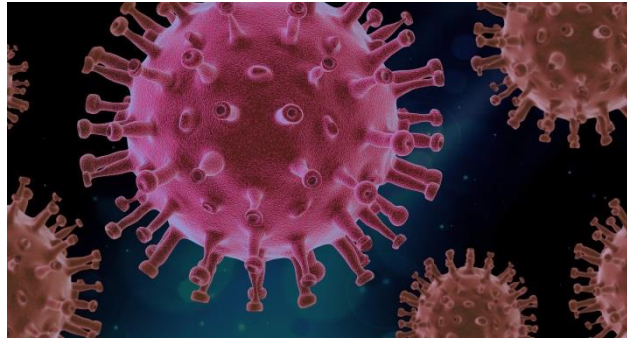




# Modellering av smittspridning och vaccination



Bildkälla: Pixabay

Tänk dig ett scenario där en ny infektionssjukdom, i detta fall en influensa, börjar sprida sig.

Epidemiologer samlar in data som de använder i matematiska modeller och försöker på så sätt beräkna spridningen av viruset.

$R_0$  = Reproduktionsnummer, definieras som det genomsnittliga antalet personer som en infekterad person smittar i en population som helt saknar immunitet.

$R_0$  beräknas enligt formeln:

$$R_0 = (k) \times (d) \times (p)$$

k=antal kontakter en person har per dag

d=antal dagar man är smittsam

p=sannolikheten för överföring av smitta vid kontakt

Den influensa som börjar spridas beräknas ha följande värden:

$$k=15,7$$

$$d=7$$

$$p=1/50$$

1. Beräkna  $R_0$
2. Ett värde på  $R_0 < 1$  kommer inte leda till en epidemi. Om däremot  $R_0 > 1$  ger det en indikation på att en epidemi eller pandemi är möjlig. Förklara varför.



3. I andra delar av världen beräknas  $R_0$  för samma sjukdom ha andra värden.

I det ena fallet har epidemiologerna beräknat

$$R_0 = 1,88$$

$$k = 13,4$$

$$d = 7$$

$$p = 1/50$$

och i det tredje fallet

$$R_0 = 1,43$$

$$k = 10,2$$

$$d = 7$$

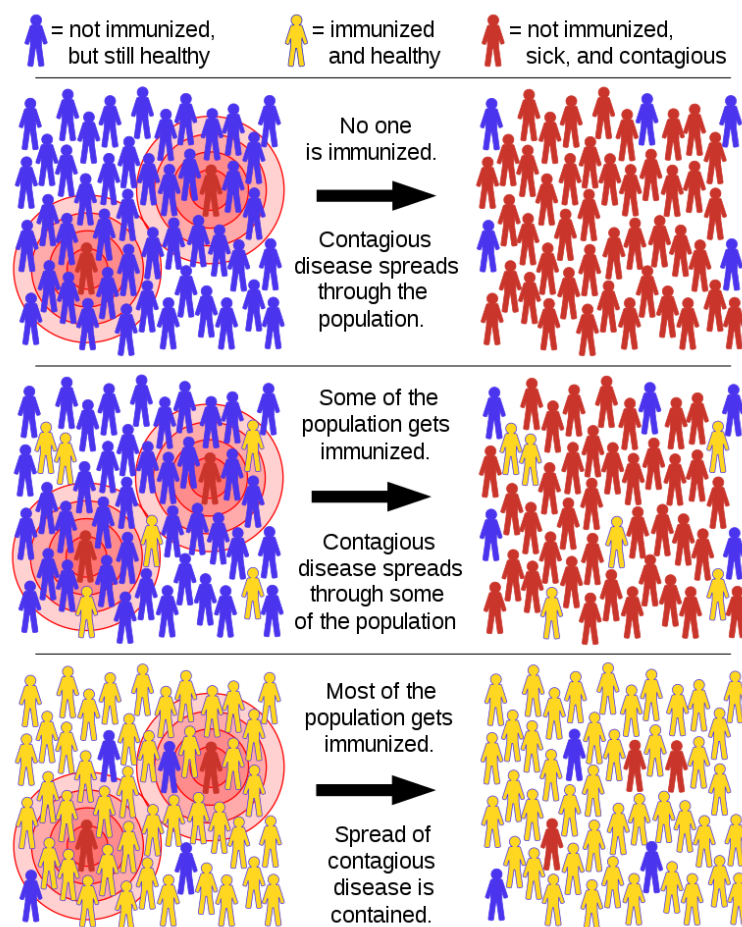
$$p = 1/50$$

4. Fundera ut orsaker till att beräkningarna av  $R_0$ -värdet skiljer sig, förklara.

$R_0$  för de olika världsdelarna (scenarierna) är sammanställda i tabellen nedan:

	Scenario A	Scenario B	Scenario C
$R_0$	<b>2.20</b>	<b>1.88</b>	<b>1.43</b>

För att världens befolkning ska skyddas från att en epidemi ska utvecklas till en pandemi, behöver en del av befolkningen bli immun mot viruset. Detta kallas för att populationen uppnår *flockimmunitet* och innebär att en tillräckligt stor andel av befolkningen är immun så att viruset har svårt att hitta nya smittvägar och smittspridningen därför klingar av.



Översta boxen visar hur en smittsam sjukdom sprids av smittade personer (röda) i en population med friska icke-immuna personer (blåa). Smittan sprids i populationen. Mellersta boxen visar hur smitta kan spridas fast några personer är immuna (gula). Nedersta boxen visar hur smittan inte sprids vidare så mycket, när tillräckligt många är immuna mot smittan. I de översta två exemplen blir de flesta icke-immuna friska personerna smittade, medan i nedersta exemplet blir endast ca en fjärdedel smittade. Bildkälla: Wikipedia

Hur stor andel av populationen som behöver vara immun för att förhindra en spridning i befolkningen beror till stor del på smittsamheten av sjukdomen. Den andel av befolkningen som behöver vara immun för att flockimmunitet ska uppstå benämns  $I_c$ . Om exempelvis  $I_c$  är 0,5 betyder det är 50% av populationen behöver vara immun för att förhindra smittspridning.

$I_c$  beräknas enligt formeln:

$$I_c = 1 - 1/R_0$$

5. På vilka olika sätt kan en person bli immun mot en sjukdom?



6. För varje scenario, beräkna  $I_c$ .

Om flockimmunitet ska uppnås *utan* att människor blir sjuka behövs ett vaccin mot sjukdomen. Det är dock så att vaccinet kan ha olika effektivitet. För att värdet på flockimmuniteten som du beräknat ovan ska stämma behöver vaccinet ha 100% effektivitet. Den faktiska proportionen av vaccinationer som leder till immunitet bestäms av vaccinets effektivitet,  $E$ . Genom att använda vaccinets effektivitet, kan man beräkna den minsta andelen i en befolkning som behöver vaccineras för att undvika en pandemi. Detta värde kallas för den kritiska vaccinationsnivån,  $V_c$ .

$V_c$  beräknas enligt formeln:

$$V_c = I_c / E$$

$I_c$  = flockimmunitetsvärdet

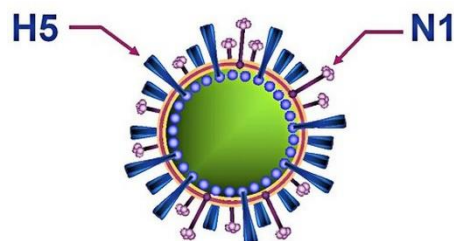
$V_c$  = kritiska vaccinationsgraden

$E$  = vaccinets effektivitet

7. Vi antar att ett vaccin produceras med effektiviteten,  $E = 0.65$ . Beräkna  $V_c$  för de olika scenarierna och fundera på för vilket av scenarierna det skulle vara lättast respektive svårast att stoppa spridningen? Varför?

När ett nytt virus börjar sprida sig bland människor är det svårt att få fram ett vaccin i tid. Man vet att just fågelinfluensor utgör ett möjligt hot att utvecklas till pandemier och man försöker därför undersöka möjliga fågelinfluensor som skulle kunna orsaka pandemier. Vid vissa tillfällen kan man producera vaccin mot potentiellt farliga virus som sedan lagras. På så sätt kan man snabbare vaccinera människor vid ett utbrott.

Anta att utbrottet orsakas av fågelinfluensan H5N1. Ett vaccin togs fram flera år tidigare med en effektivitet på 0,65. När man nu undersöker effektiviteten är den bara 0.35.





8. Förklara varför vaccinets effektivitet blivit lägre.
9. Beräkna den kritiska vacciationsgraden,  $V_c$ , för H5N1 för de olika scenarierna.
10. Vad innebär ett värde på  $V_c > 1$ ?
11. Om du var epidemiolog vid ett utbrott av H5N1 och  $V_c$  överstiger 1, vad skulle du rekommendera för åtgärder i samhället? Förklara.
12. Alla värden som du har beräknat är **teoretiska** värden. Tänk dig att du är epidemiolog och det visar sig att beräkningarna av antalet som förväntats bli smittade inte stämmer överens med verkligheten. Ange några orsaker till detta.

$R_E$  (effektivt reproduktionsnummer) definieras som det genomsnittliga antalet personer som en infekterad person smittar i en population som har viss immunitet eller där man genomför åtgärder mot smittspridning. Till skillnad från  $R_0$  tar  $R_E$  hänsyn till immunitet som personer får efter att ha varit infekterade och andra åtgärder, exempelvis vaccination eller karantän av smittade personer.

13. Kommer  $R_E$  vara konstant under en epidemi eller pandemi? Förklara.
14. Vad innebär värden på  $R_E > 1$  respektive  $R_E < 1$ ? Förklara.