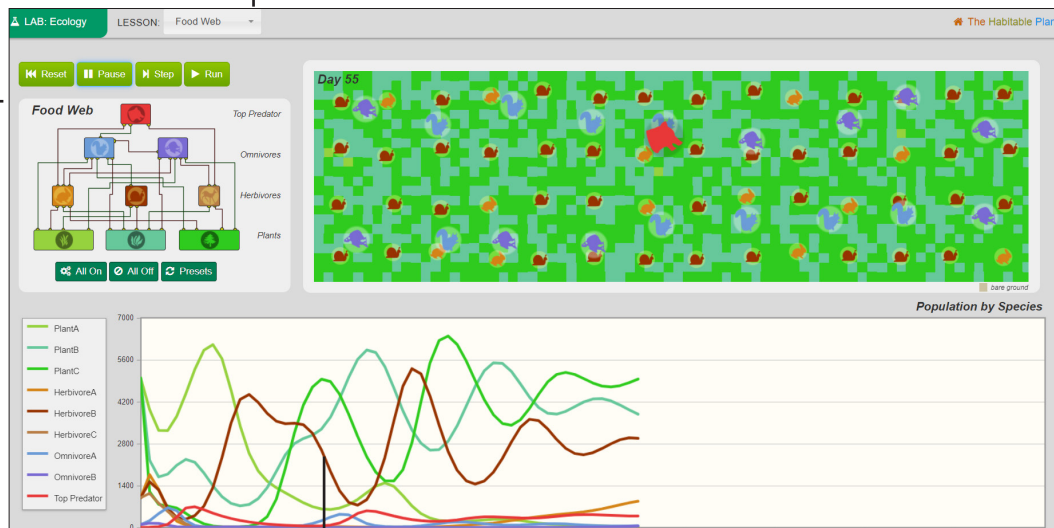




Här byter du mellan
Producers och Food
Web

A. Här gör du
inställningar
och styr sim-
lueringen.



B. Scenen
visar ikoner
för de olika
organismerna.

C. Grafen visar
hur antalet in-
divider av varje
art förändras
med tiden.

OBS! Om två kurvor ligger
exakt på samma värden så
syns bara en kurva.

Bild från simuleringsmiljön Ecology Lab som är en del av under-
visningsresursen The habitable Planet (Annenberg learner).
Kontroller och inställningar (A), scen (B) och grafisk presentation (C).

Ekologisimulering

– näringsväv med en invasiv art (lärrarhandledning)

Syftet med denna simulering är att elever ska förstå interaktion mellan arter. Den är uppbyggd i två steg: "Producers" fokuserar på växternas inbördes konkurrens och en enkel näringskedja medan "Food Web" öppnar upp för alla tänkbara interaktioner mellan de organismer som finns i simuleringen. I bilden ovan visas hur simuleringsfönstret ser ut.

Här ger vi förslag på svar till uppgifterna. Didaktiska kommentarer till simuleringen i sig vävs in i kommentarer till uppgifterna.

Uppgift 1. Vilken växt är invasiv - och vad innebär det?

Öppna simuleringen via denna länk:

<https://www.learner.org/wp-content/interactive/envsci/ecology/ecology.html>

Titta på scenen uppe till höger hur den ser ut från start. Klicka på Run och svara på frågorna. OBS! I simuleringsfönstret står "Day" men det är orimligt snabbt, tänk istället veckor. Genom att peka med musen på en kurva i grafen ser man populationsstorlekarna vid olika tidpunkter.

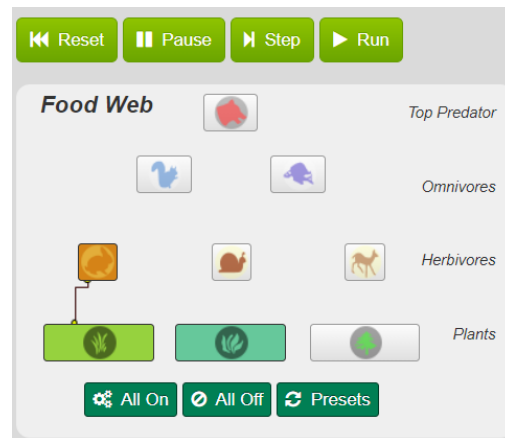
- 1a) Hur stor var populationerna från början för växt A och B? **5000 individer av varje art.**
- 1b) Hur stor är populationerna av växt A och B efter 100 veckor?
10 000 individer av växt A och 0 individer av växt B
- 1c) Beskriv förloppet de första 10 veckorna och ge en tänkbar förklaring till vad som händer på platsen. **Art A ökar snabbt i antal vilket troligen beror på att den är bättre på att konkurrera om platsen som finns tillgänglig (markyta).**
- 1d) Hur stor tror du att populationerna av A och B kommer att vara efter ytterligare 100 veckor - varför? **10 000 individer av växt A och 0 individer av växt B, dvs samma eftersom det ser så stabilt ut.**
- 1e) Motivera vilken av växterna A och B som är den invasiva arten med stöd av de resultat du fick av simuleringen. **Växt A är en invasiv art eftersom den har stor förmåga att sprida sig och konkurrera ut många andra arter i det befintliga ekosystemet.**



Uppgift 2. Kan växtätare kontrollera en invasiv art?

Klicka på *Reset* för att börja om med nya simuleringar. Klicka på *Presets* för att nollställa alla kopplingar mellan arterna i simuleringen. *All On* och *All Off* ger maximalt antal kopplingar respektive inga kopplingar alls.

För att skapa en koppling mellan en organism och en annan klickar du på den och väljer vilken art den ska äta. Du ska undersöka hur växtätarna (Herbivores) påverkar populationerna av växterna A och B. För att strukturera simuleringarna, fyll i resultaten i tabeller för antalet individer vid start respektive 100 veckor och svara sedan på frågorna med stöd av resultaten.



- 2a) Ta reda på hur populationerna av växt A och B påverkas när en växtätare enbart äter den invasiva arten. Ställ in en koppling mellan en växtätare och den invasiva arten och kör simuleringen. Klicka sedan på *Presets* och *Reset* och testa för nästa växtätare. Testa bara för nästa växtätare tills du förstår principen. Du behöver inte fylla i hela tabellen.

Undersökt växtätare som endast äter den invasiva arten	Endast kanin	Endast snäcka	Endast rådjur
Växt A vid start	5000	5000	5000
Växt A vid 100 veckor	3333	3335	3335
Växt B vid start	5000	5000	5000
Växt B vid 100 veckor	5004	4999	4999
Växtätarens population vid start	1000	1000	1000
Växtätarens population vid 100 veckor	2054	2055	2055

- 2b) Beskriv förloppet de första 10 veckorna med ord. Sammanfatta sedan hur du tolkar resultaten av dessa simuleringar när växtätarna äter bara den invasiva arten. Kan en art av växtätare som enbart äter den invasiva arten ensamt kontrollera eller kanske till och med utrota en invasiv art i detta system? Varför/varför inte?

Växtätarnas population ökar snabbt under de första 10 veckorna. Den invasiva arten A ökar i början - vilket konkurrerar ut växt B (som sjunker i population). Men planta A äts sedan av växtätaren vilket gör att populationen av A minskar, och då vänder populationen av växt B upp och ökar kraftigt pga mindre konkurrens från den invasiva arten A. Eftersom växtätaren äter planta A - som minskar i antal - får mindre föda så sjunker dess populationsstorlek igen efter en topp kring 5 veckor (tidsskalan veckor är kanske också orimligt snabb). De tre populationerna samvarierar sedan med mindre upp/nedgångar för att slutligen stabilisera sig. Om man med "kontrollera" en invasiv art menar att en herbivor - växtätare - som konsumerar den invasiva arten ska kunna balansera populationerna av de två växterna så att de samexisterar i ekosystemet så verkar det räcka med en växtätare eftersom både planta A och B finns kvar i systemet. Antalet växtätare kan inte bli större än att det finns tillräckligt med föda/resurser i systemet. Alltså räcker det inte med en art av växtätare för att utrota den invasiva arten.

Är simuleringen rimlig jämfört med naturliga system? Att ekosystem stabiliserar sig så som i simuleringen är nog orimligt för det pågår hela tiden svängningar i alla populationer och det finns flera olika miljöfaktorer som påverkar överlevnad. Det är också ganska orimligt att tre så olika djurarter som kanin, snäcka och rådjur ger så exakt lika resultat som man får i denna simulering.



- 2c) Hur blir resultatet ifall du låter alla tre växtätare samtidigt äta enbart den invasiva arten? Och hur kan man förklara resultatet?

Populationen av växt B blir större än växt A som tidigare. Populationerna av de tre växtätarna hamnar på ca 685 st på slutet, kurvorna överlappar och en anledning till att de var och en nu blir lägre än tidigare är att man även får mellanartskonkurrens mellan de tre växtätarna vilket begränsar deras populationer.

- 2d) Hur stor blir populationerna av växt A och B om växtätarna äter båda? Upprepa undersökningen genom att låta en av växtätarna äta både växt A och B. Fyll i dina resultat i tabellen nedan. Testa bara för nästa växtätare tills du förstår principen. Du behöver inte fylla i hela tabellen.

Växtätare som äter både växt A och B	Endast kanin	Endast snäcka	Endast rådjur
Växt A vid start	5000		
Växt A vid 100 veckor	0		
Växt B vid start	5000		
Växt B vid 100 veckor	3333		
Växtätarens population vid start	1000		
Växtätarens population vid 100 veckor	6667		

- 2e) Beskriv förloppet de första 10 veckorna med ord. Sammanfatta sedan hur du tolkar resultaten av dessa simuleringar när växtätarna äter både art A och B.

Det blir samma mönster för alla tre växtätarna igen (vilket nog är orimligt jämfört med i naturen där snäckor och rådjur borde ha olika populationskurvor). I början ökar växtätaren snabbt i populationsstorlek då den har två olika växter att äta på, vilket minskar inomartskonkurrensen och gör att en totalt sett större population av växtätare kan bäras i systemet - dvs ekosystemets bärformåga för växtätaren blir större när basen med tillgängliga producenter - växter - ökar. Nu ser man intressant nog att den invasiva arten faktiskt utrotas ur systemet. Kanske beror det på att växtätarna bli så pass många att de äter upp så mycket av A att den dör ut - men det måste då finnas en skillnad mellan växt A och B i hur de klarar sig mot detta betetryck från växtätaren. Kanske är växt B större och har mer biomassa per ytenhet än växt A? I scenen ser det ut som att det nu finns tomma ytor utan växtlighet på grund av betningen. Hur påverkar det betetrycket? För denna simulering finns det kanske inget enkelt svar. Istället kan det ge uppslag till nya frågeställningar och hypoteser att testa senare.

- 2f) Jämför simuleringarna där växtätarna var specialiserade på enbart den invasiva arten respektive när de åt båda växtarterna. Vad är det som gör skillnaden?

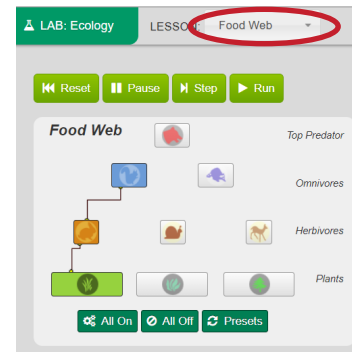
Skillnaden måste bero på att populationen av växtätare kan bli mycket större när de har fler växter att livnära sig på. Med större födobas kan populationen av växtätare öka pga mindre inomartskonkurrens och med en större population minskar den invasiva växtarten mer än tidigare. Men det måste också finnas någon kvalitetsskillnad mellan växt A och B som gör att det bara är växt B som överlever. Den kallas för den "naturliga" arten i systemet vilket kan tala för att den har vissa anpassningar.



Uppgift 3. En kort enkel näringskedja

Byt till *Food Web* (övre delen av simuleringsfönstret).

Från start är inställningen gjord som en enkel näringskedja där växt A äts av herbivor A (växtätare) som äts av omnivor A (allätare). **Startvärdena för populationerna är ifyllda i tabellen nedan.**



3a) Innan du klickar på *Run*: formulera en hypotes där du gör en förutsägelse för hur du tror att populationerna av växter och djur kommer att öka/minska/vara stabila dels i början och dels efter en längre tid med en motivering:

Populationen av **växt A** borde först... för att... och sedan... för att...

Populationen av **växtätare A** borde först... för att... och sedan... för att...

Populationen av **allätare A** borde först... för att... och sedan... för att...

Populationen av **växt A** borde först **minska** för att **växtätaren äter mer och mer av växt A** och sedan, **efter ett tag kommer den öka igen** för att **växtätarna har minskat på grund av att de konkurrerar med varandra**.

Det här är ett slags skrivramar som kan användas om eleverna behöver stöd i hur man kan formulera hypoteser. Har du elever som är vana vid det - förenkla detta steg!

3b) Kör simuleringen och dokumentera resultaten i tabellen nedan:

Hur stor är populationen...	Växt A	Växtätare A	Allätare A
... från start?	5000	1000	100
... efter 3 veckor?	5532	1725	85
... efter 8 veckor?	3934	2161	129
... efter 45 veckor?	4949	1697	160
... efter 100 veckor?	4998	1667	166
... efter 200 veckor? (prognos, syns ej)	5000	ca 1660	ca 160

3. Fick du stöd för din hypotes? Varför/varför inte?

Det beror ju vilken hypotes du valt - men det man kan se är dels att populationerna av allätare är betydligt mindre - ca en tiondel av växtätarna. Det kan man relatera till näringspyramiden som visar att ett ekosystem har olika bärkraft för de olika trofnivåerna/näringsnivåerna. Växtpopulationen är den som styr nivån på de andra nivåerna - när växt A minskar mellan vecka 3-8 så får det som konsekvens att växtätarens population minskar strax efter.



Uppföljande övningar

Uppgift 4. Start på en näringsväv

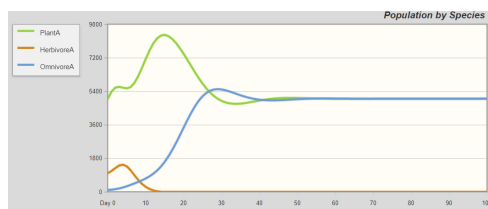
Testa att göra en liten förändring i den enkla näringskedjan genom att skapa en interaktion mellan allätaren till växt A (så att den blir en "riktig" allätare).

- Formulera en ny hypotes.

En hypotes kan vara att populationen av omnivoren nu borde bli högre än i föregående simulering (då den landade på ca 160 djur) med motiveringen att omnivoren nu har en större födobas. En konsekvens borde då bli att växtätaren kaninen inte kan uppnå lika hög populationsstorlek pga konkurrens om växt A.

- Kör simuleringen. Dokumentera dina resultat i en egen ritad tabell.

Se grafen nedan.



- Sammanfatta dina resultat och ge en tänkbar förklaring.

Populationen av allätaren blir betydligt högre än tidigare och kaninpopulationen minskar till noll. Växt A får en tillväxttopp strax efter att kaninerna minskat men eftersom allätarens population ökar så minskar växt A igen. En märklig sak i simuleringen är att växt A och allätaren hamnar på samma populationsstorlek vilket verkar lite märkligt om man tänker just på näringspyramiden. En brist i modellen!

Uppgift 5. Värdering av simuleringsmodellen

I jämförelse med ett naturligt ekosystem är denna simulering en mycket grov förenkling på många sätt. Ge några olika exempel på saker du observerat när du kört simuleringarna som du tänker är orimliga eller på något sätt avviker från det som förmodligen händer i naturliga ekosystem.

Några saker har redan nämnts. Det är orimligt att så olika arter som kaniner, snäckor och rådjur ger exakt samma populationsförändringar.

I alla simuleringar hittills så stabiliseras kurvorna efter 100 veckor - i naturen fortsätter nog många fluktuationer.

Det finns många fler arter i naturliga ekosystem, så det finns betydligt fler interaktioner.

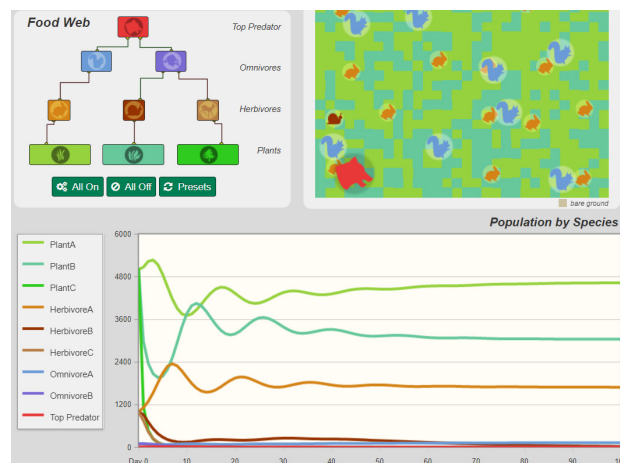


Uppgift 6. Problemlösning i modellen

Välj en av punkterna nedan och försök hitta en lösning på det som efterfrågas genom att göra olika tester i simuleringsmodellen. Vilken fråga väljer du - och vad kommer du fram till för strategi?

- Hur kan du göra för att få så många som möjligt av planta B?
- Klarar du att få bort planta A helt ur ekosystemet?
- Hur många arter kan du få att överleva samtidigt?
- Vilka arter påverkas av att toppredatorn är där eller inte?

Här är det svårt att ge ett svarsförslag eftersom uppgiften går ut på att välja strategier fritt. Ett exempel: Hur gör jag om jag väljer frågan *hur många arter kan du få att överleva samtidigt?* Test i simuleringsmodellen: Först väljer jag att ta med de tre möjliga växtarterna A, B och C. Sedan gör jag en enkel näringsväv där det är få interaktioner - men jag lyckas inte behålla växt C. Då provar jag att ta bort rådjuret som äter växt C. När jag gör det så blir det inte bättre - planta C överlever inte ändå. Då går jag vidare och testar interaktionen mellan växt A, B och C. Det visar sig att växt C verkar konkurreras ut av växt A. Då kan jag tänka att jag ska försöka få fler växtätare som äter växt A för att ge utrymme för växt C... Det här leder snabbt till att man testar nya kombinationer och ser - att det inte är så lätt! En utmaning är att få de tre växterna att samexistera. Det är däremot lätt att antingen hamna i att växt A dominerar eller att växt A dör ut helt.



Uppgift 7. En systematisk undersökning

På samma sätt som att man kan planera ett experiment i laboratoriet eller ute i naturen så kan man göra en systematisk undersökning med hjälp av en simuleringsmodell. Du kan följa samma arbetsgång:

- Formulera en egen frågeställning och en hypotes.
- Tänk ut hur du ska göra inställningarna i simuleringsmodellen för att pröva din hypotes. Beskriv denna metod.
- Kör simuleringarna som du tänkt och sammanställ resultaten i en tabell och/eller spara figurer från simuleringarna (använd Print Screen och klistra in bilder från simuleringen).
- Diskutera resultaten: fick du stöd för din hypotes? Varför/varför inte? Ge tänkbara förklaringar och värdera hur metoden fungerade.
- Redovisa i form av rapport eller muntlig presentation.



Ett exempel på en enkel undersökning - men mest ett exempel på hur man kan tänka i rapportformat även när man använder en simulering som underlag för en rapport.

FRÅGESTÄLLNING: Kan fler växtätare som äter planta A göra att växten utrotas från ekosystemet?

HYPOTES: Planta A som är invasiv konkurrerar ut andra växter. Herbivorer A (kanin) gjorde att populationen av planta A minskade, men den fortsatte att existera i ekosystemet. Om fler herbivorer äter planta A borde det minska populationen av A ytterligare.

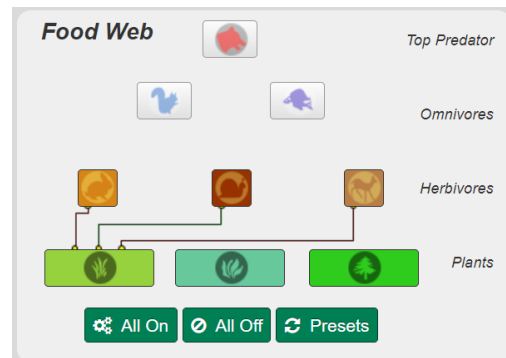
METOD för att pröva hypotesen:

Nollställ simuleringen i modell Food Web. (All off)

Markera alla tre växterna i systemet så att det blir grönt i rutan.

Ställ in systemets interaktioner så att alla tre herbivorer äter planta A (se figur till höger).

Kör simuleringen och studera vad som händer med populationsstorleken av planta A.



RESULTAT och **DISKUSSION:**

I undersökningen frågade jag mig om fler växtätare kunde få bort planta A ur ekosystemet. Resultatet av simuleringen visas i figuren nedan. Planta A minskade sin population under den första delen av simuleringen men vände sedan uppåt igen och stabiliseras åter på en nivå som visserligen är lägre (ca 3000) än utgångsvärdet på 5000 men arten utrotas inte ur systemet.

Tänkbara förklaringar till detta kan vara att populationerna av växtätare också minskar beroende på tillgång på planta A – eftersom det är deras enda föda. Om växtätarna även kunde överleva på andra växter skulle de bli fler, vilket skulle kunna leda till en ytterligare minskning av planta A. Detta är ett förslag på hur man kan gå vidare med att undersöka frågeställningen. Begränsningen i modellen är att vi här enbart har studerat effekten av interaktion mellan växtätare och producenterna – vi har inte lagt in några andrahandskonsumenter (omnivorer) eller predatorer. Det kan också vara intressant att studera vidare vilken effekt de har på ekosystemet och förekomsten av den invasiva växten A.

