

# Invasiv art i ekosystemet

– simulering i NetLogo (lärarhandledning)

[Länk till simulering nivå 1](#)

[Länk till simuleringen nivå 2](#)

[Länk till simuleringen nivå 3](#)

Simuleringen visar hur rovdjur (fåglar) och bytesdjur (insekter) påverkas när en ny invasiv art (möss) kommer in i ekosystemet. Olika parametrar kan ändras. Skillnaden mellan nivå 1-3 är hur många olika parametrar (markerade med röda ringar i bilder ovan) som kan ändras av eleven. I elevinstruktionerna till respektive nivå finns förslag på olika uppgifter. Lite längre bak här i lärarhandledningen finns svar i form av kommentarer till de flesta uppgifterna (nivå 1 s. 3, nivå 2 s. 5 och nivå 3 s. 8).

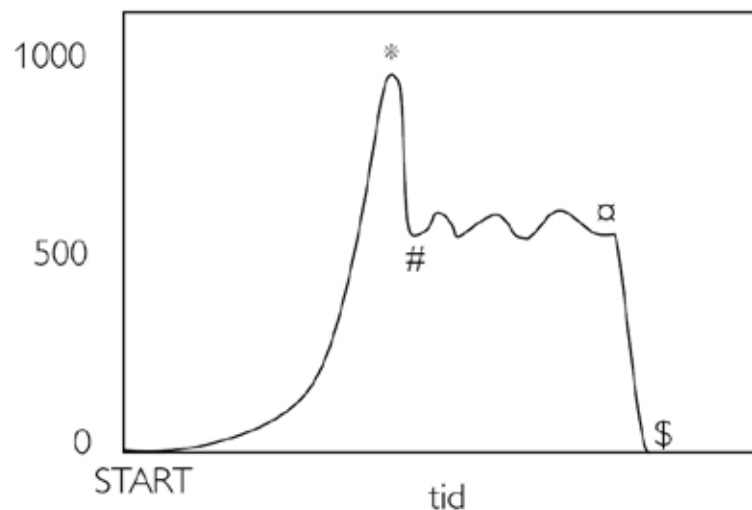
## Tips för att introducera simuleringen

- Elevinstruktionerna innehåller i stort sett all information som man behöver för att göra uppgifterna. Beroende på elevgrupp kanske det kan vara bra att först visa och förklara hur simuleringsmiljön fungerar för hela klassen så att eleverna känner igen sig i simuleringsmiljön när de startar. Här nedan finns förslag på vad man kan gå igenom.
- Simuleringsmiljön består av knappar (blåa), reglage (gröna), en scen (där det rör sig) och en graf (som växer fram när man kör simuleringen). Det finns även rutor (gula) som visar aktuellt antal/mängd av olika arter i ekosystemet.
- Scenen är svart när man klickar på länken till simuleringen. Med knappen "Uppstart/Omstart" öppnas scenen upp och man ser ett landskap (våldigt förenklad grafik). Med knappen "Starta/Pausa" kommer simuleringen igång.

- Alla djur rör sig slumpmässigt varje tidssteg. Varje steg kostar energi och de måste äta någon form av mat. Insekterna äter gräs och fåglarna äter insekter men inte möss (den invasiva arten). Om en individ får slut på energi (innan den hinner äta) dör den och försvinner.
- I den här enkla modellen förökar sig en individ genom att dela sig till två, om den fått i sig tillräckligt med mat. De två som bildas delar på den energi som föräldern hade.
- Gräset växer till med en viss hastighet, ju mörkare grönt, desto mer energi finns att hämta i en viss fläck. Om gräset nyss ätits upp så finns ingen energi att hämta där (rutan blir vit).
- Den invasiva arten (möss) kommer in i ekosystemet med knappen "Lägg till invasiv art". Mössen äter också gräs och konkurrerar med insekterna om födan. Mössen förökar sig på samma sätt som insekterna (med tillräcklig energi delar de sig och blir två, och den energi som föräldern hade fördelas jämnt mellan dem två).
- Så länge du bara använder "Starta/Pausa"-knappen fortsätter grafen att ritas med tiden som går. Du kan ändra inställningar (gröna fält med reglage) och sedan fortsätta samma simulering. Men om du klickar på "Omstart" så börjar grafen om.
- Något att tänka på är att det som händer i den här simuleringen påverkas av slump. Exempelvis har fåglarna slumpmässiga rörelser (de jagar inte fokuserat) och även insekterna. Detta gör att slumpen påverkar om exempelvis en fågel stöter på en insekt eller mus i tid, innan den får slut på energi och dör. Simuleringen ger därmed olika resultat för olika körningar. Det kan vara bra att upprepa en simulering med en viss inställning flera gånger så att det inte bara har varit slumpen som orsaker ett visst mönster (exempelvis att mössen dog ut).

## Användbara begrepp

I elevinstruktionerna finns en sida med förklaringar till några begrepp som används för att beskriva de förändringar som sker med tiden t.ex.: *exponentiell tillväxt*, *populationsminskning*, *ekosystemts bärkraft*, *populationskrasch*, *populationsdynamik*. Förklaringarna är skrivna med hänvisningar till en enkel populationskurva där olika delar av ett förlopp är markerade med symboler. Bilden kan kopieras direkt från webbsidan (högerklicka + kopiera).



# Svarsförslag till uppgifter nivå 1

## Uppgift 1. Lär känna simuleringen

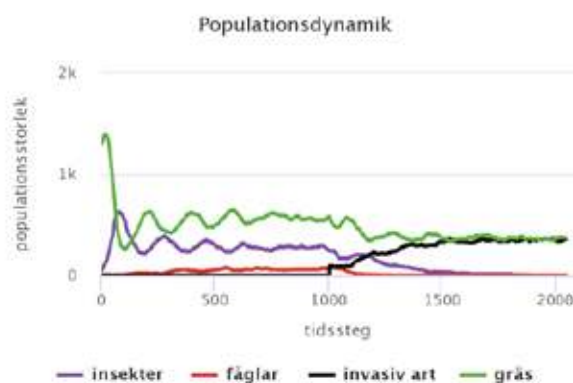
Syftet med uppgiften är att förstå det som händer i simuleringen. Genom att sänka hastigheten på simuleringen ("model speed") går det att följa individuella ikoner för insekter och fåglar.

- Följ en fågel och se vad som händer med den för varje tidssteg. Kan du se att den äter en insekt? Försvinner fågeln? Delar den sig och blir två? Vad har hänt som gjort att fågeln försvann eller förökade sig? **Kommentar:** här kan man tipsa om att följa olika fåglar, kanske den första dör/försvinner och nästa förökar sig. Fåglar som befinner sig långt från insekter har större risk att dö ut (de hinner inte äta innan de förökar sig).
- Studera grafen "Populationsdynamik". Vad är det som gör att populationen av insekter ökar och minskar? **Kommentar:** kurvorna för gräset och insekterna följer varandra redan innan det finns så många fåglar. När insekterna ökar äter de mer av gräset som då minskar, vilket sedan leder till mindre mat för insekterna som då blir färre igen. Fåglarna som äter insekter blir fler efter en populationstopp av insekter, och när fåglarna blir fler så kan de äta fler insekter vilket också bidrar till att insekternas population minskar när fåglarna är många.

## Uppgift 2. Mössen kommer!

Här introduceras den invasiva arten. Syftet är att studera vilken effekt ytterligare en art har för ekosystemet. Här ska man använda grafen för att svara på frågorna (se exempel i bilden nedan).

- Vad händer med insekterna när mössen kom in i ekosystemet? Varför blev det så? **Kommentar:** konkurrens om mat gör att insekterna blir färre då både möss och insekter äter av markvegetationen. Grafen till höger visar ett exempel. De tre grå strecken i grafens övre högra hörn (i simuleringssvyn) ger alternativ för nedladdning av bilder av graferna.
- Vad händer med fåglarna? Varför? **Kommentar:** Insekterna har en viss mängd energi i sig som beror på hur mycket de ätit. Fåglarna äter bara insekter, inte möss. Insekterna har förmodligen mindre energi i sig när de konkurrerar om gräset med mössen. Det gör att fåglarna får i sig mindre energi per insekt som de äter. Risken för att fåglarnas energi går under en kritisk gräns ökar, så de dör ut snabbare än vad det hinner födas nya fåglar (färre fåglar kommer upp i den nivån som gör att de får ungar).
- Varför blir det inte fler möss än vad det blir, det är ju en invasiv art? **Kommentar:** även mössen begränsas av mängd mat, så de kan inte öka mer än vad ekosystemets produktion av gräs kan erbjuda.



### Uppgift 3. Upprepa - var det bara slumpen?

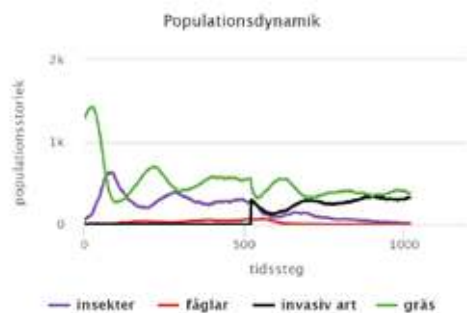
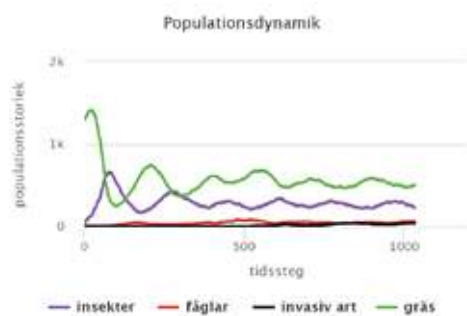
Syftet med uppgiften är att tydliggöra vilken betydelse slumpen kan ha och därmed visa att varje gång man kör simuleringen så kan man få en viss variation på resultaten.

**Kommentar:** även om resultaten kan se lite annorlunda ut mellan körningarna (kurvorna kan nå toppar vid lite olika tidpunkter) så blir det övergripande resultatet att slumpen inte har så stor inverkan: fåglarna dör i alla simlueringar, förr eller senare.

### Uppgift 4. Fler eller färre möss – vad händer?

Det här är en lite mer omfattande uppgift, men det finns en tydlig frågeställning och metoden ges i punktform. Eleverna behöver klara av att spara ned bilder av de grafer som de får fram i simuleringarna.

- Beskriv hur populationen av insekter påverkas när några få möss kommer in i ekosystemet. **Kommentar:** se den övre grafen. Det sker inte så snabba förändringar med få möss.
- Beskriv hur populationen av insekter påverkas när det kommer in många möss. **Kommentar:** se den nedre grafen. Det sker snabbare förändringar när många möss introduceras samtidigt. De blir snabbt många (brant kurva uppåt precis efter att man introducerat dem).



### Uppgift 5. Förenklad modell - annat i verkligheten?

Här ska eleverna påminnas om att detta är en mycket förenklad modell och att ett naturligt ekosystem är mycket mer komplext. **Kommentar:** Exempel på brister i modellen är t.ex. att alla djur kan klonas sig (utan att behöva para sig), att det bara finns en sorts föda, att det inte finns fler djur som konkurrerar om födan.

# Svarsförslag till uppgifter nivå 2

## Uppgift 1. Lär känna simuleringen

Syftet med uppgiften är att förstå det som händer i simuleringen. Genom att sänka hastigheten på simuleringen ("model speed") går det att följa individuella ikoner för insekter och fåglar.

- a. Följ en fågel och se vad som händer med den för varje tidssteg. Kan du se att den äter en insekt? Försvinner fågeln? Delar den sig och blir två? Vad har hänt som gjort att fågeln försvann eller förökade sig? **Kommentar:** här kan man tipsa om att följa olika fåglar, kanske den första dör/försvinner och nästa förökar sig. Fåglar som befinner sig långt från insekter har större risk att dö ut (de hinner inte äta innan de förökar sig).
- b. Ungefär hur många insekter verkar kunna överleva stabilt? Detta är bärkraften som har ekosystemet har för insekterna? **Kommentar:** Bärkraften ligger på ca 300 individer av insekter i systemet. för gräset och insekterna följer varandra - när insekterna ökar äter det mer av gräset som då minskar, vilket sedan leder till mindre mat för insekterna som då blir färre igen.
- c. Vad är det som gör att populationen av insekter ökar och minskar? **Kommentar:** kurvorna för gräset och insekterna följer varandra redan innan det finns så många fåglar. När insekterna ökar äter de mer av gräset som då minskar, vilket sedan leder till mindre mat för insekterna som då blir färre igen. Fåglarna som äter insekter blir fler efter en populationstopp av insekter, och när fåglarna blir fler så kan de äta fler insekter vilket också bidrar till att insekternas population minskar när fåglarna är många.

## Uppgift 2. Mer glupska insekter

Syftet med uppgiften är att få syn på att när en egenskap hos en art förändras, så kan det påverka även andra arters populationer i ekosystemet. Det här är också en övning som är bra att göra innan man för in den invasiva arten. Tanken är att övningen ska bidra till att man kan ha diskussioner om att arter har olika egenskaper och att det i vissa fall är så att de som kan konkurrera om resurser och föröka sig snabbt kan ha större påverkan i ett ekosystem.

- a. Vad hände med populationsdynamiken för insekterna när de blev mer glupska? **Kommentar:** Populationssvängningarna blir större, dvs att populationstopparna blir högre (det blir fler insekter vid vissa tidpunkter) än tidigare. Det beror på att när insekterna nu får i sig mer energi i form av föda för varje tidssteg så kommer fler insekter föröka sig (de kommer över den gräns som råder i simuleringen för när de ska klona sig och bli två).
- b. Vad hände med populationsdynamiken för gräset när insekterna åt mer? **Kommentar:** Gräset kommer variera med större fluktuationer/variation nu eftersom insekterna blir många fler (får stora populationer) som betar, äter mer gräs för varje tidssteg. Samtidigt kraschar nästan insektspopulationerna ibland, och då återhämtar sig gräset snabbt.

- c. Hur påverkades fåglarnas populationsdynamik av de mer glupska insekterna? **Kommentar:** Även fåglarnas populationskurva blir nu mer varierad med högre populationstoppar och väldigt låga dalar: det ser nästan ut som att fågelpopulationen kraschar nära noll flera gånger. Fåglarna får en nästan exponentiell tillväxt, kraftig uppgång, efter en hög populationstopp för insektspopulationen. När insektspopulationen sedan går kraftigt nedåt så minskar även fågelpopulationen snabbt.

### Uppgift 3. Mössen kommer!

Här introduceras den invasiva arten. Syftet är att eleverna ska se att vilken effekt ytterligare en art har för ekosystemet beror på dess egenskaper. Här är inställningarna gjorda så att insekterna är mer glupska (inställning 6 jämfört med 4 för mössen). Man använder grafen för att svara på frågorna.

- a. Beskriv resultatet av simuleringen. **Kommentar:** Mössen kommer in i systemet men minskar snabbt igen för att försvinna.
- b. Varför blir det inte fler möss än vad det blir, det skulle ju vara en invasiv art? **Kommentar:** Vi har gjort inställningar som gör att mössen som kommer in i systemet har svårt att konkurrera om födan (gräset) med insekterna som är mer glupska (dvs. effektiva på att få i sig energi från gräset). Därför blir mössen färre: det dör fler möss än vad som hinner födas. För varje tidssteg förloras mer energi bland mössen än vad som räcker för att få dem att föröka sig.

### Uppgift 4. Jämn kamp - hur påverkar slumpen?

Ett syfte med uppgiften är att visa att varje gång man kör simuleringen så kan man få en viss variation på resultaten. Det är alltså viktigt att upprepa simuleringar för att säkerställa sig om att det inte bara är slumpen som gett ett visst utfall. Om man upprepar flera gånger och får samma resultat så kan det finnas en förklaring bakom det man ser, men om det blir olika varje gång så har slumpen en större inverkan.

Jämför de tre olika simuleringarna. Vilka resultat är stabila, det vill säga: vad är lika mellan de tre olika simuleringarna som du gjort? Vilka resultat verkar bero på slumpen? **Kommentar:** Anledningen till att man nu ska ha samma inställning på "glupskhet" (4 för både möss och insekter) hos både insekter och möss är att det ska kunna bli lite olika utfall: ibland kommer mössen få en större population, ibland insekterna - så det blir inte så att den ena arten konkurrerar ut den andra på ett tydligt sätt. I vissa körningar så dör fåglarna ut, och de gör det när populationen av möss blir relativt stor. Men när insektspopulationen fortsätter dominera (och populationen av möss aldrig kommer upp så högt - av slumpen) så överlever fåglarna. Mössen och insekterna är jämbördiga i konkurrensen av föda.

### Uppgift 5. Invasiva möss

Syftet med uppgiften är att eleverna nu lite mer fritt ska använda simuleringen för att pröva en hypotes. De ska förutsäga utfallet när mössen är mer glupska än insekterna. Den här uppgiften skulle kunna redovisas som en kort rapport.

Med de insikter de fått av övningarna innan (särskilt uppgift 3) så ska de fått stöd för att kunna formulera en hypotes om vad som borde bli utfallet om de ställer in en högre glupskhet hos mössen. Som språkstöd finns startmeningar (stödstrukturer):

**Frågeställning:** Vad händer med ekosystemets arter om mössen är mer glupska än insekterna?

**Formulera en hypotes:** När mössen är mer glupska än insekterna borde....(beskriv hur du tänker att gräs, insekter, möss, fåglar kommer att påverkas)

*Kommentar: exempelvis borde..mössen nå en högre populationsstorlek än insekterna....*

*för att.... (motivera hur du tänker) exempelvis för att..mössen är bättre på att ta in föda från gräset och kommer snabbare kunna föröka sig och bli fler än vad insekterna kan....*

Metoden ges i punktform som stöd men är inte så detaljerat beskrivet. Om eleverna har jobbat igenom flera uppgifter borde de veta hur man kan göra. Antingen låter man de köra igång rätt fritt för att testa hur det blir. Men uppmana gärna att det är viktigt upprepa simuleringen flera gånger - så att de är säkra på att det inte bara är slumpen som ger ett visst resultat.

Här finns möjlighet att lägga in en deluppgift med syfte att få eleverna att förstå betydelsen av en tydlig metodbeskrivning. Man kan diskutera frågan om hur ska vi göra simuleringarna så att vi kan jämföra olika körningar med varandra? Om man exempelvis arbetar tillsammans flera i en grupp och vi måste göra likadant. Man kan påminna om att forskare ofta jobbar i team. Och att de ibland vill testa om resultat från en annan forskargrupp verkligen stämmer, och då måste man ju försöka göra exakt så som de gjort förut för att kunna jämföra. Så hur ska vi kunna jämföra resultaten mellan två körningar? Kanske kan man välja samma metod som i tidigare uppgifter (kör 1000 tidssteg, lägg sedan till mössen, kör 1000 tidssteg till) eller göra på något annat sätt, men då upprepa på det sätt man bestämt sig för. Deluppgiften kan alltså vara att skriva ner metoden i punktform (så att en kompis kan upprepa precis det jag gjort).

För att dra slutsatser är det bra att ha upprepade körningar att analysera. Här behöver de kunna spara ner bilder från simuleringarna.

Fick du stöd för din hypotes eller visade simuleringarna något annat? Beskriv dina resultat och slutsatser. Finns några tänkbara förklaringar till det som händer i simuleringen? *Kommentar: Ju högre inställning man gör för mössens glupskhet desto snabbare försvinner populationerna för insekterna och fåglarna. Eleverna kan både sänka insekternas glupskhet och höja mössen - och de kommer säkert prova extrema skillnader. Något som kan vara bra att veta är att simuleringsmodellens inställningar gör att när man minskar insekternas glupskhet till väldigt lågt, så överlever de inte alls (när det närmar sig inställning 1 och lägre).*

## Uppgift 6. Förenklad modell - annat i verkligheten?

Här ska eleverna påminnas om att detta är en mycket förenklad modell och att ett naturligt ekosystem är mycket mer komplext. *Kommentar: Exempel på brister i modellen är t.ex. att alla djur kan klona sig (utan att behöva para sig), att det bara finns en sorts föda, att det inte finns fler djur som konkurrerar om födan.*

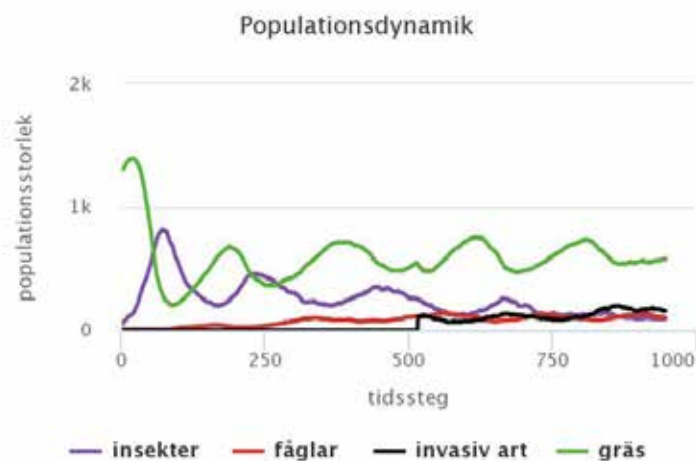
# Svarsförslag till uppgifter nivå 3

## Uppgift 1. Lär känna simuleringen

- Syftet med uppgiften är att förstå det som händer i simuleringen. Genom att sänka hastigheten på simuleringen ("model speed") går det att följa individuella ikoner för insekter och fåglar.
- Följ en fågel och se vad som händer med den för varje tidssteg. Kan du se att den äter en insekt? Försvinner fågeln? Delar den sig och blir två? Vad har hänt som gjort att fågeln försvann eller förökade sig? **Kommentar:** här kan man tipsa om att följa olika fåglar, kanske den första dör/försvinner och nästa förökar sig. Fåglar som befinner sig långt från insekter har större risk att dö ut (de hinner inte äta innan de förökar sig).
  - Klicka på "Starta/Pausa" för att pausa simuleringen. Studera grafen. Vad är det som gör att populationen av insekter ökar och minskar som den gör? **Kommentar:** kurvorna för gräset och insekterna följer varandra - när insekterna ökar äter det mer av gräset som då minskar, vilket sedan leder till mindre mat för insekterna som då blir färre igen.

## Uppgift 2. Mössen kommer!

- Här introduceras den invasiva arten. Syftet är att studera vilken effekt ytterligare en art har för ekosystemet.
- Följ vad som händer i grafen "Populationsdynamik" nu när den invasiva arten av möss har kommit in i ekosystemet. Varför blir det inte fler möss än vad det blir, det är ju en invasiv art? **Kommentar:** även mössen begränsas av mängd mat.
  - Klicka på "Starta/Pausa" för att stoppa simuleringen. Studera grafen noga. Påverkades populationen av insekter när mössen kom in i ekosystemet? Isåfall, hur och varför? **Kommentar:** konkurrens om mat gör att insekterna blir färre då både möss och insekter äter av markvegetationen. Grafen till höger visar ett exempel. De tre grå strecken i grafens övre högra hörn (i simuleringsvyn) ger alternativ för nedladdning av bilder av graferna.





## Uppgift 3 och 4. Vad händer när djuren äter mer?

- Syftet med uppgifterna 3 och 4 är att var för sig studera vad som händer när insekterna (uppgift 3) och mössen (uppgift 4) blir mer effektiva på att äta (mer glupska).
- Här är det bra att uppmana eleverna att upprepa simuleringarna flera gånger så att de får en övergripande bild av resultatet.
- Uppgifterna är formulerade som att eleverna i ord ska beskriva vad de observerar i graferna. En variation kan vara att istället instruera eleverna att spara ner och lägga in bilder på graferna i ett worddokument där de också kan skriv svar.

Blir det någon skillnad på hur graferna ser ut för populationerna av fåglar, gräs och möss, jämfört med tidigare? Kan du ge en tänkbar förklaring till det du observerat i grafen? **Kommentar: en högre inställning på hur effektivt arterna äter påverkar ganska mycket hur de förhåller sig till varandra - om det är stor skillnad mellan dem så kommer den ena (med lägst effektivt födointag) snabbt konkurreras ut.**

## Uppgift 5. Mössen äter mindre - vad händer?

- Syftet med denna uppgift är att övergå till ett mer eget utforskande med hjälp av simuleringen. Frågan som ställs är: Vad tror du händer om du ändrar så att mössen äter hälften av vad de åt från början (sänk "hur-effektivt-invasiva-arten-äter" till 2)?
- Eleverna ska här innan de simulerar igen formulera en hypotes som förutsäger vad som kommer hända i ekosystemet om den invasiva arten inte äter lika mycket som tidigare. Förslagsvis ska de skriva ner hypotesen (analogt eller digitalt).
- När eleverna ska använda simuleringen för att testa hypotesen är det här styrt att de ska ändra inställningen till 2. Detta kan vara en bra övergång från en helt styrd simulering till att öppna upp för att eleverna själva styr inställningarna som testas.
- Påminn om att de bör testa flera gånger med samma inställningar i simuleringen.

**Kommentar: När mössen äter mindre i förhållande till insekterna så påverkar de inte ekosystemet lika mycket längre. Det är snarare så att de kan konkurreras ut av insekterna i vissa lägen. I simuleringen är det balansen mellan hur mycket energi de får i sig mot hur mycket energi som krävs för att de ska föröka sig som påverkar resultatet.**

## Uppgift 6. Landskapets gräsytor halveras - vad händer?

- Syftet med denna uppgift är att flytta fokus till producenterna i ekosystemet - markvegetationen. Ändra så att "andel-markvegetation" halveras till 50%.
- a. Hur påverkas ekosystemet av att mängden gräs blir 50% mindre? **Kommentar: en mindre andel markvegetation minskar ekosystemets bärkraft, vilket innebär att det inte kommer överleva lika många insekter och möss som tidigare.**
- b. Testa att minska ännu mer - vad händer? **Kommentar: En alltför liten markvegetation ger ett skört ekosystem. Risk för utdöende ökar för djuren.**

# Uppföljande övningar

## Uppgift 7 - 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. **Kommentar: fortplantning hos djur kräver partners (inte som här där de förökas via kloning), slumpmässiga rörelser här jämfört med djur som har beteenden som gör att de snabbt hittar ett byte, genetisk variation som gör att olika individer har olika egenskaper finns inte med i simuleringen.**
- Det är bra att man kör om simuleringarna flera gånger - varför? **Kommentar: slumpen kan göra att det exempelvis dör ut en art nästan direkt i en körning, medan den överlever längre i en andra körning.**

## Uppgift 8 - Problemlösning i modellen

Syftet med denna uppgift är att i ytterligare ett steg öppna upp arbetet i simuleringsmodellen. Här ges förslag på frågeställningar, men eleverna får själva bestämma hur de ska ställa in de olika parametrarna för att testa det som händer (de designar en metod). Man kan lägga in att de även ska formulera en hypotes också innan de kör simuleringarna.

- Hur kan du göra för att få så stor population som möjligt av fåglar i ekosystemet? **Kommentar: fortplantningen för fåglarna kan ändras med reglaget "energinivå-för-fortplantning-fåglar".**
- Hur mycket kan mängden gräs i landskapet minskas utan att fåglarna dör ut?
- Hur kan du använda skogsbränder ("burn-down-the-grass") för att bli av med mössen?

## Uppgift 9 - En systematisk undersökning

Syftet med denna uppgift är att visa på möjligheten att använda simuleringar för att göra en systematisk undersökning. Förslag på arbetsgång:

- Formulera en 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 (de tre små strecken uppe till höger i grafen är en meny där du kan välja att ladda ner bilder, och även datafiler (CSV) som kan öppnas i excel).