Name:
Student number:

**Vraag 1. Hans ter Steege**
De "Relative Abundance Distribution" laat zich vaak goed beschrijven met Fishers's log-series $S_n = \alpha \frac{x^n}{n}$, waar $S_n$ het aantal soorten is met een abundantie van $n$ individuen. De parameters $\alpha$ en $x$ kunnen worden geschat uit de data en meestal geldt dat $x \to 1$. De parameter $\alpha$ wordt wel als een maat voor de diversiteit van het systeem gebruikt. Wat is volgens deze formule een redelijke biologische interpretatie van $\alpha$? ($< 50$ woorden).

**Vraag 2. Huisman & Weissing, Nature 1999**
Schrijf de vergelijking voor $\mathrm{d}N_1/\mathrm{d}t$ van het model voor het systeem van Figuur 1C. Vul alle parameters in (ook de $K_{ij}$ waardes) en schrijf de functie $\mu()$ voor Liebig's wet helemaal uit.

**Vraag 3. Beninca *et al.*, Nature 2008**
Maak de volgende zin in minder dan 30 woorden: De belangrijkste boodschap van dit stuk is ....

**Vraag 4. Marloes van Loon**

We bekijken twee planten, een wildtype en een mutant, die met elkaar competeren om licht. Het wildtype en de mutant verschillen van elkaar in de Leaf Area Index (LAI). We nemen verder aan dat er selectiedruk is op de planten voor een zo hoog mogelijke fotosynthese-snelheid. De competitie tussen beide planten kunnen we zien als een spel met twee spelers, waarbij de verschillende waardes van de LAI verschillende strategieën zijn. Hieronder staat de fotosynthese-snelheid van beide planten weergegeven, afhankelijk van de LAI van de plant zelf én van de andere plant.

Fotosynthese-snelheid van Plant 1

| | | LAI plant 2 | |
|---|---|---|---|
| | | 0.8 | 0.9 |
| LAI | 0.8 | 0.52 | 0.47 |
| plant 1 | 0.9 | 0.56 | 0.49 |

Fotosynthese-snelheid van Plant 2

| | | LAI plant 2 | |
|---|---|---|---|
| | | 0.8 | 0.9 |
| LAI | 0.8 | 0.52 | 0.56 |
| plant 1 | 0.9 | 0.47 | 0.49 |

Wat is in dit "spel" de Evolutionair Stabiele Strategie (ESS)? Leg uit of je in dit geval een "tragedy of the commons" ("tragedie van de meent") verwacht te zien. (< 50 woorden)

**Vraag 5. Scheffer *et al.*, Nature 2009**

Leg uit waarom de autocorrelatie toeneemt in de buurt van een bifurcatiepunt (< 50 woorden)

Name:
Student number:

**Vraag 6. Boerlijst *et al.*, PLoS ONE 2013**
De artikelen Scheffer *et al.*, (2009) en Boerlijst *et al.*, (2013) lijken elkaar tegen te spreken. Leg uit waarom dit NIET het geval is. ($< 70$ woorden)

**Vraag 7. Rutger Hermsen**
Een eenvoudig model voor de eiwitconcentratie in één bacterie wordt gegeven door $\mathrm{d}c/\mathrm{d}t = \alpha - \lambda c$. Leg uit wat de twee termen in dit model betekenen en waarom volgens dit model de concentratie van een eiwit afneemt als de groeisnelheid toeneemt. ($< 50$ woorden)

**Vraag 8. Sugihara *et al.*, PNAS 2003**
Wat is het verschil tussen het "Broken stick"model en het model wat de auteurs voorstellen? (< 50 woorden)

**Vraag 9. Scheffer *et al.*, PNAS 2006**
In Vlg. 2 wordt een regulatie-term aan het model toegevoegd. Wat is de biologische interpretatie van deze term en wat is haar belangrijkste effect op het gedrag van het model? (< 50 woorden).

**Vraag 10. Jelle Treep**
Beschouw figuur 3 uit Scheffer *et al.*, Nature (2009) en de laatste slide uit de lezing van Jelle Treep. Wat is het onderliggende mechanisme wat dit soort vegetatiepatronen genereert? (< 50 woorden).

**Antwoorden:**

1. Omdat $\alpha x$ het aantal soorten is dat maar één keer voorkomt en omdat $x \simeq 1$, is $\alpha$ ongeveer het aantal soorten dat één keer voorkomt.

2.
$$\frac{\mathrm{d}N_1}{\mathrm{d}t} = N_1[\min\left(\frac{R_1}{1+R_1}, \frac{R_2}{0.3+R_2}, \frac{R_3}{0.9+R_3}\right) - 0.25]$$

3. De belangrijkste boodschap van dit stuk is dat een natuurlijk voedselweb zich chaotisch kan gedragen.

4. De ESS is een LAI van 0.9 en dit is een tragedie want ze zouden beide een hogere fotosynthese scoren als ze zouden "samenwerkenën een LAI van 0.8 zouden hebben.

5. In de buurt van een bifurcatiepunt is de return-tijd lang en gaan de variabelen langzaam terug naar hun evenwichtswaarde. Omdat alles zo traag gaat lijkt de waarde op tijdstip $t$ op die van tijdstip $t+1$.

6. Er gaat maar één eigenwaarde door de nul, en alleen de dynamiek in de richting van de bijbehorende eigenvector wordt traag. Een systeem dat een catastrofale bifurcatie benadert hoeft daarom niet in alle variabelen een early warning signal te geven. Scheffer zegt dat systemen **mogelijk** een early warning signal geven.

7. $\alpha$ is de productie van eiwit door translatie aan ribosomen en $\lambda$ is de afname door verval en verdunning. Als een cel sneller deelt zal de eiwitconcentratie vaker $2\times$ verdund worden en zal $\lambda$ groter zijn.

8. In het broken stick model wordt de niche ruimte in één keer in willekeurige stukjes verdeeld en in het Sugihara model wordt dat sequentieel gedaan. Eerst in tweeën, en daarna ieder deel mogelijk weer in tweeën, enzovoort.

9. Elke soort heeft een eigen parasiet of predator met een sigmoide functionele response (en een vaste dichtheid). Deze term maakt het ruimtelijke patroon een stabiel evenwicht, ipv een transient waarbij uiteindelijk maar één soort per patch overblijft.

10. Er is een lokale positieve feedback omdat de vegetatie het water vasthoudt zodat planten dichtbij andere planten beter groeien (short range activation). Kale plekken hebben de neiging kaal te blijven omdat het water slecht wordt vastgehouden en wordt weggezogen door de groene plekken (long range inhibition).