

Excellfil med en arbetsbok för grundmodellen med data, formler och kopplade grafer

Lek med modell

– i Excel

Smittspridning kan modelleras på många sätt. Syftet med övningen är att med modeller i Excel skapa förståelse för hur smittkurvan (antal smittade under en infektion) kan påverkas av olika parametrar.

I SIR-modellen finns tre typer av individer i samhället: S, I och R. Innan epidemin slår till finns friska individer som dock kan bli infekterade, de kallas mottagliga (S från eng. *susceptible*). En infekterad individ (I) kommer efter en tid tillfriskna och kallas då för återhämtad (R från eng. *recovered*). En individ som tillfrisknat kan inte insjukna en andra gång (full immunitet uppnås i denna modell). I excellfilen finns två flikar: **Grundmodell** och **Intervention**.

I grundmodellen kan man ändra fyra olika parametrar (värden i gulmarkerade celler kan ändras, se bild till höger) och se effekten på smittkurvan i en graf (se bild ovan):

- Antal invånare i populationen ges i antal tusen personer (värdet 10 000 i modellen motsvarar 10 miljoner)
- Sjukdomens smittsamhet (infektionshastighet)
- Antalet individer som är sjuka från början (initialt infekterade)
- Tid för att bli frisk och smittfri (återhämtningsvärde)

F	G
Total population (antal tusen personer)	10000
Infektionshastighet	0,000034
Initialt infekterade	1
Återhämtningsvärde	0,1

I **Intervention** finns fler kolumner och möjlighet att variera fler parametrar vid olika tider:

- Hur **smittsam** sjukdomen är - sannolikhet för att en person blir sjuk som utsätts för smittämnet (påverkas av smittämne och immunsvaret).
- Sannolikhet för spridning från en individ till en annan (**överföring**).
- Vaccination (vid varje tid kan man styra hur % som vaccineras)

Varje rad nedåt motsvarar en vecka. Först ökar antalet insjuknade (I) och antalet mottagliga (S) minskar. Antalet sjuka minskar också med tiden med en viss sannolikhet (återhämtningsvärdet) och hamnar i gruppen återhämtade (R).

Förändringshastigheten i antalet S, I och R kan beskrivas med tre differentialekvationer (se bild till höger). Produkten av värdet för smittsamhet och överföring ger infektionshastigheten beta (β) och gamma (γ) är återhämtningsvärdet.

Differentialekvationer används ofta i biologisk modellering där hastigheten för förändringen i olika variabler påverkar varandra.

$$\frac{dS}{dt} = -\beta IS$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta IS - \gamma I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

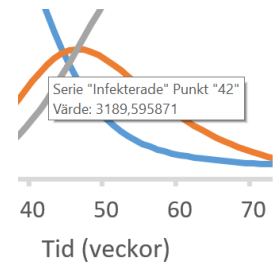


Fredrik Sundström, docent i biologi vid Uppsala universitet undervisar bland annat i kvantitativ biologi. Fredrik har tagit fram excel-modellen och gett förslag på hur vi kan använda den i undervisningen.



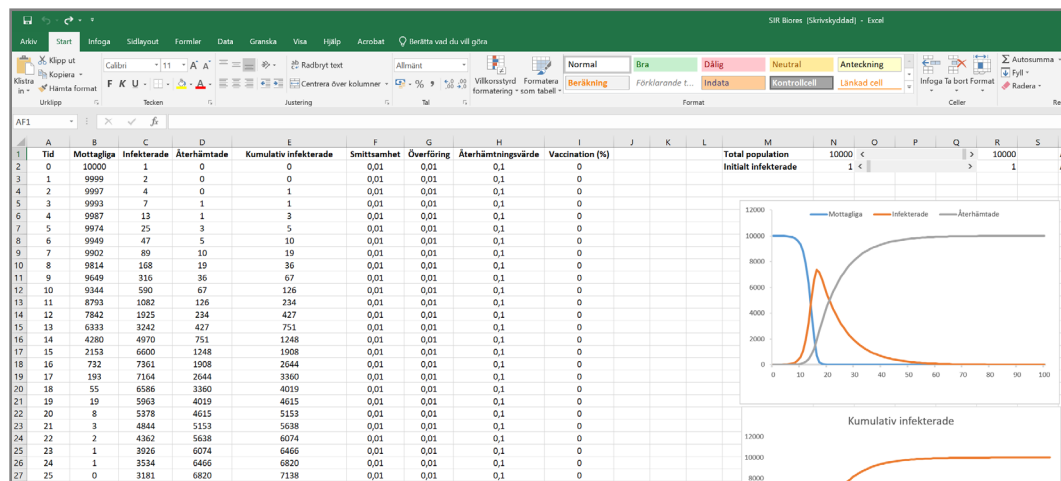
Grundmodellen

För att studera effekten av att förändra olika parametrar kan du dokumentera graferna i ett worddokument. Kopiera grafen genom att markera och klicka på ctrl+C och klistra in (ctrl+V) i ett dokument. Jämför grafer för att beskriva effekterna. Titta både på smittkurvans höjd (var ligger toppen med störst antal smittade?) och läget längs tidsaxeln (när uppnås toppen och när har sjukdomen klingat av?). Om man för muspekaren över kurvan så kan man se vilka värden som olika punkter på kurvan har. I bilden till höger visas att det efter 42 veckor var ca 3200 infekterade.



Uppgifter

1. Hur påverkas smittkurvan av antalet smittade i början? Ändra antalet initialt infekterade till 10 respektive 100 och studera vilken effekt det får på smittkurvan.
2. Hur påverkas smittkurvan av hur lätt människor återhämtar sig? Jämför exempelvis värden på 0.05, 0.1 och 0.5.
3. Hur stor effekt har en dubblad infektionshastighet på smittkurvan?



Intervention

Här finns möjlighet att variera fler parametrar. I grundmodellen varierades det man kallar infektionshastighet. Den motsvaras av produkten mellan smittsamhet och överföring som här går att ändra genom att gå in vid någon tidpunkt (välj en rad) och manuellt ändra värden. Tid har ingen specifik enhet inlagd men kan räknas som veckor. Modellen är begränsad till 100 tidssteg (100 rader). Startvärdena för smittsamhet och överföring är 0.01 och återhämtningsvärdet till 0.1. Bekanta dig först med modellen genom att gå igenom de olika kolumnerna:

- Mottagliga (S) har en startpopulation (i ruta B2) på max 10000 personer. Kan ändras manuellt eller med "reglaget" högst upp till höger i bilden ovan (under kolumnen OPQ).
- Infekterade (I) har ett startvärdet i ruta C2 (max 100) som kan ändras manuellt eller med "reglaget" under OPQ-kolumnen.
- Värden för S, I och R beräknas med formler som syns om du ställer dig på en cell (ruta).
- "Kumulativt infekterade" summerar alla som hittills blivit smittade.
- Vaccinationen motsvarar % av den mottagliga populationen som vaccineras.

TIPS: när du ändrat ett värde och vill gå tillbaka eller ångra det du ändrat: använd ctrl+Z.



Förslag på uppgifter

Förslagen på uppgifter till modellen Intervention kan delas upp så att olika elever/elevgrupper gör olika uppgifter som de sammanställer och presenterar för varandra. Graferna kan enkelt kopieras och klistras in i powerpoint och användas som underlag för redovisning.

Uppgifterna kan ligga till grund för en allmän diskussion kring vilka råd kan man ge till samhället för att begränsa smittspridningen och hindra en hög topp på smittkurvan som kan orsaka överbelastning i sjukvården. Ett förslag med ett mer öppet "case" där uppdraget är att hålla smittkurvan nere presenteras i rutan längst ned.

1. Hur påverkas smittkurvan av antalet som smittas i det första skedet? Ändra antalet som är sjuka från början i cell R2 (eller med reglaget) till 1, 10 eller 100. Vad händer med smittkurvas utseende när antalet ökas?
2. Är det skillnad på effekten av vaccination om den sker tidigt eller sent i förloppet? Jämför effekten på smittkurvorna av 50% vaccinationsgrad under vecka 5 respektive vecka 15.
3. Hur stor påverkan kan människors förmåga att hålla avstånd ha på smittkurvan? Variera parametern "överföring" och minska från 0.01 till lägre värden, förslagsvis 0.005 (sannolikheten för överföring halveras genom större avstånd). Jämför effekten av att lägga in en sådan beteendeförändring vecka 5 jämfört med vecka 15.
4. Evolution av smittämnen (virus/bakterier/parasiter) kan leda till en ökad eller minskad smittsamhet. Mutationer sker hela tiden. Om en mutation leder till ökad chans för att smittämnet hittar en ny värd så ökar också chansen för långsiktig överlevnad (ökad fitness). Jämför effekt på smittkurvas utseende av att det under vecka 5 sker en mutation som antingen dubblar eller halverar smittsamhetsvärdet? Modellen justerar så att mutationen bibehålls i raderna under.
5. Om det finns en behandling med blodplasma eller medicin som hämmar smittämnet kan det snabba på återhämtningen. För att pröva effekten av behandling kan du variera värdena i kolumnen för återhämtningsvärde. Vad händer med smittkurvan om man inför en behandling som dubblar återhämtningsvärdet vecka 10?
6. Vad händer om de som insjuknat och återhämtat sig förlora sin immunitet och kunna bli sjuka igen? Diskutera tänkbara effekter. OBS! För att lägga in en sådan förändring krävas att man justerar formlerna i arbetsbladet.
7. R-värdet motsvarar hur många som i genomsnitt blir smittade av varje infekterad person. Kan du använda modellen för att ta reda på R?

Stabilisera läget i Gogo - annars kraschar sjukvården

Du är epidemiolog och ingår i en grupp som ansvarar för hälsan i samhället Gogo. En ny smittsam sjukdom har dykt upp i samhället och ni måste hitta strategier för att förhindra att smittkurvan i samhället inte når en topp högre än 2000 individer. Över den nivån är det omöjligt att ge vettig vård till invånarna i Gogo.

Vilka åtgärder kan sättas in för att begränsa smittan?

Föreslå tre olika strategier och visa med modellen att målet kan nås teoretiskt. Jämför alternativen utifrån risker, etiska och ekonomiska perspektiv för individ och samhälle. Diskutera tänkbara svårigheter att följa åtgärderna och pröva dem i modellen för att se om det går att ytterligare förstärka åtgärdsförslagen för att öka sannolikheten att målet nås.

Tips!

Läs artiklar om pandemier och immunförsvaret i Bi-lagan nr 3 2020. Övningar på tema Covid-19 finns samlade på vår webbplats: <https://bioresurs.uu.se/resurser/kropp-och-halsa/covid-19>