



Toepassingen van de wiskunde:



**Onderzoek  
naar een  
virusuitbraak**

**uitwerkingen**



# Inhoud

1.	Wel of geen uitbraak?	3
2.	Een uitbraak beschrijven	4
3.	Bron- en contactonderzoek	5
4.	Model van een uitbraak	6
5.	Variaties op het SIR-model	7
6.	Communicatie en maatregelen	9
7.	Hygiënemaatregelen	10
8.	Quarantaine en isolatie	12
9.	Een perfect vaccin	13
10.	Vaccinatie met gedeeltelijke bescherming	14
11.	Groepsimmunitet	15
12.	Voor altijd immuun?	17

# 1. Wel of geen uitbraak?

## Opdracht 1a

- Sinds wanneer zijn de leerlingen ziek?
- Welke klachten hebben de leerlingen? Hebben ze allemaal dezelfde klachten of verschilt dit?
- Zijn de leerlingen met elkaar in contact geweest voordat ze ziek werden?

## Opdracht 1b

In de klas:  $(6 / 24) \times 100 = 25\%$

In de hele school:  $(54 / 832) \times 100 = 6,5\%$

## Opdracht 1c

Nee, het percentage zieken in de klas ligt weliswaar een stuk hoger dan het percentage in de rest van de school. Maar het is nog steeds niet duidelijk of alle ziektegevallen in de klas aan elkaar gerelateerd zijn.

## Opdracht 2a

- Soms lijken de symptomen van verschillende ziekten erg op elkaar en is er dus geen onderscheid te maken.
- Tegenwoordig bestaan er laboratoriumtests om ziekten van elkaar te kunnen onderscheiden. Vroeger waren die er nog niet.

## Opdracht 2b

Spaanse griep:

$(30.000.000 / 500.000.000) \times 100 = 6\%$

SARS:

$(774 / 8.000) \times 100 = 9,7\%$

Mexicaanse griep:

$(13.763 / 260.000) \times 100 = 5,3\%$

MERS:

$(666 / 1.879) \times 100 = 35,4\%$

COVID-19:

$(1.045.000 / 35.512.000) \times 100 = 2,9\%$

## Opdracht 2c

Nee, want deze informatie is incompleet. Je zou bijvoorbeeld ook willen weten hoeveel mensen er ernstig ziek worden na infectie en hoeveel mensen alleen lichte klachten krijgen. Het aantal dodelijke slachtoffers is een indicatie voor de ernst van een epidemie, maar zeker niet de enige factor om rekening mee te houden.

## Opdracht 3a

Layla en Tessa waren al eerder ziek dan Stan en hebben bovendien last van andere symptomen (buikpijn en diarree). Steven waarschijnlijk ook niet, want die was donderdag al ziek en heeft alleen koorts.

## Opdracht 3b

Peter en Romeo. Zij hebben beide, net als Stan, last van spierpijn en werden in dezelfde periode ziek.

## Opdracht 3c

Door gebruik te maken van een laboratoriumtest.

## 2. Een uitbraak beschrijven

### Opdracht 1a

Patiënt 4.

Uitleg van de aanwijzingen:

- Stan is niet de patiënt met virus B: welke patiënt komt precies overeen met virus B? ÷Patiënt 3
- Stan heeft een nog onbekend virus onder de leden: de virussen A, B en C zijn bekend. Bij welke patiënten ziet het virus er anders uit? Patiënt 1 en 4 (patiënt 5 was al gevallen).
- Er zitten geen stukjes van virus A in het monster van Stan: bij welke patiënt herken je onderdelen van virus A, bijvoorbeeld de dikke streep in het midden? Dit is bij patiënt 1. Patiënt 4 blijft dus over.

### Opdracht 1b

Het genetisch materiaal is een combinatie van twee virussen. De nieuwe virussen zijn dus ontstaan door een vermenging van twee bekende virussen.

### Opdracht 2a

Deze beweringen zijn waar:

- Buikpijn en braken kwamen op school ongeveer even vaak voor als op de game-bijeenkomst.
- Spierpijn is de voornaamste klacht bij bezoekers van de game-bijeenkomst.

### Opdracht 2b

Waarschijnlijk heeft Stan het virus opgelopen bij de game-bijeenkomst. Daar zijn duidelijk meer mensen met spierpijnklachten dan op de andere locaties.

### Opdracht 2c

Bij het barbecuefeest kwam vooral veel buikpijn, braken en diarree voor. Waarschijnlijk hebben mensen daar een voedselvergiftiging opgelopen door vlees dat niet goed gaar was.

### Opdracht 3

Verwekker:

een nieuw virus. Je mag zelf een naam verzinnen voor dit nieuwe virus.

Besmettingsweg:

via de lucht en via oppervlakten

Incubatietijd:

een aantal uren tot dagen

Besmettelijke periode:

dit is onbekend. Patiënten zijn in ieder geval besmettelijk voor anderen op het moment dat er koorts ontstaat.

Symptomen:

vermoeidheid, spierpijn, koorts

## 3. Bron- en contactonderzoek

### Opgdracht 1a

$(42 + 21 + 35 + 15) / 4 = 28,25\%$  van de bezoekers

### Opgdracht 1b

In grafiek 1 kun je zien in welke groepen het vaakst klachten voorkomen, namelijk bij mannen en vrouwen tot 20 jaar. In grafiek 2 kun je zien dat er ongeveer evenveel mensen van 13 tot 20 als van 21 jaar en ouder aanwezig waren op de game-bijeenkomst. Veruit de meeste besmettingen vinden echter plaats in de leeftijdscategorie van 13 tot 20. De tweede grafiek geeft dus meer informatie dan de eerste grafiek.

### Opgdracht 1c

Nee. Het percentage mannelijke patiënten op de game-bijeenkomst ligt op bijna 80%, maar er waren ook veel meer mannelijke dan vrouwelijke bezoekers op de game-bijeenkomst. Op basis van deze informatie is dus niet te voorspellen welke groep vatbaarder is als je het virus zou loslaten op een standaard populatie.

### Opgdracht 2a

$(3,5 \times 105) / 100 = 3.500 \times 2 = 7.000$   
virusdeeltjes sterven er per uur.

$(3,5 \times 105) / 7.000 = 50$  uur voordat alle virusdeeltjes dood zijn.

### Opgdracht 2b

$(3,5 \times 105) - 50.000 = 300.000 / 7.000 = 42,9$   
uur blijft de deurklink besmettelijk

### Opgdracht 2c

$(3,5 \times 105) / 100 = 3.500 \times 3,5 = 12.250$   
virusdeeltjes sterven er per uur. Als er minder dan 50.000 virusdeeltjes zijn is de deurklink niet meer besmettelijk.  $(3,5 \times 105) - 50.000 = 300.000 / 12.250 = 24,5$  uur.

### Opgdracht 3a

Hier zijn heel veel antwoorden goed. Voorbeelden waar je aan kunt denken:

- Onderzoek
- Uitbraak
- (Infectie)ziekte
- Wiskunde
- Epidemie
- Virus

### Opgdracht 3b

Een epidemioloog houdt zich bezig met het bestuderen van (infectie)ziekten bij de mens.

## 4. Model van een uitbraak

### Opdracht 1a

Oranje = genezen ( $R$ )

Blauw = vatbaar ( $S$ )

Groen = besmettelijk ( $I$ )

### Opdracht 1b

De groene lijn; besmettelijk ( $I$ ). Het aantal besmettelijke mensen bepaald namelijk of een uitbraak uitdooft of zich juist verder ontwikkeld.

### Opdracht 1c

Kijk naar de rechterkant van de grafiek. Uiteindelijk zijn alle mensen genezen (oranje lijn) en zijn er geen vatbare mensen meer (blauwe lijn). Dit kan overigens wel een hele tijd duren.

### Opdracht 2a

$a$  is de snelheid waarmee mensen van de groep vatbaar naar de groep besmettelijk gaan. In zes dagen tijd daalt het aantal vatbare mensen met 150 en stijgt het aantal besmettelijke mensen met 97.

$$\frac{dS}{dt} \text{ is dus } 150 / 6 = 25$$

De formule wordt dan:

$$25 = -a (150 \times 97) = 0,0017$$

### Opdracht 2b

$b$  is de snelheid waarmee geïnfecteerde mensen herstellen. In zes dagen tijd stijgt het aantal genezen mensen van 0 naar 53.

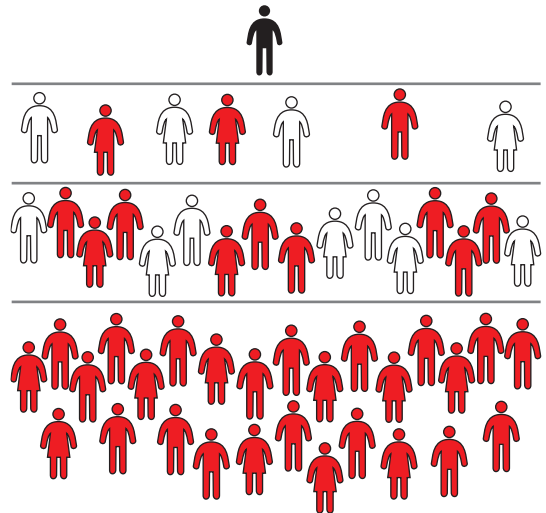
$$\frac{dR}{dt} \text{ is dus } 53 / 6 = 8,83$$

De formule wordt dan:  $8,83 = b \times 97 = 0,09$

### Opdracht 2c

$$13,47 = 0,0017 (404 \times I) = 19 \text{ mensen}$$

### Opdracht 3a



### Opdracht 3b

Tijdstip 0: 2 besmettelijke personen

Tijdstip 1:  $2 \times 16 = 32$  besmettelijke personen

Tijdstip 2:  $32 \times 16 = 512$  besmettelijke personen

Tijdstip 3:  $512 \times 16 = 8.192$  besmettelijke personen

Tijdstip 4:  $8.192 \times 16 = 131.072$  besmettelijke personen

Tijdstip 5:  $131.072 \times 16 = 2.097.152$  besmettelijke personen

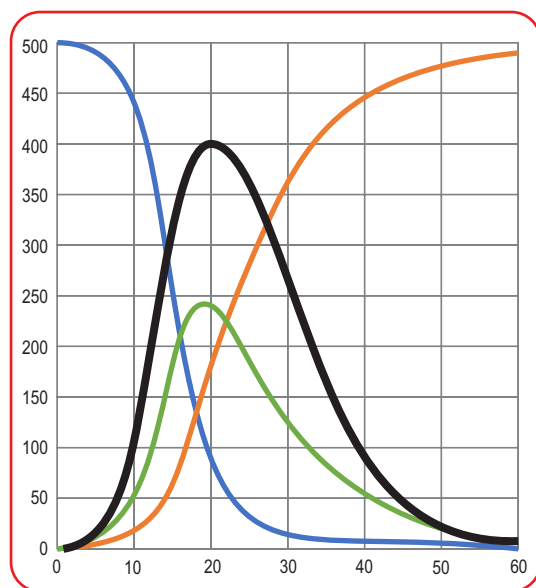
### Opdracht 3c

De snelheid  $b$  moet omhoog, zodat besmettelijke mensen sneller naar de groep genezen gaan.

## 5. Variaties op het SIR-model

### Opdracht 1a

De zwarte lijn in de grafiek hieronder is voor de groep blootgesteld. Deze loopt ongeveer gelijk met die van de groep besmettelijk,



maar de piek ligt hoger.

### Opdracht 1b

$$\frac{dS}{dt} = -aSI - dE$$

Er komen minder vatbare mensen, omdat ook vatbare mensen door blootgestelde mensen naar de groep besmettelijk verplaatsen.

$$\frac{dE}{dt} = aSI - cE + dE$$

Vatbare mensen die met blootgestelde mensen in contact komen, komen zelf ook terecht in de groep blootgesteld.

### Opdracht 1c

De persoon die vooraan staat. Die staat het dichtst bij de besmettelijke bron en heeft bovendien geen 'wapens' om zich tegen ongewenste virusdruppeltjes te beschermen.

### Opdracht 2a

- Omvang van de kwetsbare populatie
- Het soort griepvirus dat rond gaat
- Beschikbaarheid van een behandeling of vaccin

### Opdracht 2b

Bekijk het verschil tussen de rode en de oranje lijn. Bij de piek gaat het om een sterfte van 6 op de 100.000 inwoners die niet verklaard wordt door corona.

### Opdracht 2c

Voorbeelden van verklaringen zijn:

- Niet alle coronagevallen zijn bevestigd. Zeker in het begin van de uitbraak is niet iedereen getest
- Mensen zijn overleden aan andere ziekten, bijvoorbeeld 'gewone' griep

### Opdracht 3a

Groen = besmettelijk (I)

Blauw = vatbaar (S)

### Opdracht 3b

Aan het begin van een uitbraak is iedereen vatbaar en raken er steeds meer mensen besmet. Mensen die al besmet zijn, kunnen op dat moment niet door een ander besmet worden. Dit gebeurt pas weer op het moment dat iemand die besmet is weer terecht is gekomen in de groep vatbaar. Daardoor ontstaat er op een gegeven moment een evenwicht, waarbij een deel van de bevolking vatbaar is en een deel besmettelijk.

### Opdracht 3c

Aan het begin van de uitbraak zijn er 3 kinderen besmet. Die steken in zeven dagen tijd  $3 \times 3 = 9$  andere kinderen aan. De 3 kinderen die na twee dagen worden aangestoken steken ook nog  $3 \times 2 = 6$  kinderen aan. 3 daarvan steken op dag vier ook nog 3 kinderen aan. De 3 kinderen die op dag vier worden aangestoken steken ook nog  $3 \times 1 = 3$  kinderen aan. Het totaal aantal aangestoken kinderen binnen een week is dus  $9 + 6 + 3 + 3 = 21$ . In een week zijn er ook alweer kinderen genezen, namelijk de 3 waarmee de uitbraak begon en de 3 die op dag twee werden aangestoken.  $21 - 6 = 15$  kinderen zijn er verkouden na een week.



## 6. Communicatie en maatregelen

### Opdracht 1a

Isolatiemaatregelen, want die voorkomen dat mensen bij elkaar in de buurt komen. Veel virussen worden pas overgedragen op het moment dat mensen dicht bij elkaar komen. Dat is een van de redenen dat griep vooral in de winter voorkomt. Dan zitten we met zijn allen meer binnen en wordt er minder geventileerd.

### Opdracht 1b

Bram:  $(2 + 5 + 5 + 3 + 4) / 5 = 3,8$

Lisa:  $(1 + 3 + 2 + 3 + 2) / 5 = 2,2$

### Opdracht 1c

Bram:  $3,8 \times 0,02 = 0,076\%$

Lisa:  $2,2 \times 0,02 = 0,044\%$

### Opdracht 2a

Kijk naar de piek van de grafiek:  
 $(4,3 \times 10^5) - (3,9 \times 10^5) = 40.000$   
besmettingen worden er voorkomen door tijdige behandeling.

### Opdracht 2b

$(40.000 / 430.000) \times 100 = 9,3\%$  van de infecties.

### Opdracht 2c

Dit is een schatting, dus alles is goed. Wat denk je, zullen isolatiemaatregelen en vaccinatie meer of minder besmettingen voorkomen dan behandeling?

### Opdracht 3a

Griep:  $R_0 = 1 + rT$ .  $r = 0,29$  en  $T = 3$  dagen.

Dus  $R_0 = 1 + (0,29 \times 3) = 1,87$

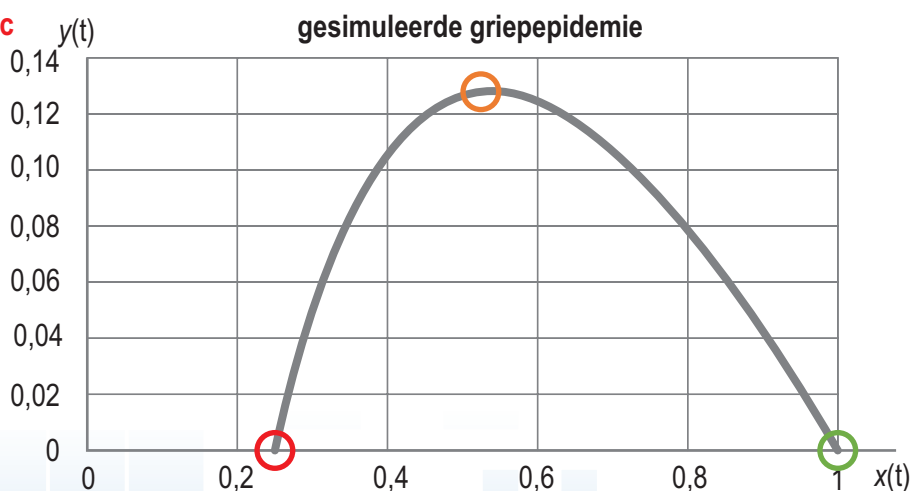
Varkenspest:  $R_0 = 1 + rT$ .  $r = 0,55$  en  $T = 70$  dagen. Dus  $R_0 = 1 + (0,55 \times 70) = 39,5$

### Opdracht 3b

$1 / 11$  deel van  $16.000.000 =$  vatbaar. Dit komt neer op  $1.454.500$  mensen.

De  $R_0$  van griep is  $1,87$  (opdracht a), dus er raken steeds meer mensen besmet. Het keerpunt ligt bij ongeveer  $0,5$ , dus  $50$  dagen. Er is dan ongeveer een fractie van  $0,13$  besmet geraakt.

### Opdracht 3c



## 7. Hygiënemaatregelen

### Opdracht 1a

Blijkbaar is er een verschil in hygiëne tussen beide afdelingen. Dat kan komen doordat op de vroedvrouwenafdeling de hygiëne hoger is dan op de medische afdeling. Of doordat op de medische afdeling de hygiëne lager is dan op de vroedvrouwenafdeling. Dat laatste is het meest waarschijnlijk. Studenten van de medische afdeling zien allerlei patiënten en verplaatsen zich meer over afdelingen dan de vroedvrouwen.

### Opdracht 1b

Je kunt beide afdelingen verdelen in twee groepen: een groep die alleen op de eigen afdeling blijft en een groep die ook op andere afdelingen patiënten gaat behandelen. Als de theorie bij opdracht a klopt, zal je dan het verschil tussen de groepen zien verdwijnen. Een andere mogelijkheid is om hygiënemaatregelen te introduceren op de medische afdeling. Ook dan zal het verschil tussen de groepen verdwijnen.

### Opdracht 2a

$(160/60) \times 5 = 13,3$  km

### Opdracht 2b

Nee, want de deeltjes worden op allerlei manieren afgeremd zodra ze de neus hebben verlaten. Wind is bijvoorbeeld van invloed, maar ook neerslag. Bij regen komen virusdeeltjes veel sneller op de grond terecht en verspreiden ze helemaal niet zo ver.

### Opdracht 2c

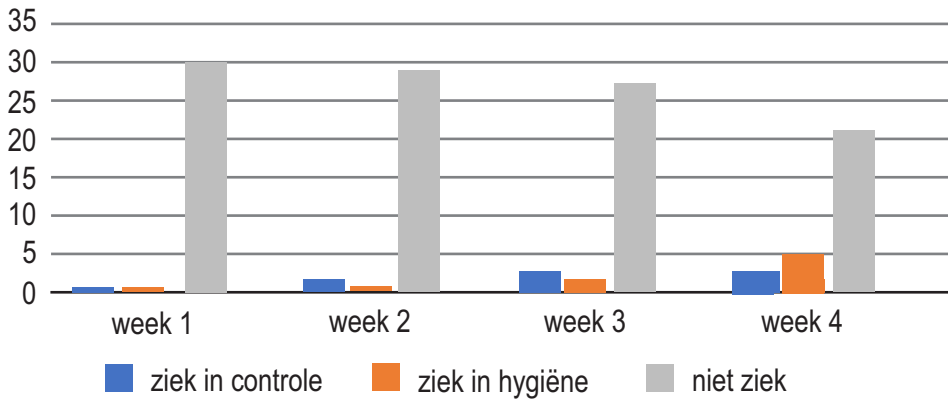
$(4,0 \times 10^6) / 100 \times 15 = 600.000$  virusdeeltjes worden tegengehouden door de zakdoek. Dit zijn er minder dan  $1,5 \times 10^6$ , dus een zakdoek helpt niet om infectie te voorkomen.

### Opdracht 2d

$(4,0 \times 10^6) / 100 \times 32 = 1.280.000$ . Dit is bijna voldoende, maar nog steeds net iets minder dan  $1,5 \times 10^6$ , dus ook een mondkapje voorkomt niet alle infecties.

### Opdracht 3a

experiment van Jip



### Opdracht 3b

week	ziek in controlegroep	ziek in hygiënegroep
1	1	1
2	2	1
3	3	2
4	6	5

### Opdracht 3c

Kijk naar de totale hoeveelheid zieken in 4 weken. In de controlegroep is dat  $(1 + 2 + 3 + 6) / 4 = 3$  zieken per week.  $(3 / 32) \times 100 = 9,4\%$  kans om ziek te worden in de controlegroep.

In de hygiënegroep werden in 4 weken tijd 9 leerlingen ziek. Dat zijn  $9 / 4 = 2,25$  zieken per week.  $(2,25 / 32) \times 100 = 7,0\%$  kans om ziek te worden.

## 8. Quarantaine en isolatie

### Opdracht 1a

Dat vooral leeftijdsgenoten elkaar besmetten. Dat kun je zien aan de dikke stippen die diagonaal over de grafiek verdeeld zijn.

### Opdracht 1b

Dit zijn de groepen waar onderling veel besmettingen voorkomen:

70 – 90 jaar

50 – 65 jaar

25 – 40 jaar

### Opdracht 1c

70 – 90 jaar: hebben vaak zorg/hulp nodig van anderen en zijn daardoor lastig in volledige quarantaine te plaatsen. Eenzaamheid ligt op de loer.

50 – 65 jaar: zijn nog in de werkzame leeftijd, dus quarantaine van deze groep kan grote economische gevolgen hebben.

25 – 40 jaar: in deze groep zitten veel ouders met (jonge) kinderen. Aangezien de kinderen niet in quarantaine gaan, is het lastig om de ouders in quarantaine te plaatsen. Bovendien geldt ook hier dat quarantaine grote economische gevolgen kan hebben.

### Opdracht 2a

Controleer je schatting met de grafiek.

### Opdracht 2b

Kijk weer naar de piek van de grafiek.

$$(4,3 \times 10^5) - (3,5 \times 10^5) = 80.000$$

besmettingen worden er voorkomen door isolatiemaatregelen. Dat is  $(80.000 / 430.000) \times 100 = 18,6\%$  van de infecties.

### Opdracht 2c

Hier is niet echt een goed of fout. Welke afwegingen vind jij belangrijk bij het in quarantaine plaatsen van groepen?

### Opdracht 3a

Aantal zieken per week isolatie:

$$(2 + 3 + 4 + 5) / 4 = 3,5$$

Aantal zieken per week geen isolatie:

$$(2 + 5 + 9 + 13) / 4 = 7,25$$

Aantal besmette contacten isolatie:

$$(1 + 2 + 1 + 2) / 4 = 1,5$$

Aantal besmette contacten geen isolatie:

$$(3 + 4 + 7 + 11) / 4 = 6,25$$

### Opdracht 3b

Het aantal contacten per dag (c) kan hij afleiden uit de grafieken. Hij mist het percentage vatbare mensen in de bevolking, de kans op overdracht en de infectieuze periode.

### Opdracht 3c

$$\text{Isolatie: } R = 2 \times 0,8 \times 0,1 \times 3 = 0,48$$

$$\text{Geen isolatie: } R = 9 \times 0,8 \times 0,15 \times 3 = 3,24$$

### Opdracht 3d

In de groep isolatie is R al onder 1 en dooft de uitbraak uit. In de groep geen isolatie moet het aantal contacten omlaag om R onder 1 te krijgen. De formule wordt dan  $1 = c \times 0,8 \times 0,15 \times 3 = 2,7$ .

Als mensen hun contacten beperken tot 2 per dag sterft de uitbraak uit.

## 9. Een perfect vaccin

### Opdracht 1a

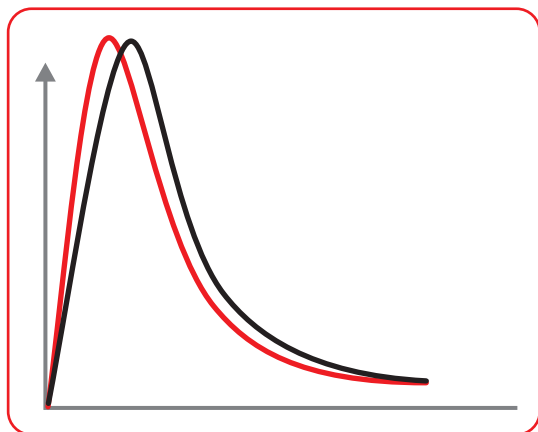
Baby's krijgen bij de geboorte beschermende antistoffen mee van hun moeder. Daardoor zijn ze de eerste maanden beschermd.

### Opdracht 1b

2 infecties, want van beide antistoffen zijn twee pieken zichtbaar in de grafiek.

### Opdracht 1c

Beide lijnen lopen ongeveer gelijk en laten één piek zien, vlak na vaccinatie.



### Opdracht 1d

Ja. Bij sommige virussen is het zo dat je meermaals besmet kunt raken met hetzelfde virus. Dus ook als je het virus al hebt gehad of gevaccineerd bent. Meestal wordt je er dan wel minder ziek van.

### Opdracht 2a

Reken eerst uit hoeveel mensen er gevaccineerd zijn:  $2/3 \times 500 = 333$  mensen zijn gevaccineerd. Dan zijn er dus nog 167 vatbaar. Mensen die gevaccineerd zijn vallen onder de groep genezen. Dus er zijn in ieder

geval 333 mensen genezen, plus de mensen die na het doormaken van de ziekte in de groep genezen terecht komen.

### Opdracht 2b

Reken eerst uit hoeveel mensen er gevaccineerd zijn:  $3/4 \times 500 = 375$  mensen zijn gevaccineerd. Dan zijn er dus nog 125 vatbaar en minstens 375 genezen.

### Opdracht 2c

Reken eerst uit hoeveel mensen er gevaccineerd zijn:  $0,95 \times 500 = 475$  mensen zijn gevaccineerd. Dan zijn er dus nog 25 vatbaar en minstens 475 genezen.

### Opdracht 3a

Reken met een reproductiegetal tussen de 12 en 18. In deze uitwerking gebruik ik 16.  $pc = 1 - (1/16) = 0,9375$ , dus een vaccinatiegraad van 93,8% is nodig.

### Opdracht 3b

$$1 - 0,8 = 0,2$$

Dit komt overeen met  $1/5$

Dus alle ziekten met een reproductiegetal boven de 5 kunnen uitbreken. Dit zijn bijvoorbeeld mazelen, polio en rode hond.

### Opdracht 3c

$$1 - 0,897 = 0,103$$

Dit is ongeveer gelijk aan  $1/9,7$

Dus alle ziekten met een reproductiegetal hoger dan 9,7 kunnen uitbreken. Dat is in dit geval alleen mazelen.

# 10. Vaccinatie met gedeeltelijke bescherming

## Opdracht 1a

Mensen die in aanmerking komen voor de grieprik:

$$(17.000.000 / 100) \times 35 = 5.950.000.$$

Daarvan laat 51% zich vaccineren. Dus

$$(5.950.000 / 100) \times 51 = 3.034.500 \text{ mensen}$$

krijgen daadwerkelijk een grieprik.

## Opdracht 1b

2013/2014:

$$(3.034.500 / 100) \times 65 = 1.972.425$$

2017/2018:

$$(3.034.500 / 100) \times 43 = 1.304.835$$

## Opdracht 1c

Het afweersysteem van ouderen was blijkaar in staat om dit nieuwe virus te herkennen. Wellicht waren er antistoffen aanwezig van een eerder doorgemaakte infectie die ouderen beschermden tegen dit nieuwe virus.

## Opdracht 2a

Controleer je schatting met de grafiek.

## Opdracht 2b

Kijk weer naar de piek van de grafiek.

$$(4,3 \times 10^5) - (1,5 \times 10^5) = 280.000$$

besmettingen worden er voorkomen door isolatiemaatregelen. Dat is

$$(280.000 / 430.000) \times 100 = 65,1\% \text{ van de}$$

infecties.

## Opdracht 2c

Hoog, want het voorkomt ruim 65% van de infecties. Kijk nog maar eens naar de

grafiek op bladzijde 64. De effectiviteit van de grieprik ligt in de meeste jaren onder de 60%.

## Opdracht 3a

Er zijn 333 mensen gevaccineerd. De effectiviteit van het vaccin is 70%. Dus  $333 \times 0,7 = 233$  mensen bij wie het vaccin echt werkt. Deze mensen gaan naar de groep genezen.  $500 - 233 = 267$  zijn vatbaar.

## Opdracht 3b

Er zijn 375 mensen gevaccineerd. De effectiviteit van het vaccin is 70%. Dus  $375 \times 0,7 = 262$  mensen bij wie het vaccin echt werkt. Deze mensen gaan naar de groep genezen.  $500 - 262 = 238$  zijn vatbaar.

## Opdracht 3c

Er zijn 475 mensen gevaccineerd. De effectiviteit van het vaccin is 70%. Dus  $475 \times 0,7 = 332$  mensen bij wie het vaccin echt werkt. Deze mensen gaan naar de groep genezen.  $500 - 332 = 168$  zijn vatbaar.

# 11. Groepsimmunititeit

## Opdracht 1a

Bovenste situatie: niemand is immuun, dus 0%

Middelste situatie:  $6 / 49 \times 100 = 12,2\%$  van de bevolking is immuun

Onderste situatie:  $42 / 49 \times 100 = 85,7\%$  van de bevolking is immuun

## Opdracht 1b

$1 - (1 / 3) = 0,67 \times 49 = 33$  poppetjes moeten er gevaccineerd worden.

Opdracht 1c

Ja, dat kan. Mits er een effectief vaccin beschikbaar is en er voldoende mensen zijn die zich laten vaccineren.

## Opdracht 2a

Voorbeelden van goede antwoorden zijn:

- In horeca en restaurants
- In winkels
- Tijdens een wandeling in het bos

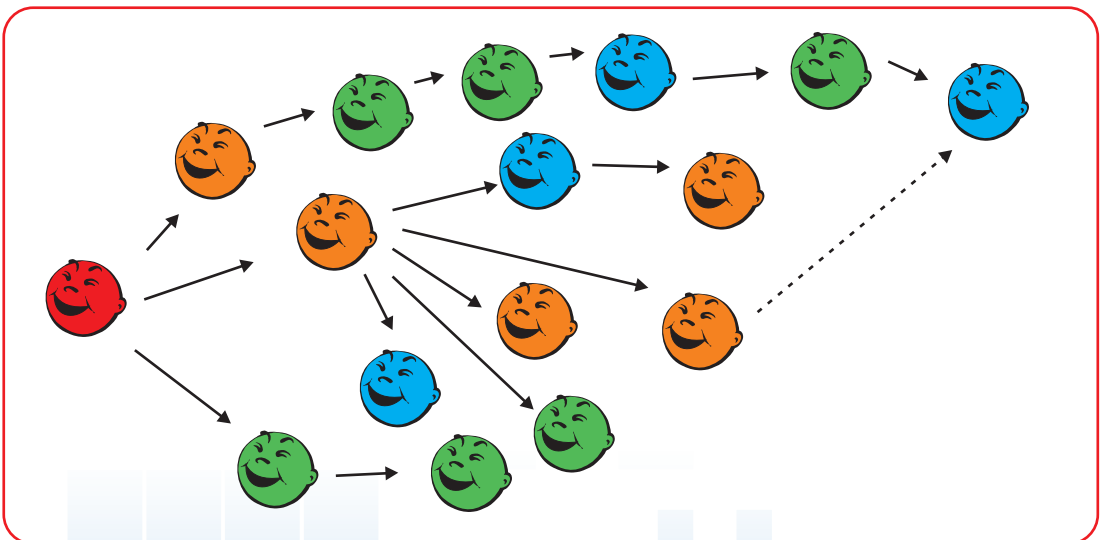
## Opdracht 2b

Voorbeelden van goede antwoorden zijn:

- In de thuis situatie
- Op de verjaardag van een vriend of vriendin
- In werksituaties

## Opdracht 2c

Voorbeeld van een juist schema:



### **Opdracht 2d**

Ja, de kans is iets groter. Want er bestaat een risico dat een persoon uit de kring in contact komt met een persoon in de keten en dat daardoor de ziekte zich weer verder verspreidt. In het voorbeeld hierboven kan het laatste blauwe poppetje uit de keten (die beschermd was door de groene, immune poppetjes) toch ziek worden als hij in contact komt met iemand uit de kring. Dit is aangegeven met de gestippelde oranje pijl.

### **Opdracht 3a**

$(3.200 / 100) \times 3 = 96$  deelnemers

$(7.300 / 100) \times 4,5 = 328$  deelnemers

### **Opdracht 3b**

Iedere twee maanden komt er 1,5% deelnemers met antistoffen bij. In dit tempo duurt het dus  $60 / 1,5 = 40$  maanden voordat er sprake is van groepsimmunitet. Dat is meer dan drie jaar.

### **Opdracht 3c**

Er hebben relatief weinig ouderen meegedaan aan het onderzoek naar antistoffen. Hoe minder mensen er mee doen, hoe groter de spreiding wordt.



## 12. Voor altijd immuun

### Opdracht 1a

- Er is een infectie geweest, waardoor de productie van antistof p op gang is gekomen
- Er is gevaccineerd, waardoor de productie van antistof p op gang is gekomen

### Opdracht 1b

Antistof q, want die heeft een lage concentratie en is dus minder 'in gebruik' dan antistof p.

### Opdracht 2a

Nee, want als veel mensen niet gevaccineerd worden, wordt de kritische vaccinatiegraad niet gehaald en kunnen ziekten zich weer verspreiden. Het ligt er wel aan naar welke ziekte je kijkt en hoeveel mensen er niet gevaccineerd zijn. Zijn het echt alleen de zuigelingen of is er in andere groepen ook al minder bescherming? Daarover gaan de opdrachten b en c.

### Opdracht 2b

Nunspeet:

$$(28.000 / 100) \times 20,6\% = 5.824$$

Neder-Betuwe:

$$(25.000 / 100) \times 42,9\% = 10.725$$

### Opdracht 2c

Nunspeet:

$$(28.000 / 100) \times 5\% =$$

$$(1.400 / 100) \times 20,6\% = 288$$

Neder-Betuwe:

$$(25.000 / 100) \times 5\% =$$

$$(1.250 / 100) \times 42,9\% = 536$$