

Opdrachten Dynamische Simulaties. VWO 5 wiskunde C periode 3

Deel 3 - Griep epidemie

Opgave 11: Griep. Nog meer modelveronderstellingen?

Afhankelijk van de resultaten van de brainstorm kan het zijn dat er nog meer modelveronderstellingen gemaakt moeten worden voor dit eenvoudige model. We gaan ze in de les na, *en je noteert ze in je schrift.*

Opgave 12: Opstellen modelformules

We deden in de les het eerst de verandering van B na één tijdstap. Dat is de moeilijkste.

Daarna deden we 't voor de verandering van V. En dan voor die van I.

- *noteer de modelformules voor de verandering van B, V en I in formulevorm in je schrift.*
 - *noteer ook de uitleg van de modelformules voor de verandering van B, V en I in woorden.*
 - *controleer of de formules in de cellen C14, E14 en F14 kloppen met deze modelformules.*
 - *tik de resultaten ook in het formule-deel van je spreadsheet-werkblad.*
-

Opgave 13: Experimenteren met Griep

In het werkblad "Griep" zijn de startwaarden genomen voor de gehele Nederlandse bevolking. Van nature is al zo'n 41% niet vatbaar voor griep, ze hebben genoeg weerstand. Het gemiddeld aantal besmettingen dat een besmet persoon veroorzaakt is 0,5 per dag, dus 2,5 besmettingen gedurende de periode van 5 dagen dat hij besmettelijk is.

- *beschrijf het effect op de griepgolf als je wat gaat veranderen in de parameters of in de startwaarden. Gebruik daarvoor het onderstaande beschrijvingschema.*

Je kunt in dat schema het effect beschrijven in termen van:

- MAX = het maximaal **percentage** mensen dat tegelijk ziek is (CEL S6)
- TOPTIJD = het moment waarop dat maximum optreedt (CEL R8)
- TOTAAL = het totaal **percentage** mensen dat in deze golf ziek geworden is. (CEL S4)

Onderzoek de volgende gevallen:

- Als je alleen het totaal aantal personen N in de populatie verandert.
Notatievoorbeeld: als $N \uparrow$ dan
- Als je alleen het initieel percentage besmette personen verandert.
Notatievoorbeeld: als %besmet \uparrow dan
- Als je alleen het initieel percentage immune personen verandert.
Notatievoorbeeld: als %immuun \uparrow dan
- Als je alleen het gemiddeld aantal besmettingen per dag verandert.
Notatievoorbeeld: als b-gem \uparrow dan
- Als je alleen de besmettelijke periode verandert.
Notatievoorbeeld: als periode \uparrow dan

(zie schema op de volgende bladzijde)

GEVAL	MAX	TOPTIJD	TOTAAL
als N ↑ dan	Blijft gelijk		
als %besmet ↑ dan		Wordt korter	
als %immuun ↑ dan			Wordt minder
als b-gem ↑ dan			
als periode ↑ dan			

Opgave 14: Vergelijking van effecten

Doe een uitgebreide vergelijking tussen enerzijds

* het effect van een verandering van 0,5 naar 0,4 besmettingen per dag (b-gem)

en anderzijds

* het effect van een verandering van 40% naar 50% initieel immune personen (%immuun).

- waarin verschillen de effecten, en waarin zijn ze ongeveer hetzelfde?

Opdracht 15: Experimenteren met inenting

Eerst werken we een voorbeeld helemaal uit, en daarna moet je een dergelijk geval zelf analyseren op dezelfde manier.

We richten de aandacht op Amsterdam. $N = 900000$.

Met behulp van inenting kan men het initieel percentage immune personen vergroten.

Dat kan bijvoorbeeld gebeuren met het doel om **het maximum aantal mensen dat tegelijk ziek** zal zijn beneden een bepaalde waarde te houden.

Als er teveel mensen tegelijk ziek zijn kan de voortgang van het economisch leven immers in gevaar komen.

Hoeveel mensen moet je inenten om dat maximum in Amsterdam beneden de 20000 te houden? Dat is wat we gaan onderzoeken.

Eerst: op welk initieel percentage immune personen moet je dan zitten?

Laat je rekenmodel het werk doen, door net zo lang te experimenteren met de parameter %immuun tot je het beoogde resultaat hebt.

Een realistische inschatting van %besmet bij het begin van een inentingscampagne is bijvoorbeeld 0,1. Zet die parameter dus op 0,1.

We verhogen de waarde van de parameter "initieel percentage immune personen" en kijken wat het effect is op het maximaal aantal mensen dat tegelijk ziek is. We gaan door met verhogen tot dat aantal net beneden de 20000 is komen te liggen. Ik vind uiteindelijk: 46,3%.

Het volgende plaatje laat dat zien.

MODEL: GRIEP										
VARIABLEN				STARTWAARDEN	PARAMETERS	MODELFORMULE S	RESULTATEN			
tijd		t	0 dagen	gemiddeld aantal besmettingen / besmet persoon / dag: b-gem	0,5	$t := t + d$			Totaal aantal personen dat gedurende de griepgolf ziek geweest is	235943
stapgrootte tijd		Δt	5 dagen	aantal dagen dat iemand besmettelijk blijft: periode	5	Vul de drie formules in			Grootste aantal personen dat tegelijk ziek is	19774
totaal aantal personen		N	900000	initieel % besmette personen: % besmet	0,1	$B(t+d) :=$			Na hoeveel dagen valt dat maximum?	70
aantal besmette personen		B	900	initieel % immune personen: % immuun	46,3	$I(t+d) :=$			De opdrachten staan in het l	
aantal immune personen		I	416700			$V(t+d) :=$				
aantal vatbare personen		V	482400							

Maar *dán*: bedenk dat je **niet** aan een in-te-enten persoon kunt zien of hij van nature immuun is of niet. Het kan zijn dat de persoon die nu geprikt wordt van nature al immuun is! Je moet dus **teveel mensen inenten**.
Hoeveel mensen moet je inenten om toch uit te komen bij 46,3% immuun?

Redeneer hiervoor als volgt:

Je wilt dus 46,3% van alle Amsterdammers immuun krijgen aan het begin van de griepepidemie, in plaats van de on-ingeënte 41%.

Ik lees de volgende waarde af uit mijn model, zowel voor 41% als voor 46,3%.

aantal immune personen	I	369000	initieel % immune personen: % immuun	41
aantal vatbare personen	V	530100		
aantal immune personen	I	416700	initieel % immune personen: % immuun	46,3
aantal vatbare personen	V	482400		

N=900000 %besmet = 0,1% ; dus 900 besmet %immuun = 41% ; Het aantal vatbaren: 530100	N=900000 %besmet = 0,1% ; dus 900 besmet %immuun = 46,3% ; Het aantal vatbaren: 482400
---	---

Er moeten dus $530100 - 482400 = 47700$ **vatbaren** immuun gemaakt worden. Hoeveel van **alle** Amsterdammers moet ik dan inenten?

Verhoudingstabel voor de situatie vlak voor het inenten::

	vatbare Amsterdammers	alle Amsterdammers
totaal	530100	900000
in te enten	47700	??

$$?? = 900000 * 47700 / 530100$$

Je moet dus ruim 81000 Amsterdammers inenten.

Daarvan zullen er ongeveer 47700 vatbaar geweest zijn, en nu immuun geworden.

- herhaal deze gehele redenering nu voor het geval je maximaal 15000 mensen tegelijk ziek toestaat. (Hierbij rekenen we ziek = besmettelijk)

Opgave 16: Corona.

Laad het spreadsheet "Griep opg 16.xlsx" in je computer of in je Google Drive. Je krijgt het in je mailbox toegestuurd.

Je ziet de stand van januari 2021, globaal voor heel Nederland, volgens de gegevens van het RIVM.

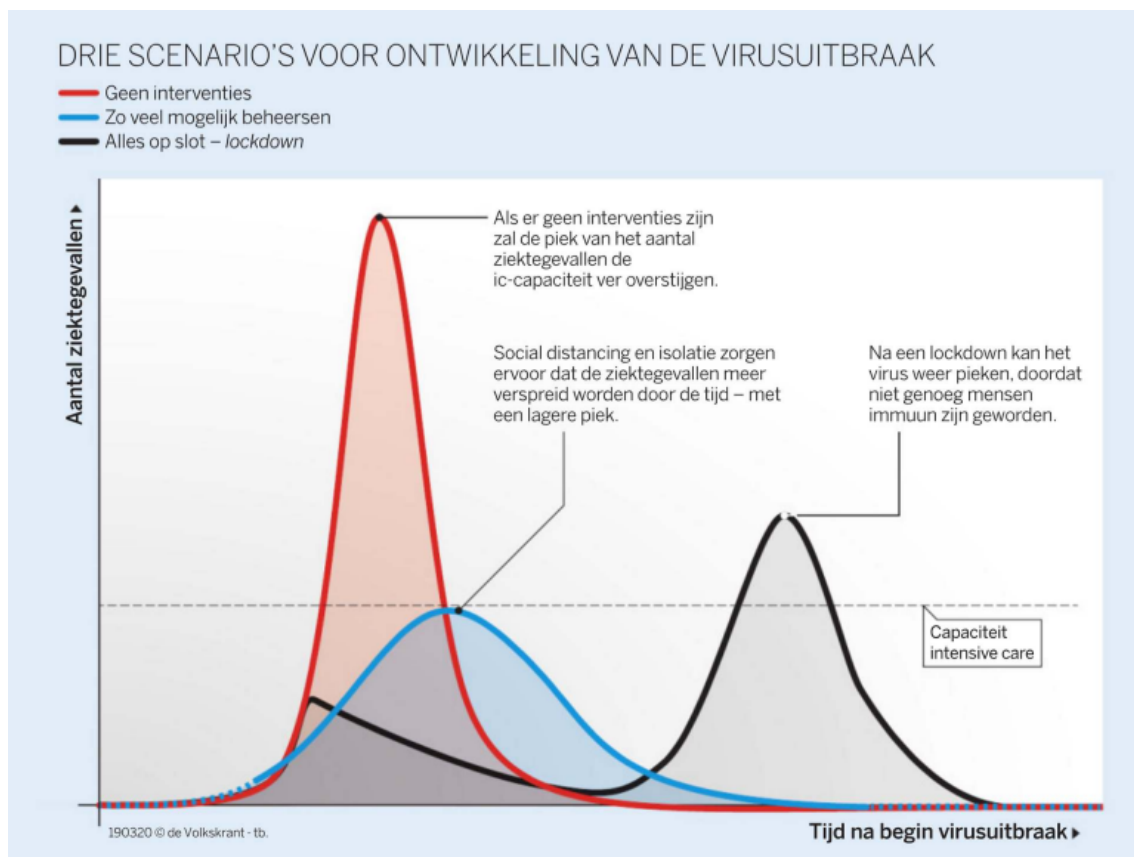
Er zijn ongeveer 140000 mensen besmettelijk en ongeveer 5% van de bevolking heeft de ziekte gehad. Die mensen verklaren we (voorlopig) immuun.

Je ziet de situatie bij een $b\text{-gem} = 0,20$, en besmettelijkheidsduur = 8 dagen. Ongeveer 2% van de zieken gaat dood. Ongeveer 1% van de zieken komt op de Intensive Care terecht.

Onderzoek dit model, zodat je snapt hoe het in elkaar steekt:

- Nieuw is, dat er nu mensen doord gaan. En dat je de piek van IC-opnames ziet.
- Nieuw is een kolom die aangeeft hoeveel mensen echt ziek worden omdat één besmettelijk persoon het virus verspreid gedurende haar besmettelijke periode.
- Nieuw is de kolom die het percentage immune personen laat zien.

Uit een publicatie in 2020:



De rode grafiek lijkt wel een beetje op de grafiek in ons model.

a.

onderzoek hoe ver je de parameter **b-gem** kleiner moet maken om de blauwe grafiek te krijgen; die zorgt dat de IC-piek (bijvoorbeeld) onder de 2500 blijft.

b.

onderzoek in twee stappen hoe de zwarte grafiek ontstaat:

Ga eerst weer terug naar de uitgangstoestand. Dat was:

Er zijn ongeveer 140000 mensen besmettelijk en ongeveer 5% van de bevolking heeft de ziekte gehad; $b\text{-gem} = 0,20$, en besmettelijkheidsduur = 8 dagen.

- kijk hoeveel besmettelijken er zijn na een maand (32 dagen)(in kolom van B) en kijk wat het percentage immunen op dat moment is; noteer die even op papier
- gebruik dat aantal als nieuwe startwaarde voor het aantal besmettelijke personen (cel G7) en dat percentage als nieuwe startwaarde voor het percentage immunen (cel J10).
- zet de $g\text{-gem}$ op Lockdown, bijv. 0,05; laat het model rekenen.
- besluit dat na 32 dagen de Lockdown opgeheven wordt; in de kolom van B kun je zien hoeveel besmettelijken er dan nog zijn, en daarnaast hoe hoog het percentage immunen op dat moment is; noteer die twee waarden op je papier
- gebruik dat aantal als nieuwe startwaarde voor het aantal besmettelijke personen (cel G7) en dat percentage als nieuwe startwaarde voor het percentage immunen (cel J10).
- zet de $g\text{-gem}$ op Lockdown-opheffen; we gaan weer terug naar 0,2; laat het model rekenen.
- beschrijf wat er dan gebeurt; kijk naar IC-piek en aantal doden.

c.

onderzoek wat er gebeurt als na 2 maanden 40% van de bevolking immuun geworden is dank zij vaccinatie; laat na die 2 maanden de $b\text{-gem}$ gewoon op 0,2 staan.

Ga eerst weer terug naar de uitgangstoestand:

Er zijn ongeveer 140000 mensen besmettelijk en ongeveer 5% van de bevolking heeft de ziekte gehad; $b\text{-gem} = 0,20$, en besmettelijkheidsduur = 8 dagen.

d.

Kijk ook eens wat er gebeurt als na die 2 maanden iedereen erop los knuffelt, zodat de waarde van $b\text{-gemiddeld}$ stijgt naar 0,4.

e.

Kijk ook eens wat er gebeurt als na die 2 maanden 75% van de bevolking immuun is geworden en iedereen op losknuffelt, zodat de waarde van $b\text{-gemiddeld}$ stijgt naar 0,4.

Opgave 17: Fitting

In een land met 16 miljoen inwoners verliep de griepgolf als volgt:

dag	besmet	dag	besmet	dag	besmet	dag	besmet
0	1600	55	102100	105	357800	155	3420
5	2400	60	144000	110	260400	160	2035
10	3500	65	199350	115	177150	165	1210
15	5050	70	268750	120	114800	170	720
20	7450	75	349150	125	72000	175	425
25	11000	80	431400	130	44200	180	250
30	16000	85	499100	135	26800	185	150
35	23400	90	532050	140	16100	190	90
40	34100	95	515600	145	9630	195	53
45	49500	100	451200	150	5744	200	32
50	71400						

Laad het spreadsheet "Griep opg 17.xlsx" in je computer of in je Google Drive. Je krijgt het in je mailbox toegestuurd. Daar staan deze gegevens al in. Je moet nu de parameters van het griepmodel zodanig aanpassen dat het model zo goed mogelijk past bij deze gegevens. We gaan dus een "**fitting**" doen.

We laten de besmettelijke periode d op 5 dagen staan.

Doe een zo goed mogelijke schatting van de groene parameters (**b -gem, %besmet, en %immuun**) in dat jaar.

Om te zien wat het effect is van het verhogen of verlagen van de verschillende parameters, kun je gebruik maken van je tabel uit opgave 13.

*- schets de grafiek die je hebt gekregen en noteer daarbij je schattingen van b -gem, %besmet, %immuun; noteer ook de waarde van de **afwijking**.*