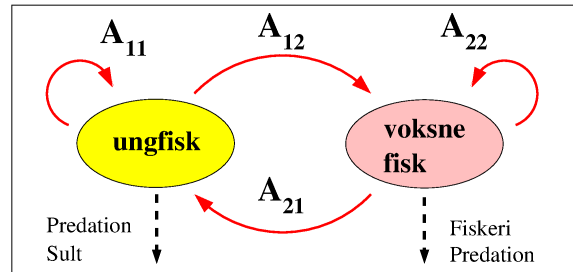


Hvor meget må fiskerne fiske ?

I denne opgave er I videnskabsfolkene, der skal hjælpe politikerne med at beslutte, hvor mange fisk fiskene må fange, uden at fiskebestanden bliver overfisket og kollapse. Vi vil beskrive en fiskebestand med en simpel lineær matrix-model, hvor der er ungfisk og voksne fisk, der kan fiskes:

- Hver voksen får i gennemsnit 1000 ungfisk pr. år
- Ungfisk bliver voksne efter to år i gennemsnit. Chancen for, at en ungfisk overlever et år er 0.1 %
- Risikoen for, at voksne fisk bliver spist af andre fisk er 30 % pr. år



1. Udfra de biologiske oplysninger ovenfor opstil en differensligning på matrixform med tidskridt på eet år, der beskriver, hvordan bestanden udvikler sig fra år til år. Der fiskes ikke til at starte med.
2. Bestem om bestanden efter nogle år vokser eller aftager. Svar i % pr. år
3. Nu vil fiskene gerne fange nogle af de voksne fisk. Fiskeriet skal foregå ved slutningen af året. Modificer differensligningen fra før, så den inkluderer fiskerieffekten på bestanden (Tip: hvis andelen F fanges pr. år, hvad er chancen pr. år for at undslippe fiskeri ? Bemærk voksne fiske skal både undslippe fiskeri og rovfisk for at overleve).
4. Bestem nu, hvor mange % af fiskene må man fiske pr. år, hvis bestanden skal være i balance ? Opgaven kan løses på een af to måder:
 - Lav et plot, hvor fiskeri F i % er på x-aksen, og den største egen værdi for differensligningen (med fiskeri) er på y-aksen. Vælg 3-4 rimelige værdier for F (bemærk: $\bar{\lambda}$ afhænger af F). Udfra plottet, bestem ca. værdien af fiskeri, hvor bestanden er i balance.
 - (Svær) Find den største egen værdi for differensligningen med fiskeri F som ubekendt udfra reduktionsdeterminanten. Udfra resultatet, bestem den værdi af F , der gør at bestanden akkurat er i balance.
5. Det viser sig, at der er stor usikkerhed på, hvor mange fisk, der bliver spist af andre fisk, dvs. vi ved kun, at mellem 15 % og 45 % af de voksne fisk spises af andre fisk pr. år. Modificer dit råd til politikerne, så du inddrager denne usikkerhed, og angiv det maksimale fiskeri, der med sikkerhed undgår overfiskning
6. Diskuter de antagelser vi har gjort ovenfor, og giv et forslag til, hvordan vi kan forbedre den matematiske model, så den bliver mere præcis