FI aan genoemde voorwaarden voldoet. De FI van de meest constante soort, de Vliegenzwam (*Amanita muscaria*), bedraagt 1,6. De soort is dus in het beste jaar 1,6 keer zo vaak waargenomen als in het slechtste. De Duivelsbroodrussula (*Russula drimeia*) is aanmerkelijk wispelturiger. Ze is in het beste jaar bijna 12 keer zo vaak waargenomen als in het slechtste.

De FI is onafhankelijk van het gemiddelde aantal waarnemingen van een soort. De FI bedraagt 10 voor een soort met 1 waarneming in het slechtste jaar en 10 in het beste, maar ook voor een soort met 100 waarnemingen in het slechtste jaar en 1000 in het beste. Dat is ook onze uitdrukkelijke bedoeling. Opgemerkt moet worden dat de betrouwbaarheid van de FI bij lage aantallen waarnemingen afneemt.

Als bezwaar van de FI is aangevoerd dat de maat bij een of meer nulwaarden oneindig wordt. Toch kan de FI, in tegenstelling tot wat Leo suggereert, ook zinvol zijn voor soorten die in bepaalde jaren geheel ontbreken. Het feit dat wij de index dan weergeven met 'groter dan' (>) teken is geen verdoezeling van feiten maar relevant voor de interpretatie. Als het minimum aantal 0 is, delen we het maximum door het dichtstbijzijnde telbare aantal, namelijk 1, met als resultaat het maximum zelf. Het '>' geeft dus aan dat de 'echte' FI eigenlijk nog groter is, dat het minimum aantal 0 is en dat het getal zelf het maximale aantal waarnemingen aangeeft. Een heleboel informatie in één getal! Een index >9 voor de Blauwvoetstekelzwam (*Sarcodon scabrosus*) geeft aan dat de soort in één of meer jaren ontbreekt, maar ook dat de maximale frequentie vrij gering is. Een waarde >40, zoals in onze tabel gemeld voor het Plooiwieswaaierje (*Plicaturopsis crispa*), betekent dat een soort in sommige jaren ontbreekt maar in andere met een veel grotere frequentie voorkomt. Dat is een interessant fenomeen. Nadere analyse van de gegevens wijst uit dat het in dit geval gaat om een sterke toename van deze soort.

De door Jalink voorgestelde SD voldoet aan geen van de boven genoemde doelstellingen:

1. De SD is een maat voor willekeurige variatie in de getallen rond het gemiddelde en beschrijft dus **gemiddelde** schommelingen. Dat is eveneens een zinvolle maat, maar met een andere informatieinhoud. Achteraf gezien is de term Fluctuaties-index wellicht minder gelukkig gekozen omdat het woord zou kunnen suggereren dat het om gemiddelde fluctuaties gaat. Verder is er nog het probleem, dat bij lage gemiddelden de fluctuaties rond het gemiddelde sterk asymmetrisch worden. Daarop gaan we hier niet verder in.
2. De grootte van de SD is in onze set gegevens globaal positief gecorreleerd met het gemiddelde aantal waarnemingen per soort. Dit gemiddelde verschilt sterk, waardoor een vergelijking tussen soorten niet mogelijk is. De voorbeelden in onderstaande tabel spreken wat dat betreft voor zichzelf.
3. De grootte van SD geeft geen direct herkenbare biologische informatie.

Een alternatief voor het uitdrukken van **gemiddelde** fluctuaties is de variatie-coëfficiënt (VC), waarbij de standaarddeviatie gedeeld wordt door het gemiddelde aantal waarnemingen ($VC = SD/gem.$). Deze index levert, in tegenstelling tot de SD, wel vergelijkbare waarden tussen de soorten op (punt 2), maar is niet direct te interpreteren (punt 3).

Van Nico Dam kregen we een andere suggestie voor het vergelijken van **extremen**, namelijk het Contrast (C), uitgedrukt als het quotiënt $C = (maximum - minimum) / (maximum + minimum)$. Deze index lijkt enigszins op de FI omdat alleen het verschil tussen maximum en minimum een rol speelt (punt 1). De C-waarde is eveneens onafhankelijk van het aantal waarnemingen zodat de soorten onderling goed te vergelijken zijn (punt 2). Volgens Nico is het een voordeel dat de waarde tussen 0 en 1 schommelt en nooit oneindig kan worden. Wij vinden het juist een groot nadeel dat de verschillen tussen sterk fluctuerende soorten bijna worden genivelleerd. In onderstaande tabel is de FI van de Duivelsbroodrussula bijna twee keer zo groot als van de Zwavelmelkzwam, een reëel biologisch fenomeen, maar de C-waarden verschillen slechts 0,09. Dat is even veel als het verschil tussen de Vliegenzwam en de Rossige melkzwam die maar weinig in FI verschillen. Daarnaast zijn de C-waarden niet direct te herleiden tot concrete feiten over een soort (punt 3). Iedere soort die in enig jaar ontbreekt krijgt dezelfde C-waarde, namelijk 1. Dat levert volgens ons geen voordeel op ten opzichte van de FI, die dan per definitie op oneindig uitkomt.

Wellicht zal het sommige lezers inmiddels enigszins duizelen. Om de bruikbaarheid van de verschillende indexen in de praktijk te toetsen, hebben we de vier hier besproken grootheden berekend voor 12 (van de 23) soorten uit de oorspronkelijke tabel in ons eerdere artikel. De soorten zijn gekozen met een zo ruim mogelijke variatie in FI-waarde en gemiddeld aantal waarnemingen. Tegelijk met een interpretatie van deze uitkomsten geven wij een samenvatting van onze mening over de verschillende indexen.

De twee indexen voor het verschil tussen maximum- en minimumwaarden, Fluctuatie-index (FI) en Contrast (C), zijn (uiteraard) sterk positief met elkaar gecorreleerd. Zoals gezegd, geldt dit ook voor de drie laatste soorten in de tabel die in sommige jaren ontbreken, want de FI-waarde is daar wiskundig gelijk aan oneindig. Wij geven de voorkeur aan de FI boven C omdat de FI de verschillen tussen extreme waarden beter weergeeft en biologisch direct te interpreteren is.

Met de standaarddeviatie (SD) op zich valt in het kader van onze boven vermelde doelstelling eigenlijk niets te beginnen. Maar de daarvan afgeleide variatiecoëfficiënt (VC) is wel een geschikte maat voor de gemiddelde fluctuaties. FI en VC vullen elkaar aan, waardoor het zinvol kan zijn om beide te presenteren. De uitkomsten zijn in ons geval opvallend goed gecorreleerd, beter dan wij van tevoren hadden verwacht. Het geeft aan dat in realistisch getallenmateriaal de FI zelf ook al een goede uitdrukking is van het gemiddelde fluctuatiepatroon. Dit is niet per definitie het geval, zoals bijvoorbeeld de theoretische getallenreeksen van soort D en E in het artikel van Leo laten zien. Toch blijkt dat zelfs in die extreme voorbeelden met gelijke FI wel mee te vallen. Leo laat vreemd genoeg na ook de SD's te tonen, maar ze blijken slechts met een factor 1,5 te verschillen (29,2 vs. 44,9). Ook in die gevallen blijft ons oordeel over de indexen overigens van kracht. Wij zouden in zijn voorbeelden soort D, met binnen 11 jaar uiterste waarden van 2 en 99 waarnemingen, bepaald niet extreem constant willen noemen!

Tabel 1. Vergelijking van Fluctuatie-index (FI), gemiddelde aantal meldingen per jaar (Gem.), standaarddeviatie (SD), variatie-coëfficiënt (VC) en Contrast (C) voor 12 soorten, besproken door Arnolds & Van den Berg (2001, Tabel 1).

		FI	Gem.	SD	VC	C
<i>Amanita muscaria</i>	Vliegenzwam	1,6	371,0	65,0	0,18	0,24
<i>Lactarius rufus</i>	Rossige melkzwam	2,0	97,6	21,9	0,22	0,33
<i>Fomes fomentarius</i>	Echte tonderzwam	2,1	106,0	25,3	0,24	0,36
<i>Auriscalpium vulgare</i>	Oorlepelzwam	2,6	27,8	9,1	0,33	0,45
<i>Lepista nuda</i>	Paarse schijnridderzwam	4,3	248,0	98,0	0,40	0,63
<i>Lactarius chrysorrheus</i>	Zwavelmelkzwam	6,9	59,0	30,3	0,51	0,74
<i>Hydnum repandum</i>	Gele stekelzwam	9,3	17,6	10,0	0,57	0,80
<i>Cantharellus cibarius</i>	Hanekam	10,0	66,1	39,8	0,60	0,82
<i>Russula drimeia</i>	Duivelsbroodrussula	11,8	30,4	17,4	0,57	0,83
<i>Sarcodon scabrosus</i>	Blauwvoetstekelzwam	>9	1,5	2,6	1,70	1,00
<i>Cortinarius bolaris</i>	Roodschubbige gordijnzwam	>33	5,0	9,6	1,92	1,00
<i>Plicaturopsis crispa</i>	Plooiwieswaaiertje	>40	12,2	13,8	1,14	1,00

Zo heeft Leo's ingezonden stuk binnen beperkte kring toch tot een boeiende gedachtewisseling gevoerd, die wellicht kan leiden tot een meer bewuste keuze van een optimale methode voor het analyseren van een bepaalde vraagstelling.

Literatuur

- Arnolds, E. 1995. Conservation and management of natural populations of edible fungi. *Canadian Journal of Botany* 73, Suppl. 1: 987-998.
- Arnolds, E., Berg, A.P. van den. 2001. Trends in de paddestoelenflora op basis van karteringsgegevens. *Coolia* 44(3): 139-152.
- Jalink, L. 2002. Fluctuatie-index voor verbetering vatbaar. *Coolia* 45(1): 28.