

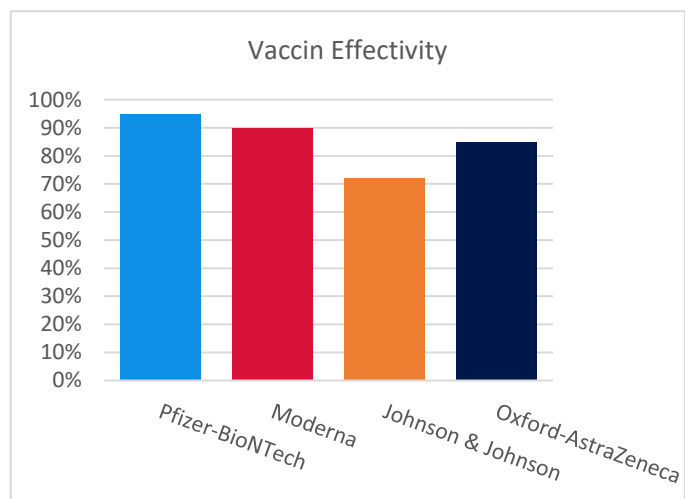
Hoe wordt een computermodel gemaakt waarbij uitgerekend wordt hoe hoog het vaccinatie-percentages moet zijn bij het gebruik van verschillende vaccins tegen het corona-virus?

Over de wereld heen is er veel vraag naar hoe het verloop van het vaccinatie-proces zal gaan en welke invloeden het heeft. Met behulp van computermodellen kunnen er tegenwoordig nauwkeurige voorspellingen berekend worden, waardoor overheden beter grip kunnen krijgen op de pandemie. In dit artikel wordt uitgelegd hoe een realistisch virus-model wordt gemaakt.

Welke data kan gebruikt worden om het computermodel op te baseren?

Constant komen er nieuwe studies uit over de groei en ontwikkeling van het corona virus en de verschillende varianten, Hierdoor is het moeilijk om correcte data te vinden. Voor het computermodel is het nodig om een reproductiegetal (R -getal) te vinden zonder de invloed van enige vaccinaties of maatregelen. Dit [artikel](#) [bron 3] neemt een gemiddelde van 5 onafhankelijke studies, wat uitkomt op een R -getal van 5,08. Dit is het natuurlijke reproductie-nummer van het Delta variant van corona zonder beperkende maatregelen. Verder zal dit artikel specifiek over het delta variant gaan. En wordt in dit artikel naar het R -getal van 5,08 verwijst met R_0 .

Ook moet verzameld worden hoe effectief verschillende vaccins zijn, Het is moeilijk om hier exacte data voor te vinden, maar dit [artikel](#) [bron 1] geeft een effectiviteit van de top 4 vaccins die redelijk met elkaar te vergelijken zijn. De resultaten hiervan zijn in de afbeelding rechts te zien.



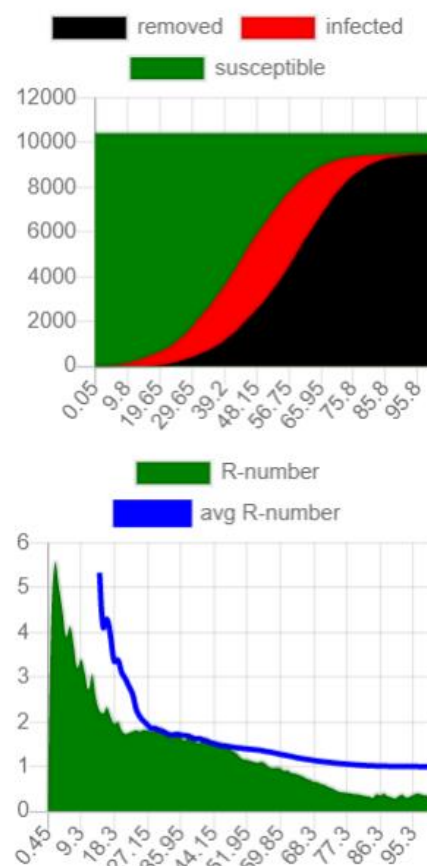
Verder is het niet mogelijk om 17 miljoen (populatie Nederland) mensen te simuleren, dit zou te veel computercapaciteit vergen. In de simulatie is gekozen om 8000 mensen te simuleren waardoor een mens in de simulatie ongeveer 2000 mensen in Nederland representeert.

Hoe simuleert het model een realistische simulatie vergelijkbaar is met Nederland?

Om een simulatie/model te creëren dat vergelijkbaar is met de spreiding van corona in Nederland wordt het R_0 van 5,08 gebruikt. Maar om de simulatie synchroon te maken met dit R_0 getal, moet het R-getal van de simulatie berekend worden. Om dit $R = \frac{dI \times (t_a / t_i)}{I}$ te berekenen wordt de formule links gebruikt. Met I =totale geïnfecteerde populatie, dI =nieuwe geïnfecteerde, t_a =gemiddelde infectie lengte, t_i =infectieduur van een individu. De I maakt deel uit van het bekende SIR-model, bestaande uit Susceptible (Vatbaar), Infected (Geïnfecteerd) en Removed (Immuun), zijn dit de 3 fases waar een geïnfecteerd persoon door gaat. In dit model wordt een variatie hiervan gebruikt waar de groep "Removed" nog steeds geïnfecteerd kan worden, en alleen maar gedeeltelijk immuun is.

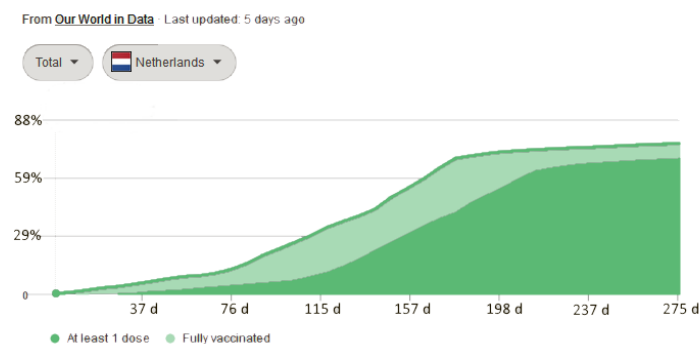
Verder kan elke simulatie anders lopen, dus om een goed resultaat te krijgen wordt een gemiddelde getrokken van 10 simulaties. Meer simulaties zou een beter gemiddelde geven, maar doordat een simulatie makkelijk paar minuten kan duren, zouden meer simulaties te veel tijd innemen. De resultaten van een simulatie zijn te zien in de rechter afbeelding. Te zien is dat het R-getal de 1 passeert wanneer de geïnfecteerde groep het grootst is. Dit is logisch want hierna is het R-getal lager dan 1 en daalt dus het aantal infecties. Maar het R-getal daalt constant, op welk punt moet dit dan vergeleken worden met R_0 ? De daling komt doordat het aantal vatbare daalt, en omdat een deel van de vatbare groep zich bevindt in een omgeving met veel mensen die het virus niet meer kunnen krijgen, groepsimmunitet dus. Door tijdelijk in het model uit te zetten dat mensen immuun zijn, kan elk persoon het virus nog een keer krijgen, en vind dus

groepsimmunitet niet meer plaats. Dit zou een stabielere R-getal creëren die wel te vergelijken is met de gewenste R_0 . En hiermee is het mogelijk om de simulatie zo aan te passen dat deze getallen gelijk zijn.

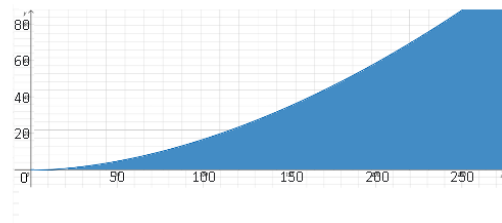


Hoe wordt immuniteit in het model geïmplementeerd?

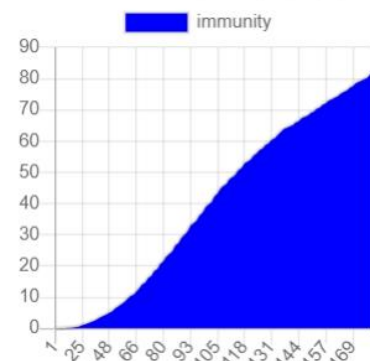
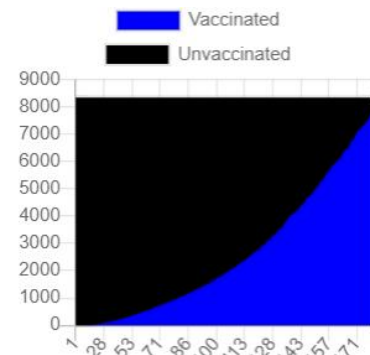
Ook moet er immuniteit plaats vinden, in twee vormen. De eerste vorm is het immuun zijn nadat een persoon het virus heeft gekregen. Dit [artikel](#) [bron 5] heeft gevonden dat kans op her-infectie 80% kleiner is nadat een persoon het virus heeft gekregen. Gevaccineerde mensen hebben een veel kleinere kans op her-infectie, maar dit getal wordt een variabele in de simulatie met een domein van 50% tot 100% effectiviteit omdat het afhankelijk is van welke vaccin genomen wordt. Vaccinaties worden langzaam toegepast op de populatie. De formule rechts in de afbeelding hieronder reconstrueert met een formule de snelheid waarmee de vaccinaties werden gegeven in Nederland (links):



$$y = (0,05x)^{1,8}$$



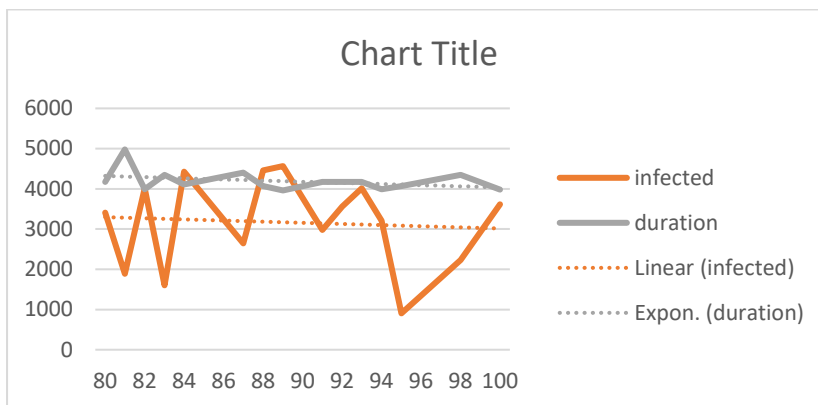
Immuniteit neemt echter wel af over de tijd heen, dit geldt voor beide vaccinaties en immuniteit na infectie. Wel telt de immuniteit op, dus iemand die het virus en het vaccin heeft gekregen is nog meer immuun dan alleen een vaccinatie. Hierdoor daalt uiteindelijk de gemiddelde immuniteit (grafiek rechts onder) nadat het hoogtepunt in infecties is bereikt. In de afbeelding rechts is dit te zien, de grootste groei komt door infectie-pieken. Maar de vaccinaties zorgen voor een constante groei in gemiddelde immuniteit.



Hoe wordt de uiteindelijke effectiviteit van verschillende vaccins berekend?

Om te onderzoeken hoe goed een vaccinatie effect heeft op de pandemie, worden twee waardes gecombineerd: Het aantal geïnfecteerde mensen nadat de pandemie is geëindigd, en na hoeveel dagen de pandemie voorbij is, de eis hiervoor is dat er 0 infecties meer plaatsvinden.

Resultaat:



In de grafiek hierboven, is de x-as het percentage minder kans op infectie na het nemen van een vaccinatie, en op de y-as het totaal aantal geïnfecteerde mensen. Er is een dalende trendlijn te zien doordat het mensen beter beschermd zijn door betere vaccinaties. Deze getallen zijn te vergelijken met de getallen uit deelvraag 1,

Conclusie:

(Komt binnenkort)

Probeer de [interactieve simulatie](#) uit door de qr-code te scannen:



PLANNING:

Week	Wat te doen?
36	<ul style="list-style-type: none">• Kiezen onderwerp• Bedenken van de deelvragen• Maken van planning• Bronnen zoeken• Inleveren go/no-go moment
37	<ul style="list-style-type: none">• Lezen van bronnen• Zoeken naar geschikte data• Deelvraag 1 beantwoorden
38	<ul style="list-style-type: none">• Werken aan model• Werken aan deelvraag 2
39	<ul style="list-style-type: none">• Werken aan model
40	<ul style="list-style-type: none">• Werken aan deelvraag 3
41	<ul style="list-style-type: none">• Deelvraag 1,2,3 afmaken
42	<ul style="list-style-type: none">• Inleveren concept
43	<ul style="list-style-type: none">• Afmaken van model
44	<ul style="list-style-type: none">• Schrijven conclusie en resultaat• Afmaken van model
45	<ul style="list-style-type: none">• Schrijven conclusie en resultaat
46	<ul style="list-style-type: none">• Schrijven conclusie en resultaat
47	<ul style="list-style-type: none">• Details en alles afmaken
48	<ul style="list-style-type: none">• Details en alles afmaken
49	<ul style="list-style-type: none">• Inleveren volledige PWS

LOGBOEK:

Week	Wat gedaan?	Tijdsduur
Vooraf	<ul style="list-style-type: none">• Onderzoeken geschikt onderwerp	10 uur
36	<ul style="list-style-type: none">• Kiezen onderwerp• Bedenken van de deelvragen• Maken van planning• Bronnen zoeken	10 uur
37	<ul style="list-style-type: none">• Werken aan deelvraag 1• Begin maken simulatie• Verdere bronnen zoeken	8 uur
38	<ul style="list-style-type: none">• Verder werken aan simulatie• Werken aan deelvraag 2• Uitzoeken berekenen R-getal	7 uur
40	<ul style="list-style-type: none">• Verder werken aan simulatie	9 uur
41	<ul style="list-style-type: none">• Verder werken deelvragen 1 en 2	8 uur
42	<ul style="list-style-type: none">• Werken aan deelvraag 2• Basis van simulatie afgemaakt	12
Totaal		64 uur

BRONNEN:

Katella, K. (2021, August 26). *Comparing the COVID-19 Vaccines: How Are They Different?* Yale Medicine. <https://www.yalemedicine.org/news/covid-19-vaccine-comparison>

Efficacy and protection. (n.d.). RIVM. Retrieved September 10, 2021, from <https://www.rivm.nl/en/covid-19-vaccination/vaccines/efficacy-and-protection>

Liu, Y., & Rocklöv, J. (2021, August 9). *The reproductive number of the Delta variant of SARS-CoV-2 is far higher compared to the ancestral SARS-CoV-2 virus.* Oxford Academic. <https://academic.oup.com/jtm/advance-article/doi/10.1093/jtm/taab124/6346388>

Dharmaratne, S. (2020, October 7). *Estimation of the basic reproduction number (R_0) for the novel coronavirus disease in Sri Lanka.* Virology Journal. <https://virologyj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12985-020-01411-0>

Hansen, C. H., Michlmayr, D., Gubbels, S. M., Mølbak, K., & Ethelberg, S. (2021). Assessment of protection against reinfection with SARS-CoV-2 among 4 million PCR-tested individuals in Denmark in 2020: a population-level observational study. *The Lancet*, 397(10280), 1204–1212. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)00575-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)00575-4)