

Effectiviteit van verschillende toepassingen van het Coronatoegangsbewijs

17-01-2022

Effectiviteit van verschillende toepassingen van het CoronaToegangsBewijs
januari 2022



Samenvatting

Het Coronatoegangsbewijs (CTB) kan toegepast worden om de COVID-19 epidemie af te remmen tijdens epidemische fases die geen lockdown vereisen, maar het volledig openen van de maatschappij (nog) niet mogelijk maken. In Nederland werd in 2021 een 3G beleid toegepast: bezoekers van bepaalde locaties moesten middels het CTB aantonen dat ze recent negatief getest, genezen of gevaccineerd waren. Andere Europese landen kozen voor een 2G beleid, waarbij alleen mensen die genezen of gevaccineerd zijn toegang kregen. Een 1G beleid (wat alleen recent negatief geteste mensen toegang geeft) is ook in het publieke debat genoemd als optie.

Het doel van dit onderzoek is als volgt geformuleerd:

Hoe effectief is het Coronatoegangsbewijs (CTB), in verschillende varianten als 3G, 2G en 1G, in het tegengaan van de verspreiding van het virus in de samenleving?

Het onderzoek bestaat uit twee modelstudies: (1) naar het individuele besmettingsrisico en ziekenhuisopnames van bezoekers van CTB locaties op basis van het Risico Taxatie Model, en (2) naar het effect van CTB beleid op de verspreiding van het virus in de samenleving (het reproductiegetal) op basis van het Next Generation Model. Daarnaast voerden we een gedragsonderzoek uit en analyseerden we studies uit het buitenland over effectiviteit van CTB beleid. Op basis van de modellen kunnen scenario's worden opgesteld waarin het effect van CTB beleid voor het openen van sectoren kan worden bepaald, evenals het effect op het reproductiegetal gegeven de epidemiologische situatie op dat moment. Het onderzoek startte in november 2021 en daarom hebben we bij het opzetten van de basis van de modellen de epidemiologische situatie midden november 2021 als uitgangspunt genomen. Toen was de Deltavariant dominant en schommelde het reproductiegetal tussen de 0,8 en de 1,0. De aannames in de modellen waren gebaseerd op de kenmerken van de Deltavariant. Om invulling te geven aan onzekerheid in de toekomst hebben we ook een optimistisch en pessimistisch scenario opgesteld waarin de Deltavariant nog steeds domineert maar de epidemiologische situatie beter respectievelijk slechter is dan in november 2021. Daarnaast hebben we ook de situatie van januari 2022 beschouwd uitgaande van de opkomst van de Omikronvariant. We hebben de modelparameters aangepast omdat de Omikronvariant dominant was geworden en het reproductiegetal fors omhoog gegaan was naar 1,8.

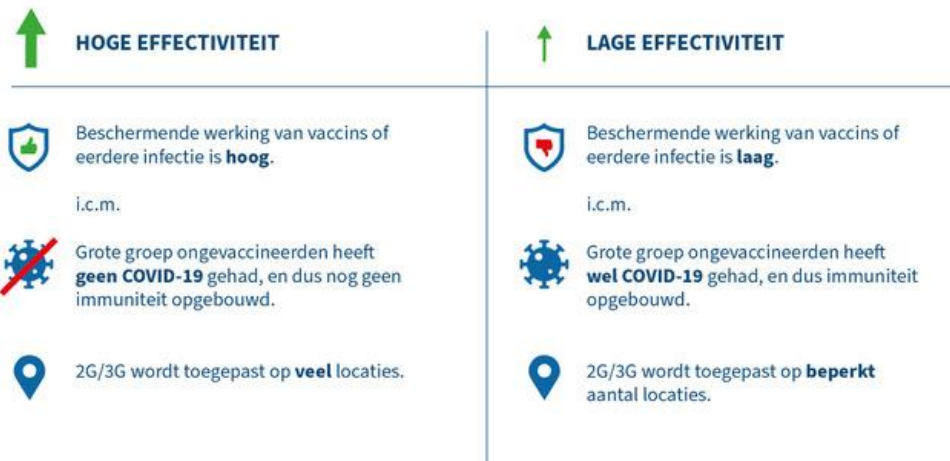
We bevelen aan om de modellen maandelijks te actualiseren en te verfijnen met nieuw vergaarde data en inzichten uit binnen- en buitenland. Dit zal tot preciezere en geactualiseerde schattingen leiden. De schattingen van de modellen worden bijvoorbeeld preciezer als we meer onderzoek doen naar het aantal contacten van bezoekers van verschillende CTB locaties. Bij grote wijzigingen in de (kennis over de) epidemiologische situatie is het raadzaam om de modellen op frequentere basis te actualiseren (bijvoorbeeld bij nieuwe kennis over de eigenschappen van de Omikronvariant en het lange termijneffect van de boostervaccinaties op de afweer). De interpretatie van de modeluitkomsten vereist voorzichtigheid. Modellen zijn simplificaties van de werkelijkheid. Trends en relatieve verschillen tussen verschillende vormen van CTB-beleid (zoals verschillen tussen geen CTB beleid, 3G en 2G) zijn betrouwbaarder dan de exacte numerieke uitkomsten.

Conclusies over de effectiviteit van CTB beleid:

1. Het Risico Taxatie Model laat zien dat de invoering van CTB beleid het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames onder bezoekers van CTB locaties kan verlagen, in zowel de Deltavariant als in de Omikronvariant scenario's. Het invoeren van 1G heeft een veel grotere invloed op het verlagen van besmettingen en ziekenhuisopnames onder bezoekers dan het invoeren van 2G of 3G. De effectiviteit van 2G en 3G is lager in de Omikronvariant scenario's dan in de Deltavariant scenario's.
2. Het Next Generation Model laat zien dat bij de epidemiologische situatie van november 2021 (Deltavariant was dominant en reproductiegetal lag rond de 1,0) het reproductiegetal door CTB beleid tot onder de 1,0 gebracht kon worden. Het model laat ook zien dat CTB beleid er bij de epidemiologische situatie van januari 2022 (Omikronvariant is dominant en uitgangreproductiegetal ligt rond de 1,8) niet voor kan zorgen dat het reproductiegetal onder de 1,0 komt.
3. Het Next Generation Model laat zien dat het effect van 1G op de verspreiding van het virus in de samenleving in zowel de Deltavariant als Omikronvariant scenario's minder afhankelijk is van de mate van immuniteit van de bevolking dan 2G of 3G. Het effect is vooral groot als 1G op veel locaties (en dus contacten) van toepassing is en de kwaliteit van de toegangstesten hoog is. Uiteraard is het toepassen van 1G op heel veel locaties moeilijker uitvoerbaar dan het toepassen van 1G op een beperkt aantal locaties.
4. Het Next Generation Model laat zien dat het effect van 2G en 3G op de verspreiding van het virus in de samenleving in zowel de Deltavariant als de Omikronvariant scenario's sterk afhangt van de mate van immuniteit van de bevolking. 2G en 3G zijn vooral effectief bij een groot verschil in bescherming tussen de groep ongevaccineerden die geen CTB heeft en de groep die een CTB heeft gekregen via een vaccin of omdat zij een herstelbewijs hebben gekregen. De effectiviteit van 2G en 3G neemt in deze situaties ook toe als het beleid wordt toegepast op meer locaties.

De belangrijkste parameters die de effectiviteit van 2G en 3G beïnvloeden zijn de mate van bescherming door vaccinatie en door een doorgemaakte infectie. Het aandeel van de bevolking dat bescherming heeft opgebouwd is ook belangrijk maar heeft over het algemeen minder effect. Eventuele fraude met toegangsbewijzen en kwaliteit van testen heeft veel minder invloed op de effectiviteit van 2G en 3G. De effectiviteit van 2G en 3G is dus hoger als de beschermende werking van vaccins hoger is en de groep ongevaccineerden die COVID-19 nog niet heeft doorgemaakt groter is. Aan de andere kant is de effectiviteit van 2G en 3G relatief lager als de effectiviteit van vaccins lager is en meer ongevaccineerden al bescherming hebben gekregen door een doorgemaakte infectie.

Effectiviteit van een 2G/3G beleid

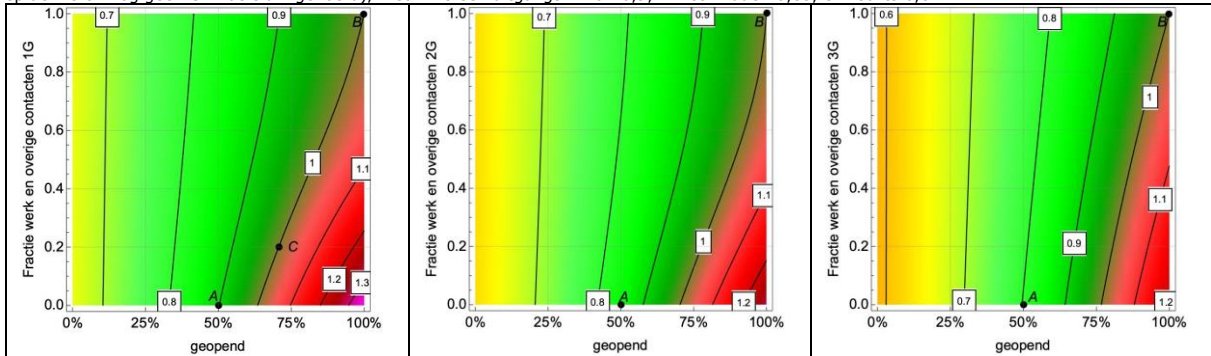


Het Next Generation Model kan worden gebruikt om de effectiviteit van CTB beleid door te rekenen in verschillende concrete situaties en hier kunnen ook conclusies aan worden verbonden. Ter illustratie geven wij een aantal voorbeelden. In het hoofdrapport staan meer voorbeelden en het model kan ook worden gebruikt om de effectiviteit van CTB in nieuwe epidemiologische situaties door te rekenen.

Voorbeeld 1: Situatie midden november 2021 plus uitrol van de booster. Aannames: Deltavariant is dominant, R is tussen de 0,8 en 1,0, 85% van de gevaccineerde 60 plussers en 75% van de gevaccineerde 60 minners heeft een boostervaccin genomen, Nederlanders hebben de helft van het aantal contacten dat ze zouden hebben zonder een pandemie.

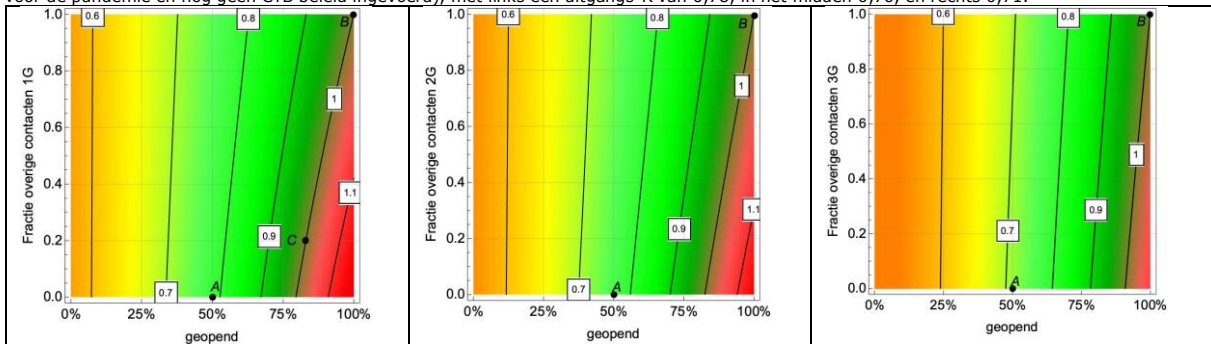
- **A) Het invoeren van 1G op andere locaties dan thuis en school (voorbeelden zijn werk, horeca, winkels, theaters, bioscopen, supermarkten en sportscholen) zou ervoor gezorgd hebben dat substantieel meer contacten mogelijk zouden zijn geweest, terwijl het reproductiegetal maar beperkt zou zijn gestegen. 2G en 3G zouden een beperkter effect hebben gehad.** Figuur I geeft een illustratie van deze conclusie voor 1G beleid aan de linkerkant, 2G beleid in het midden, en 3G beleid aan de rechterkant. We nemen aan dat het aantal contacten dat Nederlanders midden november hadden de helft was van het aantal contacten dat ze zouden hebben gehad zonder een pandemie en we nemen aan dat er nog geen CTB beleid is ingevoerd (Punt A van de figuren). Bij de beschermende werking van vaccinatie zoals die midden november 2021 gemiddeld was kon je bij een uitgangstreproductiegetal van 0,9 (punt A, links) 50% meer contacten mogelijk maken – en dus de hele samenleving openen – als je op *alle* andere locaties dan thuis en school (het gaat dan om de contactklassen voor werk en overige locaties als horeca, winkels en sportscholen, evenementen etc) 1G had ingevoerd zonder dat het reproductiegetal boven de 1 zou zijn gestegen (Punt B, links). Bij een uitgangstreproductiegetal van 0,85 (punt A, midden) zou je hetzelfde bereikt kunnen hebben met de invoering van 2G op alle andere locaties dan thuis en school (Punt B, midden) en met 3G bij een uitgangstreproductiegetal van 0,8 (punten A en B, rechts). Figuur I laat ook zien dat je bij een uitgangstreproductiegetal van 0,9 (punt A, links) 21% meer contacten mogelijk had kunnen maken door op 20% van de locaties anders dan thuis en school 1G in te voeren zonder dat het reproductiegetal boven de 1 zou zijn gestegen (zie Punt C, links).

Figuur I: illustratie van de effectiviteit van 1G (links) 2G (midden) en 3G (rechts) op alle andere locaties dan thuis en school in november 2021. Verticale lijnen geven het reproductiegetal weer. X-as: percentage contacten dat Nederlanders hebben vergeleken met voor de pandemie. Y-as: percentage locaties anders dan thuis en school waar CTB beleid geldt. De uitgangssituaties zijn de punten A (50% van de contacten van voor de epidemie en nog geen CTB beleid ingevoerd), met links een uitgangs-R van 0,9, in het midden 0,85, en rechts 0,8.



- B) Het invoeren van CTB beleid op andere locaties dan thuis, school en werk zou een substantieel aantal extra contacten mogelijk hebben gemaakt maar dan zou het reproductiegetal ook substantieel toegenomen zijn.** In Figuur II zijn de omstandigheden hetzelfde als in Figuur I, maar nu wordt CTB niet meer op werk toegepast, maar alleen bij de overige contacten (d.w.z. contacten anders dan thuis, school en werk). We nemen wederom aan dat het aantal contacten dat Nederlanders midden november hadden de helft was van het aantal contacten dat ze zouden hebben gehad zonder een pandemie (Punt A van de figuren). Bij een uitgangsreproductiegetal van 0,78 zouden alle contacten op alle andere locaties dan werk, thuis en school (denk aan horeca, winkels, theaters, supermarkten en sportscholen) mogelijk zijn geweest bij invoering van een 1G beleid zonder dat het reproductiegetal boven de 1 zou zijn gestegen (Punt B, links). Bij een uitgangsreproductiegetal van 0,76 zou je hetzelfde hebben kunnen bereiken met de invoering van 2G op alle andere locaties dan werk, thuis en school en met 3G bij een uitgangsreproductiegetal van 0,71. Figuur II laat ook zien dat bij een uitgangsreproductiegetal van 0,78 33% meer contacten mogelijk zouden zijn geweest door 1G in te voeren op 20% van de locaties anders dan werk, thuis en school zonder dat het reproductiegetal boven de 1 zou zijn gestegen (zie Punt C, links).

Figuur II: illustratie van de effectiviteit van 1G (links), 2G (midden) en 3G (rechts) op alle andere locaties dan werk, thuis en school in november 2021. Verticale lijnen geven het reproductiegetal weer. X-as: percentage contacten dat Nederlanders hebben vergeleken met voor de pandemie. Y-as: percentage locaties anders dan werk, thuis en school waar CTB beleid geldt. De uitgangssituaties zijn de punten A (50% van de contacten van voor de pandemie en nog geen CTB beleid ingevoerd), met links een uitgangs-R van 0,78, in het midden 0,76, en rechts 0,71.

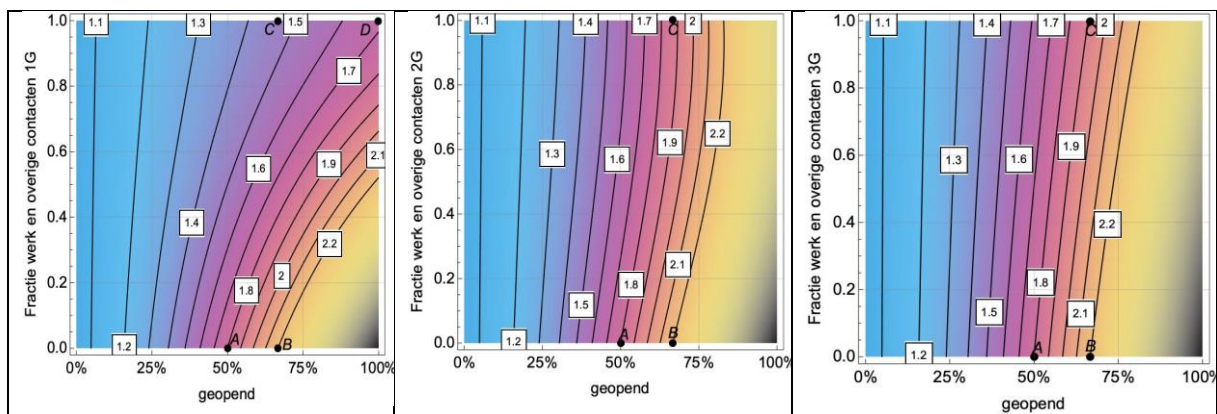


Voorbeeld 2: situatie in januari 2022. Aannames: Omikronvariant dominant, R is rond de 1,8, meer dan de helft van de volwassenen heeft een boostervaccin genomen. Nederlanders hebben de helft van het aantal contacten dat ze zouden hebben zonder een pandemie.

- C) Het invoeren van 1G op een substantieel aantal andere locaties dan thuis en school (denk aan werk, horeca, winkels, supermarkten en sportscholen) zou bij het openen van de samenleving niet of nauwelijks leiden tot een stijging van het**

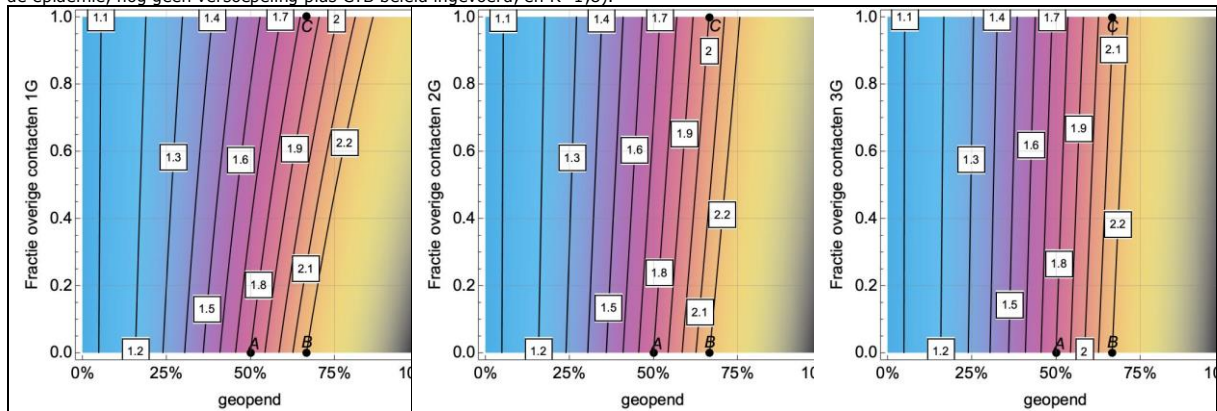
reproductiegetal. Het toepassen van 2G en 3G heeft een beperkt effect op het reduceren van de verspreiding van het virus in de samenleving. Het reproductiegetal zou in alle gevallen ruim boven de 1,0 blijven. Figuur III geeft een illustratie van deze conclusies. We nemen aan dat het aantal contacten dat Nederlanders januari 2022 hebben de helft is van het aantal contacten dat ze zouden hebben gehad zonder een pandemie (Punt A in de figuren). Als 17% meer contacten toegestaan worden zonder invoering van een CTB beleid (Punt B, in de figuren) dan stijgt het reproductiegetal van 1,8 naar 2,2. Als in zo'n situatie 1G wordt ingevoerd op alle andere locaties dan thuis en school, dan daalt het reproductiegetal naar 1,46 (punt C, links). Als 2G ingevoerd wordt op alle andere locaties dan thuis en school, dan daalt het reproductiegetal naar 1,90 (Punt C, midden). Wordt in zo'n situatie 3G ingevoerd op alle andere locaties dan thuis en school, dan daalt het reproductiegetal naar 1,91 (Punt C, rechts). Stel dat de samenleving geopend wordt, alle contacten toegestaan zijn, en 1G wordt ingevoerd op alle andere locaties dan thuis en school (denk aan werk, horeca, winkels, supermarkten en sportscholen). In dat geval daalt het reproductiegetal van 1,8 naar 1,68 (Punt D, links).

Figuur III: illustratie van de effectiviteit van 1G (links) 2G (midden) en 3G (rechts) op alle andere locaties dan thuis en school in januari 2022. Verticale lijnen geven het reproductiegetal weer. X-as: percentage contacten dat Nederlanders hebben vergeleken met voor de pandemie. Y-as: percentage locaties anders dan thuis en school waar CTB beleid geldt. De uitgangssituaties zijn de punten A (50% van de contacten van voor de pandemie nog geen CTB beleid ingevoerd, en $R=1,8$).



- D) Het mogelijk maken van een substantieel aantal extra contacten op andere locaties dan thuis, school en werk (denk aan horeca, winkels, supermarkten en sportscholen), zal leiden tot een toename van het reproductiegetal, ook als CTB beleid wordt ingevoerd op een groot aantal van de werk en overige locaties. Het invoeren van 2G en 3G beleid op deze locaties heeft in de januari 2022 situatie een zeer beperkt effect op het reproductiegetal.** Figuur IV geeft een illustratie van deze conclusies. We nemen wederom aan dat het aantal contacten dat Nederlanders hebben de helft is van het aantal contacten dat ze zouden hebben gehad zonder een pandemie (Punt A van de figuren). Als 17% meer contacten mogelijk worden zonder dat CTB beleid wordt ingevoerd (Punt B in de figuren) dan stijgt het reproductiegetal van 1,8 naar 2,2. Als vervolgens 1G ingevoerd wordt op alle andere locaties dan thuis, school en werk (denk aan horeca, winkels, supermarkten en sportscholen), dan daalt het reproductiegetal naar 1,8 (Punt C, links). Als in zo'n situatie 2G wordt ingevoerd op alle andere locaties dan thuis en school, dan daalt het reproductiegetal van 2,2 naar 2,0 (Punt C, midden). Als 3G wordt ingevoerd op alle andere locaties dan thuis en school, dan daalt het reproductiegetal naar 2,1 (Punt C, rechts).

Figuur IV: illustratie van de effectiviteit van 1G (links) 2G (midden) en 3G (rechts) op alle andere locaties dan thuis, school en werk in januari 2022. Verticale lijnen geven het reproductiegetal weer. X-as: percentage contacten dat Nederlanders hebben vergeleken met voor de pandemie. Y-as: percentage locaties anders dan werk, thuis en school waar CTB beleid geldt. De uitgangssituaties zijn de punten A (50% van de contacten van voor de epidemie, nog geen versoepeling plus CTB beleid ingevoerd, en $R=1,8$).



Resultaten van het gedragsonderzoek

Het gedragsonderzoek laat zien dat een substantiële groep Nederlanders die de eerste vaccins heeft genomen, twijfelt of zij zullen kiezen voor de boosterprik. De twijfel is met name groot onder jongeren en onder mensen die de eerste vaccins pas hebben genomen een paar maanden nadat zij een uitnodiging kregen. De meeste ongevaccineerde deelnemers weten zeker dat zij nooit een COVID-19 vaccin zullen nemen. Ongeveer een kwart van de ongevaccineerde deelnemers zegt dat zij pas een vaccin zullen nemen als er voldoende wetenschappelijk bewijs is dat er geen lange termijneffecten zijn van een vaccin. De groep ongevaccineerden die aangeeft dat ze een vaccin zullen nemen als het CTB wordt afgeschaft is groter dan de groep die zegt een vaccin te nemen als de overheid 2G invoert of op meerdere plekken 3G invoert (werk/onderwijs).

Uit het gedragsonderzoek volgt dat in november 2021 naar schatting tussen den 620.000 en 660.000 ongevaccineerde volwassen Nederlanders CTB locaties bezochten. Tussen de 300.000 en de 325.000 deed dit nadat zij een negatieve test hadden gedaan. Als deze groep geen toegang meer krijgt tot CTB locaties door invoering van 2G, dan kiest ongeveer 40% voor alternatieve activiteiten met andere mensen dan hun gezinsleden. De overige 60% kiest niet voor alternatieve activiteiten of alleen voor alternatieve activiteiten met gezinsleden. Dit betekent dat naar schatting tussen de 180.000 en 195.000 ongevaccineerde volwassen Nederlanders zeker minder contacten zullen hebben bij een invoering van 2G op de locaties waar midden november 2021 nog 3G van toepassing was.

Effectiviteit van CTB beleid in een aantal situaties

Het effect op het reproductiegetal van het invoeren van 2G op de plaatsen waar midden november 2021 3G gold, zal laag zijn doordat het aantal ongevaccineerden dat hierdoor minder contacten zou hebben beperkt is. Een belangrijkere verklaring voor de beperkte effectiviteit van 2G en 3G is de afnemende bescherming van vaccinatie tegen besmetting met de Omikronvariant. In een optimale situatie kan het invoeren van 2G op alle andere locaties dan school en thuis (denk aan werk, horeca en supermarkten) in januari 2022 leiden tot een 16,0% reductie van het reproductiegetal, en bij 3G is dit 15,3%. In de optimale situatie kan het invoeren van 2G op alle andere locaties dan school, thuis en werk in januari 2022 leiden tot een 9,8% reductie van het reproductiegetal en bij 3G is dit 5,4%. De bovenstaande cijfers gaan over de optimale situatie, waarbij we ervan uitgaan dat het coronatoegangsbewijs veel invloed heeft op het gedrag van ongevaccineerden die geen lange termijn CTB hebben. Het gedragsonderzoek laat echter zien dat een grote groep ongevaccineerden voor alternatieve activiteiten met andere mensen dan hun gezinsleden zal kiezen als zij geen toegang meer hebben tot bepaalde locaties. Daardoor vervangen zij contacten met een

hoog besmettingsrisico voor andere contacten met een hoog besmettingsrisico, waardoor de effectiviteit van 2G en 3G CTB lager zal zijn dan in de optimale situatie.

Het invoeren van 1G is een stuk effectiever. Met name als: 1) dit beleid op veel locaties wordt ingezet en; 2) de kwaliteit van de toegangstesten hoog is wat bepaalt in hoeverre 1G ervoor kan zorgen dat er weinig besmettelijke mensen op CTB locaties zijn. In de meest optimale situatie leidt het invoeren van 1G op alle andere locaties dan school en thuis tot een 44,9% reductie van het reproductiegetal en het invoeren van dit beleid op alle andere locaties dan thuis, school en werk leidt maximaal tot een reductie van het reproductiegetal van 19,2%.

Of 2G en 3G in de toekomst effectiever kunnen zijn hangt af van hoe de epidemiologische situatie zich verder ontwikkelt. 2G en 3G worden weer effectiever als het reproductiegetal dichterbij de 1 komt, als het verschil in immuniteit tussen degenen met of zonder een vaccinatie- of herstelbewijs groter wordt, en als de groep zonder vaccinatie- of herstelbewijs een grotere omvang heeft. Omdat de effectiviteit van CTB beleid zo sterk afhangt van de epidemiologische situatie, is het belangrijk om de analyses die in deze studie gedaan zijn regelmatig te actualiseren.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Uw vraagstelling	2
1.3	Onderzoeksaanpak	2
1.4	Uitgangspunten	3
1.5	Consortium	4
2	Inzet van het CTB en de referentie	5
2.1	Mogelijke doelen voor inzet CTB	5
2.2	Verschillende varianten van CTB en de referentie	6
3	Resultaten gedragsonderzoek	8
3.1	Inleiding	8
3.2	Opzet gedragsonderzoek	8
3.3	Boosterbereidheid	10
3.4	Verskil in besmetting gevaccineerden en ongevaccineerden	11
3.5	Wat kan ongevaccineerden bewegen om alsnog het vaccin te nemen?	12
3.6	Bezoek van CTB-locaties en naleving	13
3.7	Inzicht in alternatief gedrag ongevaccineerden bij 2G en 1G	15
4	Internationale vergelijking	18
4.1	Landen waar een CTB al wordt toegepast	18
4.2	Modelleringsstudies in andere landen	18
4.3	Empirische studies in andere landen	20
5	Opzet modellering	22
5.1	Inleiding	22
5.2	Toelichting modellering	22
5.3	Gebruikte data en modelkeuzes	25
5.4	Parameters voor varianten analyse: optimistische en pessimistische schattingen	30
6	Resultaten modelanalyse	32
6.1	Inleiding	32
6.2	Resultaten voor individueel risico (Risico Taxatie Model)	32
6.3	Resultaten voor groepsrisico: Reproductiegetal met Next Generation Model	38
7	Actualisatie aan de hand van nieuwe kennis over de Omikronvariant	47

7.1	Inleiding	47
7.2	Modelparameters	48
7.3	Resultaten voor individueel risico in januari 2022 (Risico Taxatie Model)	49
7.4	Resultaten voor groepsrisico: Reproductiegetal met Next Generation Model in januari 2022	51
8	Conclusies	54
8.1	Hoofdconclusies	54
9	Reflecties	57
9.1	Van reproductiegetal naar besmettingen en ziekenhuisopnames	57
9.2	Breder toepassen van CTB om meer andere contacten mogelijk te maken	57
9.3	Compenserend gedrag in de maatschappij	57
9.4	Verschillen tussen CTB-locaties	58
10	Aanbevelingen voor vervolg	59
11	Referenties	61
	Bijlagen	64

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In november 2021 namen in Nederland zowel de besmettingen met SARS-CoV-2 als de ziekenhuisopnames vanwege COVID-19 sterk toe. Om beide te verminderen zijn er tal van maatregelen genomen om de verspreiding van het coronavirus SARS-CoV-2 in te dammen. Veel van deze maatregelen beogen het aantal contacten tussen individuen te verminderen. Bij de keuze van deze maatregelen spelen tal van factoren een rol.

Het Coronatoegangsbewijs (CTB) kan toegepast worden om de COVID-19 epidemie af te remmen tijdens epidemische fases die geen lockdown vereisen, maar het volledig openen van de maatschappij (nog) niet mogelijk maken. In Nederland werd het afgelopen jaar een 3G beleid toegepast: bezoekers van bepaalde locaties moesten middels het CTB aantonen dat ze recent negatief getest, genezen of gevaccineerd waren. Andere Europese landen kozen voor een 2G beleid, waarbij alleen mensen die genezen of gevaccineerd zijn toegang krijgen. Een 1G beleid (wat alleen recent negatief geteste mensen toegang geeft) is ook in het publieke debat genoemd als optie. In Duitsland wordt er nu ook een 2G+1G beleid gevoerd wat betekent dat alleen gevaccineerden en mensen die genezen zijn van COVID-19 toegang krijgen tot CTB locaties, waarbij deze groepen ook een negatieve test moeten kunnen overleggen.

De verwachte effecten van verschillende vormen van het CTB beleid op het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames in heel Nederland zijn nog niet goed in kaart gebracht. Wel zijn er voor evenementen binnen het programma 'Fieldlab Evenementen'¹ ervaringen opgedaan met het testen van alle bezoekers. Binnen Fieldlab Evenementen is gekeken naar de mogelijkheid om evenementen te organiseren ten tijde van een pandemie. Hierbij is onderzocht of, met een pakket aan maatregelen zoals testen, het risico op besmettingen (en ziekenhuisopnames) op verschillende type evenementen vergelijkbaar is met een acceptabel aantal besmettingen. Het acceptabele niveau is uiteraard een bestuurlijke keuze. Binnen het Fieldlab programma is een voorstel gedaan op basis van het besmettingsrisico thuis ten tijde van de lockdown in de winter van 2020/2021 en het voorjaar van 2021 (1,1-2,2 besmettingen per 100.000 mensen per uur). De resultaten hiervan hebben echter enkel betrekking op de bezoekers van deze evenementen.

Het effect van CTB-beleid, mogelijk toegepast op meer locaties dan deze evenementen, op het reproductiegetal en vervolgens de ontwikkeling van besmettingen en ziekenhuisopnames in Nederland, is echter nog niet onderzocht. In dit onderzoek bestuderen wij daarom hoe effectief het CoronaToegangsBewijs (CTB) is in verschillende varianten als 3G, 2G en 1G op locaties in het tegengaan van de verspreiding van het virus in de samenleving? Het onderzoek is uitgevoerd door een team van onderzoekers van de TU Delft, Utrecht UMC, Populytics, Erasmus Universiteit Rotterdam en Erasmus MC in opdracht van het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport.

¹ <https://fieldlabevenementen.nl/>

1.2 Uw vraagstelling

Het doel van dit onderzoek is als volgt geformuleerd:

Hoe effectief is het CoronaToegangsBewijs (CTB), in verschillende varianten als 3G, 2G en 1G in het tegengaan van de verspreiding van het virus in de samenleving?

In dit onderzoek is in korte tijd, op basis van beschikbare kennis, een schatting gemaakt van de effecten van verschillende vormen van CTB-beleid. Daarnaast is een advies opgesteld voor het periodiek actualiseren van deze schattingen op basis van actuele informatie en op basis van nieuw vergaarde data waarvoor een meetadvies is opgesteld.

1.3 Onderzoeksaanpak

Het onderzoek bestaat uit 4 sporen:

1. Modelanalyse. Het doel van dit onderzoek is om de modellering van CTB-locaties (met het "Risico Taxatie Model") te koppelen aan een "Next Generation Model" dat het effect van CTB beleid op het reproductiegetal bepaalt voor heel Nederland. Hiermee kan de impact worden bepaald voor het individueel risico voor mensen die een CTB-locatie bezoeken en de impact op de ontwikkeling van besmettingen en ziekenhuisopnames in Nederland.
2. Onderzoek naar gedragseffecten. Het doel hiervan is om een beeld te vormen van gedrag van mensen en de mate waarin er alternatief gedrag kan ontstaan als gevolg van het CTB-beleid.
3. Internationale vergelijking. Het doel hiervan is om een beeld te vormen van de landen om ons heen en de effecten van CTB-beleid in andere landen.
4. Het opstellen van een advies voor actualisatie en specificatie van de schattingen.

Eerste schattingen

Binnen het onderzoek is een dataset opgesteld van de actuele situatie (dus midden november 2021) in Nederland. Het gaat dan bijvoorbeeld om aantallen mensen die zijn gevaccineerd, infecties hebben doorgemaakt (of beide) en die dat kunnen aantonen. Het gaat ook om de vaccin effectiviteit (VE) en hoe dit zich ontwikkelt in de tijd. Deze dataset is gebaseerd op gepubliceerde onderzoeken, actuele data uit openbare bronnen, de inzichten uit het onderzoek naar gedragseffecten en internationale ervaringen. Soms is het ook nodig geweest om aanvullende keuzes te maken op basis van kennis en ervaring om de data te vertalen naar de Nederlandse situatie. Deze keuzes zijn expliciet aangegeven.

Deze dataset is gebruikt voor de modelanalyse. In het onderzoek is het Risico Taxatie Model van Fieldlab gevoed met actuele data en is het model verbeterd door rekening te houden met immuniteit door doorgemaakte infecties bij niet gevaccineerde mensen. Daarnaast is een nieuw Next Generation Model ontwikkeld en toegepast. Dit model beschrijft het effect van CTB beleid op het reproductiegetal voor heel Nederland en onderscheidt individuen op basis van leeftijd, immuniteit en het al dan niet bezitten van een CTB op basis van vaccinatie en/of bewezen doorgemaakte infectie.

Omgaan met onzekerheid: mogelijke varianten

De gehele situatie rondom COVID-19 wordt gekenmerkt door grote onzekerheid. Er bestaat geen precedent voor de ontwikkeling van een dergelijke pandemie in combinatie met vaccins en het gedrag van mensen. Daarom ontstaan er gaandeweg ook nieuwe inzichten en nieuwe data. Een voorbeeld hiervan is de werking van vaccins, de immuniteit op basis van vaccinaties en

doorgemaakte infecties en het alternatieve gedrag dat ongevaccineerden vertonen als zij geen toegang meer hebben tot bepaalde locaties (zonder een negatieve test).

Om met deze onzekerheid om te gaan hebben we op basis van de principes van 'explorative modeling' (zie Banks 1993) voor een aantal onzekere parameters naast de meest actuele schatting voor de epidemiologische situatie in november 2021 (het moment waarop we deze studie zijn begonnen) ook een *optimistische variant* en een *pessimistische variant* uitgewerkt. Verkennend modelleren is een manier om modellen te gebruiken ter ondersteuning van besluitvorming onder grote onzekerheid. Dit principe wordt bijvoorbeeld ook bij klimaatverandering gehanteerd (Kwakkel et al 2014). Het werken met een optimistische en een pessimistische variant kan worden gebruikt om zicht te hebben op het effect van nieuwe ontwikkelingen (denk hierbij aan het feit dat de boosterprik zorgt voor meer bescherming, maar ook voor het feit dat de beschermende werking van het vaccin na een tijdje afneemt). We hebben de gevoeligheid van de resultaten onderzocht voor:

- De kwaliteit van toegangstesten;
- De immuniteit op basis van de vaccinatiegraad en doorgemaakte infecties;
- De effectiviteit van het vaccin voor het voorkomen van besmettingen (we kijken hierbij zowel naar de kans dat mensen besmet raken als de kans dat zij het virus overdragen) en het voorkomen van ziekenhuisopnamen;
- Compenserend gedrag van mensen als gevolg van CTB-beleid.

Omikron update

Daarnaast hebben we in januari 2022 een aanvullende studie gedaan waarin we het model hebben geactualiseerd op basis van nieuwe kennis over de effecten van de Omikronvariant op de epidemiologische situatie. De resultaten van deze actualisatie zijn verwerkt in Hoofdstuk 7.

1.4 Uitgangspunten

Dit onderzoek richt zich enkel op de effecten van CTB-beleid op de verspreiding van het virus in Nederland en het individueel risico dat een bezoeker loopt op een CTB locatie. Naar andere consequenties van het CTB-beleid zoals de ethische wenselijkheid of de uitvoerbaarheid is niet gekeken.

De modellering zoals die is opgesteld is gebaseerd op de epidemiologische situatie in november 2021 in Nederland. Dit is het moment waarop wij onze studie begonnen. Op dat moment was de Deltavariant dominant in Nederland. De parameters als vaccinatiegraad, vaccineffectiviteit etc. zijn constant. Het gepresenteerde effect geldt dan ook voor de situaties waarin de epidemiologische situatie niet noemenswaardig verandert. Omdat de situatie in de praktijk wel verandert (bijvoorbeeld: de vaccinatiegraad neemt toe), neemt de geldigheid van deze schattingen af bij grote veranderingen in de epidemiologische situatie. Gezien de onzekerheden in de epidemiologische situatie en de data die hierover beschikbaar is, is de verwachting dat de resultaten voor de eerste 3 à 4 weken een goede indicatie zijn.

Voor het CTB-beleid maken we in dit onderzoek onderscheid in 2 groepen mensen:

- Type V (mensen die immuniteit hebben opgebouwd): Dit betreft mensen die zijn gevaccineerd, maar ook mensen die een herstelbewijs hebben van een doorgemaakte infectie(s).
- Type U (mensen die nog geen immuniteit hebben opgebouwd): Dit zijn mensen die nog niet in aanraking zijn geweest met het virus (naïeve mensen) en mensen die wel geïnfecteerd zijn

geweest, maar geen herstelbewijs hebben. Dat kan komen omdat ze zich niet hebben laten testen of geen symptomen hadden toen ze besmet waren (asymptomatisch).

Met de vaccin effectiviteit VE wordt in dit onderzoek bedoeld de gemiddelde effectiviteit van de verschillende vaccins en vaccinatieschema's die in Nederland gehanteerd werden voordat de eerste booster campagne begon. Ook veronderstellen we dat bewezen en niet-bewezen doorgemaakte infecties even effectief zijn als deze gemiddelde vaccinatie effectiviteit. De effectiviteit wordt altijd uitgedrukt in een percentage. Een effectiviteit van 60% betekent bijvoorbeeld dat als zonder vaccins (of infecties) er eerst 10 mensen besmet raken of ziek worden er door vaccins en infecties nog maar 4 mensen besmet raken of ziek worden. In dit voorbeeld worden er dus 60% minder mensen ziek of besmet doordat zij gevaccineerd zijn. De vaccin effectiviteit VE verschilt per type vaccin en is afhankelijk van het moment van vaccinatie (of eerdere infectie). In dit onderzoek is uitgegaan van een gemiddelde. De vaccin effectiviteit VE is verschillend voor de kans op transmissie, de vatbaarheid en de kans op ziekenhuisopname.

De interpretatie van de modeluitkomsten vereist voorzichtigheid. Het model is een simplificatie van de werkelijkheid. Er is ook niet expliciet gekeken naar een 2^e orde effect van testen en een strenger quarantainebeleid, impliciet is dat wel meegenomen bij de kalibratie van het model voor het bepalen van het reproductiegetal. Met het 2^e orde effect wordt bedoeld dat door meer te testen ook meer mensen in quarantaine gaan en anderen niet besmetten. Trends en relatieve verschillen tussen verschillende vormen van CTB-beleid (zoals verschillen tussen geen CTB beleid, 3G en 2G) zijn betrouwbaarder dan de exacte numerieke uitkomsten.

1.5 Consortium

Het onderzoek is uitgevoerd door een consortium van Populytics, TUDelft, Utrecht UMC, Erasmus Universiteit Rotterdam en Erasmus MC. In de uitwerking is onderscheid gemaakt in een projectteam en een klankbordgroep.

Het projectteam bestaat uit:

- Modellering: Bas Kolen (TU Delft), Martin Bootsma (Utrecht UMC)
- Gedragsonderzoek: Niek Mouter (TU Delft/Populytics), Martijn de Vries (TU Delft/Populytics),
- Internationaal: Mirjam Kretzschmar (Utrecht UMC)

Voor de begeleiding van het onderzoek is een interne klankbordgroep ingesteld met:

- Marc Bonten (Utrecht UMC)
- Patricia Bruijning-Verhagen (Utrecht UMC)
- Sake de Vlas (Erasmus MC)
- Janneke van de Wijgert (Utrecht UMC)
- Ganna Rozhnova (Utrecht UMC).
- Pieter van Gelder (TU Delft)
- Job van Exel (Erasmus Universiteit)
- Andreas Voss (Radboud UMC).

Projectleider en contactpersoon: Niek Mouter: n.mouter@tudelft.nl

2 Inzet van het CTB en de referentie

2.1 Mogelijke doelen voor inzet CTB

De toepassing van het CTB, in wat voor variant dan ook, is erop gericht om het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames te reduceren door op bepaalde locaties de kans op overdracht van het virus (transmissie) te verlagen. Hierdoor kan het mogelijk zijn om bepaalde locaties (eerder) te openen tijdens de pandemie terwijl er weinig effect is op de verspreiding van het virus. Dit kan gebeuren in combinatie met andere maatregelen op deze locatie zoals afstand houden en een lagere bezettingsgraad van locaties. Naar de effecten van deze andere maatregelen is in dit onderzoek niet gekeken. Voor de uitwerking van het reproductiegetal zijn effecten van maatregelen² die in november 2021 van kracht waren wel verdisconteerd in de kalibratie voor het vaststellen van de beginsituatie.

We kijken in dit onderzoek naar twee perspectieven:

1 Het individueel risico van een bezoeker van een CTB-locatie. Het gaat hierbij om bezoekers van CTB-locaties en om organisatoren van de activiteiten die plaatsvinden op CTB-locaties. De focus ligt op het risico dat mensen lopen door naar een CTB-locatie te gaan en met het virus geconfronteerd worden. De impact van het virus is voor niet-gevaccineerde mensen die nog niet eerder aan het virus zijn blootgesteld gemiddeld groter dan personen die eerder besmet zijn geweest of gevaccineerd. Voor de organisatoren van activiteiten en bezoekers is het van belang dat ze een omgeving kunnen bieden waar de risico's voor bezoekers acceptabel zijn.

2 Het effect op het reproductiegetal waarbij de impact op de Nederlandse samenleving centraal staat, dit kan ook wel het groepsrisico worden genoemd. Het gaat hierbij met name om de overbelasting van de zorg, dus de ziekenhuisopnames, de IC en alle andere zorgprocessen die getroffen worden door oplopende besmettingen en ernstige ziekte. Voor de uitvoering is in dit onderzoek als criterium gekeken naar het reproductiegetal, omdat het toekomstige aantal ziekenhuisopnames sterk gerelateerd is aan het reproductiegetal. Het groepsrisico wordt een knelpunt als het aanbod van de zorgvraag (de zieke mensen) de capaciteit overstijgt of dreigt te overstijgen. Indien dit aanbod niet wordt beperkt, is het nodig om keuzes te maken in de zorgverlening. Dat kan leiden tot een situatie waarin bepaalde mensen geen zorg meer kunnen krijgen of zorg met mindere kwaliteit.

De wenselijkheid van het invoeren van het CTB hangt af van de effectiviteit van de maatregel zelf, eventueel alternatief gedrag, de uitvoerbaarheid, de kosten en ethische dilemma's. Dit zal vergeleken moeten worden met de wenselijkheid van alternatieve maatregelen of afwezigheid van maatregelen. Dit is een politieke keuze. Dit onderzoek beperkt zich tot de effectiviteit van CTB-beleid op de reproductie, besmettingen en ziekenhuisopnames. We doen dus geen concrete

² Midden november 2021 waren de algemene maatregelen van kracht (afstand houden, thuisblijven bij klachten, hygiëne, ventilatie), en moest men mondkapjes gebruiken in het OV en publieke ruimtes. Daarnaast waren een aantal contactreductie maatregelen van kracht, zoals zoveel mogelijk thuiswerken en sluiting van eerdere sluiting van winkels en horeca.

uitspraken over andere belangrijke factoren in de afweging zoals uitvoerbaarheid en ethische wenselijkheid.

2.2 Verschillende varianten van CTB en de referentie

Het effect van een CTB-variant is in dit onderzoek bepaald door de vergelijking te maken met een situatie zonder CTB-beleid. In Tabel 1 zijn de verschillende onderzochte varianten opgenomen. Hierbij is ook de situatie opgenomen dat er vrije toegang is (geen CTB). Deze situatie is telkens als de referentie genomen in dit onderzoek. Daarnaast is ook de situatie opgenomen dat locaties gesloten zijn.

	Type V: Gevaccineerd of herstelbewijs	Type U: Niet gevaccineerd (naïef ³ of eerdere zonder herstelbewijs)
Geen CTB (referentie)	Vrije toegang	Vrije toegang
3G beleid	Vrije toegang	Testen
2G beleid	Vrije toegang	Geen toegang
1G beleid	Testen	Testen
2G+1G beleid	Testen	Geen toegang
Sluiting	Geen toegang	Geen toegang

Tabel 1 Onderzocht modaliteiten voor CTB.

Met de basismodellering stellen we een verwachting op van het effect van CTB beleid op het aantal besmettingen, ziekenhuisopnames en het reproductiegetal in de weken na midden november 2021. Let op, hierbij is er dus van uitgegaan dat de Deltavariant nog dominant is. De opgestelde varianten in de gevoeligheidsanalyse geven inzicht in het effect van het CTB als bijvoorbeeld vaccins effectiever zijn (na een booster) of juist minder effectief zijn. Het berekende effect is afhankelijk van bijvoorbeeld de vaccinatiegraad, het aantal genezen mensen, de effectiviteit van het vaccin en het gedrag van mensen. In de praktijk is gebleken dat deze parameters niet statisch zijn en (sterk) veranderen in de tijd of dat de inzichten steeds verbeteren. Door de onzekerheid in deze parameters neemt de betrouwbaarheid van de uitkomsten af naarmate de horizon verder weg ligt. Daarom is ervoor gekozen om uit te gaan van een vaste epidemiologische toestand in de modellering. Zoals gesteld hebben we ook de situatie van januari 2022 beschouwd uitgaande van de opkomst van de Omikronvariant. We adviseren om eens per 4 weken, en vaker indien de epidemiologische toestand veranderd, de schattingen te actualiseren op basis van de actuele inzichten.

Om al inzicht te krijgen in de onzekerheid en het belang van verschillende parameters werken we naast het basisscenario ook een 'pessimistische' en een 'optimistische' variant uit voor verschillende parameters. In Tabel 2 is een overzicht opgenomen. Naast deze parameters maken we in een gevoeligheidsanalyse ook nog onderscheid in:

- Een situatie met en zonder compenserend gedrag van mensen die niet meer naar CTB locaties toegaan op het reproductiegetal.
- Het effect van de booster bij 60-plussers voor het individueel risico.

Het pessimistische scenario gaat dan uit van een mindere werking van het vaccin op besmettingen of ziekenhuisopnames, mindere kwaliteit van de toegangstesten door een lagere sensitiviteit, meer

³ Naïef betekent dat deze mensen nog niet blootgesteld zijn aan het virus en dus ook geen antistoffen hebben.

fraude/minder handhaving, of een lagere immuniteit na een doorgemaakte infectie. In het optimistische scenario is gekeken naar een betere kwaliteit van toegangstesten. Ook is gekeken naar een betere werking van het vaccin in de eerste periode na toedienen van het vaccin (of een booster) en naar een hogere vaccinatiegraad. In Tabel 2 is een overzicht opgenomen.

	Pessimistische variant	Optimistische variant
Kwaliteit van testen	Lagere kwaliteit van testen	Hogere kwaliteit van testen
Effectiviteit vaccins	Lagere effectiviteit van vaccins op vatbaarheid en transmissie en kans op ziekenhuisopname (bv in de periode net voor een booster)	Hogere effectiviteit van vaccins op vatbaarheid, transmissie, kans op besmetting, en kans op ziekenhuisopname (bv na een booster)
Immuniteit (vaccinatiegraad en doorgemaakte infecties)	Lage vaccinatiegraad en percentage genezen	Hoge vaccinatiegraad en percentage genezen

Tabel 2 Beschrijving pessimistische en optimistische scenario's voor effectiviteit testen, effectiviteit vaccin en immuniteit.

3 Resultaten gedragsonderzoek

3.1 Inleiding

Zoals eerder gesteld, wordt de gehele situatie rondom COVID-19 gekenmerkt door grote onzekerheid. Om hier recht aan te doen in onze modelstudie maken we voor een aantal onzekere parameters onderscheid tussen een pessimistische schatting en een optimistische schatting, waardoor we op het niveau van bandbreedten inschattingen kunnen maken van de effectiviteit van CTB-beleid.

Om beter te kunnen duiden of er bij de interpretatie van de scenario's vooral moet worden gekeken naar één van de twee scenario's, hebben we in het kader van dit project ook een gedragsonderzoek uitgevoerd. In hoeverre werkt het huidige toegangs-testbeleid? Wat zijn de verwachtingen over de ontwikkeling van de vaccinatiegraad? In hoeverre vertonen mensen alternatief gedrag wanneer zij niet toegelaten worden op een CTB-locatie (vervangen zij een misgelopen festival voor een thuisfeest? Gaan zij in de kroeg met elkaar voetbal kijken nu ze niet meer de stadions in mogen?).

3.2 Opzet gedragsonderzoek

We ontwikkelden een vragenlijst om deze onderzoeksdoelen te halen (volledige vragenlijst is te vinden in bijlage C). Het gedragsonderzoek is uitgevoerd tussen 27 november en 9 december 2021. De vragenlijst is uitgevoerd door aan het marktonderzoeksbureau Dynata te vragen om 3.000 deelnemers te selecteren die gezamenlijk een representatieve steekproef van de volwassen Nederlandse bevolking vormen op de kenmerken leeftijd, geslacht en opleiding. Ditzelfde marktonderzoeksbureau is gevraagd om 500 Nederlanders extra te selecteren die op het moment van het onderzoek niet gevaccineerd zijn. We hebben deze tweede steekproef toegevoegd omdat we verwachten dat de gedragseffecten van CTB beleid groter zijn voor ongevaccineerde Nederlanders dan voor gevaccineerde Nederlanders, en omdat vanwege de huidige vaccinatiegraad het aantal ongevaccineerden in de eerste steekproef te gering zou zijn om dit voldoende goed te onderzoeken.

Na verschillende controles op de kwaliteit van de antwoorden van de respondenten, hielden we uiteindelijk 2.634 respondenten over in de representatieve steekproef en 445 respondenten van het extra panel van ongevaccineerden. Van de deelnemers uit de representatieve steekproef bleek 85,3% gevaccineerd. Dit is iets lager dan in de Nederlandse bevolking. De foutmarge van de resultaten die gebaseerd zijn op de steekproef is 1,91%. Tabel 3 presenteert de kenmerken van de respondenten van de representatieve steekproef.

	Percentage in panel	Percentage Nederlandse bevolking	Chi-kwadraat
Alle respondenten			
Totaal	2632		
Geslacht			
Man	49,1%	49,3%	12,54
Vrouw	50,9%	50,7%	P = 0,051
Leeftijd			
18 – 29 jaar	16,6%	19,0%	0,850
30 – 39 jaar	15,2%	15,3%	P = 0,850
40 – 49 jaar	16,0%	15,7%	
50 – 59 jaar	18,6%	18,0%	
60 – 69 jaar	15,4%	15,0%	
70 jaar of ouder	18,2%	17,1%	
Hoogst genoten opleiding			
Basisonderwijs. Vmbo. havo. onderbouw. vwo- onderbouw. mbo1	28,5%	28,5%	1,012
Havo. vwo. mbo 2-4	36,8%	36,8%	P = 0,603
Hbo. Universiteit	34,6%	34,6%	

Tabel 3 Achtergrondkenmerken van respondenten uit de steekproef.

In totaal bevatten de representatieve steekproef en de tweede steekproef gezamenlijk 783 respondenten die niet gevaccineerd zijn. Hieronder beschrijven we de kenmerken van deze respondenten. Het is lastig om te zeggen hoe representatief deze 783 respondenten precies zijn voor de totale populatie aan ongevaccineerden van eind november, omdat we niet over alle cijfers beschikken (bijvoorbeeld over opleidingsniveau van ongevaccineerden). Maar we zien dat net als in de populatie het aantal jonge ongevaccineerden relatief groot is ten opzichte van het aantal ouderen. Als we ervan uitgaan dat de groep ongevaccineerden deelnemers representatief is voor de populatie van ongevaccineerden van 18 jaar en ouder die geschat wordt op ongeveer 2 miljoen mensen, dan is de foutmarge in de resultaten 3.5%.

	Percentage in panel
Ongevaccineerde respondenten	
Totaal	783
Geslacht	
Man	40,4%
Vrouw	59,6%
Leeftijd	

18 – 29 jaar	45,7%
30 – 39 jaar	15,8%
40 – 49 jaar	10,7%
50 – 59 jaar	12,1%
60 – 69 jaar	12,8%
70 jaar of ouder	2,9%
Hoogst genoten opleiding	
Basisonderwijs. Vmbo. havo. onderbouw. vwo-onderbouw. mbo1	20,7%
Havo. vwo. mbo 2-4	32,4%
Hbo. Universiteit	36,9%

Tabel 4 Achtergrondkenmerken van respondenten uit de steekproef.

3.3 Boosterbereidheid

De modelresultaten in de andere hoofdstukken laten zien dat de mate waarin de vaccins bescherming bieden tegen besmetting en ziekenhuisopname belangrijke factoren zijn voor de effectiviteit van CTB-beleid. Wanneer de bescherming door vaccins afneemt dan wordt met name 3G- en 2G-beleid minder effectief, omdat het verschil tussen gevaccineerden en ongevaccineerden kleiner wordt in termen van besmettelijkheid en kans op ziekenhuisopname. Een belangrijk middel om de bescherming van vaccins te vergroten is het aanbieden van boostervaccins. Hoe meer mensen een booster nemen op de daarvoor door de overheid aangewezen opportune momenten, hoe hoger de bescherming van de totale populatie van gevaccineerde Nederlanders. Om te onderzoeken hoeveel mensen een boosterprik zullen nemen in het winterseizoen van 2021-2022 is gevraagd of mensen direct een boosterprik zullen nemen als ze worden uitgenodigd, of dat ze twijfelen aan het nemen van een booster, of al zeker zijn dat ze *geen* booster zullen nemen. We hebben ook aan de deelnemers gevraagd of zij eerste vaccins (de eerste twee Pfizer, Moderna, of AstraZeneca vaccinaties, of de eerste Janssen vaccinatie) direct na de uitnodiging hebben genomen, een paar weken nadat ze de uitnodiging kregen, of pas na een paar maanden. Wanneer we kijken naar de gevaccineerden dan zien we dat 82,5% van de gevaccineerden zich direct na het krijgen van een uitnodiging liet vaccineren. Van deze grote groep is 86,7% er zeker van dat ze ook direct hun eerste boosterprik zullen nemen. Slechts 2,1% is er op dit moment zeker van dat ze deze eerste boosterprik niet zullen nemen. Bij de groep deelnemers die pas na een paar weken of een paar maanden zichzelf lieten vaccineren met de eerste vaccins is er veel meer twijfel over de boosterprik. Bij de groep die deze eerste vaccins pas na een paar maanden accepteerde is de groep die de boosterprik direct denkt te gaan nemen kleiner dan de groep die er zeker van is dat ze de boosterprik niet zullen nemen.

	Zeker booster	Twijfel booster	Zeker geen booster
Direct vaccin(s) genomen (82,5%)	86,7%	11,3%	2,1%
Vaccin(s) na weken genomen (9,3%)	37,6%	51,0%	11,3%
Vaccin(s) na maanden genomen (8,2%)	20,7%	51,4%	27,9%

Tabel 5 Intentie van gevaccineerde Nederlanders om de eerste boosterprik te nemen uitgesplitst naar moment waarop men de eerste vaccins heeft genomen.

Deze resultaten betekenen in ieder geval dat er niet van mag worden uitgegaan dat iedereen die de eerste vaccins heeft genomen ook zal kiezen voor een boosterprik. Een opmerking die moet worden gemaakt, is dat de preferentie voor het nemen van een boosterprik sterk verschilt tussen leeftijdsgroepen. Tabel 6 laat zien dat het percentage gevaccineerde ouderen (70+) dat er zeker van is om een boosterprik te nemen veel hoger is dan het percentage jongeren (18-29 jaar). Er is met name een groot verschil tussen de boosterbereidheid in de groep 18-29 jaar en de andere leeftijdsgroepen.

	Zeker booster	Twijfel booster	Zeker geen booster
18 – 29 jaar	14,2%	20,5%	65,4%
30 – 39 jaar	60,2%	13,1%	26,6%
40 – 49 jaar	70,2%	12,3%	17,5%
50 – 59 jaar	59,7%	21,6%	18,7%
60 – 69 jaar	55,1%	24,4%	20,5%
70+	83,5%	12,0%	4,4%

Tabel 6 Intentie van gevaccineerde Nederlanders om de eerste boosterprik te nemen uitgesplitst naar leeftijd.

Een kanttekening die we bij deze resultaten moeten maken is dat de vraagstelling die we hebben gebruikt niet zo geavanceerd is als de vraagstelling in een discrete keuze-experiment waarmee accuratere schattingen kunnen worden gemaakt. Een dergelijk experiment is bijvoorbeeld gedaan in november 2020 en op basis van dat experiment werd vastgesteld dat 87% van de Nederlandse bevolking van 18 jaar en ouder een vaccin zou nemen met weinig ernstige bijwerkingen en een effectiviteit van (minimaal) 90% (Mouter et al., 2022). Ook uit dat onderzoek bleek dat de vaccinatiebereidheid van ouderen hoger is dan onder jongeren. Een andere opmerking die belangrijk is om in het achterhoofd te houden is dat er op het moment van het gedragsonderzoek nauwelijks informatie bekend was over de Omikronvariant en dat de vaccins minder goed beschermen tegen infectie met de Omikronvariant. Dit kan ervoor zorgen dat de uiteindelijke boosterbereidheid (per leeftijdsgroep) afwijkt van de schattingen die hierboven zijn getoond.

Wat zijn de redenen die zogenaamde boostertwijfelaars of boosterweigeraars noemen? We zien aan de ene kant opmerkingen van respondenten die initieel waren gevaccineerd uit solidariteit, maar aangeven dat ze om verschillende redenen geen booster willen nemen vanuit deze motivatie. Aan de andere kant zien we mensen die teleurgesteld zijn over de werking van de vaccins en mensen die twijfelen of het wel goed is om op regelmatige basis gevaccineerd te worden. Hieronder een aantal quotes ter illustratie:

- *"Ik heb mijn plicht gedaan 2 vaccinaties en laten we eerst is de multiculturele groep zonder vaccinatie aanpakken hierdoor zitten we in deze shit."*
- *"Heb 2 vaccinaties gehad en zou volgens rutte en de jonge goed beschermd zijn. wat dus nu blijkt niet waar te zijn. Ze liegen alsof het gedrukt staat. twijfel daarom of ik de derde en misschien wel 4 5 6 enzo neem.denk het niet."*
- *"Ik heb het afgelopen jaar behalve de 2 vaccins nog meer prikken gehad o.a. antibiotica en ik twijfel of nog meer prikken wel gezond zijn. dus voorlopig niet."*

3.4 Verschil in besmetting gevaccineerden en ongevaccineerden

Om de effectiviteit van CTB-beleid vast te stellen is het ook belangrijk om te weten in welke mate ongevaccineerden de laatste tijd besmet zijn geraakt met het virus. Wanneer de meerderheid van

de ongevaccineerde Nederlanders recentelijk een coronavirusinfectie heeft doorgemaakt, dan is het verschil tussen gevaccineerden en ongevaccineerden veel kleiner in termen van bescherming dan wanneer slechts een klein deel van de ongevaccineerden besmet is geraakt. Tevens is dan de groep ongevaccineerden die besmet kan worden een stuk kleiner. Om dit te onderzoeken hebben we aan deelnemers gevraagd of zij de laatste zes maanden besmet zijn geraakt met het coronavirus. Hieronder rapporteren wij de antwoorden van de gevaccineerden en ongevaccineerden die deze vraag wilden beantwoorden (deze vraag was niet verplicht). We zien dat ongeveer 20% van de ongevaccineerden denkt COVID-19 te hebben doorgemaakt in de laatste zes maanden, terwijl dit percentage een stuk lager ligt (9%) bij de gevaccineerde deelnemers aan dit onderzoek. Ook zegt een relatief groot deel van de ongevaccineerde deelnemers dat zij niet weten of ze de laatste zes maanden zijn besmet met het coronavirus.

	Ongevaccineerden (n = 783)	Gevaccineerden (n = 2296)
Nee, ik denk het niet maar dit is niet bevestigd met een test	39,8%	53,2%
Nee, dit is bevestigd met een test	22,6%	29,0%
Ja, maar dit is niet bevestigd met een test	7,3%	3,2%
Ja, dit is bevestigd met een test	12,8%	5,9%
Ik weet het niet	17,6%	8,7%

Tabel 7 Vraag: Denkt u dat u de laatste zes maanden besmet bent of besmet bent geweest met het coronavirus?

3.5 Wat kan ongevaccineerden bewegen om alsnog het vaccin te nemen?

Een gevolg van een strikter CTB-beleid zoals 2G zou kunnen zijn dat mensen die op dit moment niet gevaccineerd zijn, toch besluiten om het vaccin te nemen om zichzelf zo toegang tot de CTB-locaties te verschaffen. In dat geval zou een strikter CTB-beleid ervoor zorgen dat de bescherming van de totale Nederlandse bevolking tegen ziekenhuisopnamen toeneemt. Als we kijken naar de 783 ongevaccineerde deelnemers aan ons onderzoek, dan zegt 31% erover te twifelen om zich alsnog te laten vaccineren, terwijl 69% aangeeft zeker te weten dat zij zichzelf nooit zullen laten vaccineren. We hebben aan ongevaccineerde deelnemers gevraagd wat eventueel overwegingen zouden kunnen zijn om zichzelf alsnog te laten vaccineren. Hieronder rapporteren wij het percentage ongevaccineerde deelnemers dat een bepaald antwoord gaf op deze vraag. Deelnemers konden meerdere opties kiezen. Voldoende wetenschappelijk bewijs over het gebrek van lange termijneffecten zou voor de grootste groep ongevaccineerden een trigger zijn om zichzelf alsnog te laten vaccineren. Een strikter CTB-beleid zou maar voor een kleine groep van de ongevaccineerden een aanleiding zijn om zichzelf te laten vaccineren.

- 50%: ik zou het vaccin nooit nemen
- 23%: Als er voldoende wetenschappelijk bewijs is dat er geen lange termijneffecten zijn van een vaccin
- 9%: als het CoronaToegangsBewijs wordt afgeschaft
- 6%: als je een boete krijgt als je niet gevaccineerd bent
- 5%: als ik zelf erg ziek wordt van corona
- 5%: als ik kinderen heb gekregen en geen kinderen meer wil
- 4%: als iemand in mijn omgeving erg ziek wordt van corona
- 3%: als de huisarts mij belt voor een gesprek over voordelen en nadelen van een vaccin

- 3%: als de overheid 2G invoert
- 3%: als de overheid op meerdere plekken 3G invoert (werk/onderwijs)

Deelnemers konden ook spontaan andere redenen noemen om wel het vaccin te nemen. Verschillende deelnemers noemden de beschikbaarheid van het Novavax vaccin als reden om zich alsnog het vaccin te nemen. Zie hieronder een paar quotes.

"Als er het novavax vaccin gegeven kan worden"

"Als er reguliere vaccins beschikbaar komen zoals Novavax en Valneva . Maar misschien helpen dan de verschillende pillen waar ze mee bezig zijn ook wel om mensen uit het ziekenhuis te houden. Dwang zorgt er juist voor dat mensen de overheid en het vaccin wantrouwen. Betere voorlichting en ander kabinet kan helpen."

"Niet genetisch gemanipuleerde vaccins inspuiten zodat mijn genetisch stelsel ontregeld veranderd Wordt."

"Als er een ander traditioneel vaccin op de markt komt."

"Als er een ander vaccin komt wat gestoeld is op het ouderwestse griepvaccin, zoals b.v. Novavax."

"Als er een klassiek vaccin komt."

3.6 Bezoek van CTB-locaties en naleving

Een andere belangrijke onzekerheid in de modelresultaten is de mate waarin het CTB-beleid in de praktijk wordt nageleefd. In het onderzoek hebben wij eerst gevraagd aan de deelnemers welke CTB-locaties zij in de periode 30 oktober t/m 27 november hadden bezocht. Voor ongevaccineerde deelnemers geldt dat 32% in de periode 30 oktober t/m 27 november een CTB-locatie had bezocht. Als we dit vertalen naar de bevolking en ervan uitgaan dat 2 miljoen volwassenen nog niet is gevaccineerd, dan kunnen we inschatten dat tussen de 620.000 en 660.000 ongevaccineerden in de maand november 2021 een CTB-locatie bezochten. 57% van de gevaccineerde deelnemers bezocht in deze periode een CTB-locatie. Als we aannemen dat zonder CTB-beleid gevaccineerde en ongevaccineerde deelnemers in dezelfde mate een bezoek zouden brengen aan CTB-locaties, dan kan worden geconcludeerd dat CTB-beleid ervoor zorgt dat een fors deel van de ongevaccineerde bevolking ervoor kiest om CTB-locaties niet meer te bezoeken. Maar er is ook een andere interpretatie mogelijk. Het kan ook zo zijn dat bij de invoering van het CTB in september 2021 mensen die heel graag CTB-locaties bezoeken hebben besloten om zichzelf toch te laten vaccineren (uit de internationale vergelijking van hoofdstuk 4 volgt dat met name bij een lage vaccinatiëgraad het invoeren van het CTB ervoor kan zorgen dat de vaccinatiëgraad toeneemt gedurende een korte periode). Dit zou ook mede kunnen verklaren waarom het CTB-bezoek van gevaccineerden hoger is dan het bezoek van ongevaccineerden.

Aan de ongevaccineerde deelnemers die minimaal één locatie hadden bezocht vroegen wij op welke manier zij meestal toegang kregen tot de CTB-locatie. Hieronder rapporteren wij de resultaten.

- 49%: met een negatieve test
- 34%: zonder een CTB te laten zien

- 14%: met een herstelbewijs
- 2%: geleende CTB
- 2%: valse CTB

Uit de resultaten blijkt dat 49% van de ongevaccineerde deelnemers aangeeft dat zij een CTB-locatie bezoeken door een negatieve test te laten zien. Als we dit vertalen naar de populatie dan zijn bezochten tussen de 300.000 en 325.000 ongevaccineerden een CTB-locatie via een negatieve test. 14% bezoekt een CTB-locatie met een herstelbewijs. Een groot deel van de deelnemers bezoekt een locatie zonder een CTB te laten zien. Deze groep deelnemers kan worden opgesplitst in twee groepen die we niet kunnen onderscheiden op basis van dit onderzoek. Enerzijds mensen die een CTB-locatie bezoeken waar niet streng wordt gehandhaafd. Anderzijds zijn het mogelijk mensen die wel een negatieve test hebben gedaan, maar waarvoor geldt dat er niet naar hun CTB is gevraagd. Tot slot geeft 4% aan dat zij een CTB-locatie bezoeken via een geleend of vervalst toegangsbevijs.

We hebben voor dit onderzoek ook een uitsplitsing gemaakt naar leeftijdsgroepen.

	Geleend	Herstel- bewijs	Test	Vals	Niet laten zien
18-29	1%	15%	48%	2%	35%
30-39	3%	13%	55%	3%	28%
40-49	4%	15%	48%	0%	33%
50-59	0%	5%	48%	5%	43%
60+	3%	16%	47%	3%	31%

Tabel 8 Relatie tussen manier waarop CTB locatie wordt bezocht en leeftijd.

In het onderzoek hebben we ook aan gevaccineerden en ongevaccineerden gevraagd om een inschatting te maken van het aantal keer dat zij de laatste zes maanden (juni – november) een coronatest hebben gedaan via de verschillende mogelijkheden die er zijn. Ook hier zien we dat een fors deel van de ongevaccineerde deelnemers de laatste zes maanden geen coronatest heeft gedaan via Testen voor Toegang, maar ook niet via de GGD. Ook zien we dat het percentage gevaccineerden dat de laatste zes maanden een zelftest of een test bij de GGD heeft gedaan hoger ligt dan het percentage bij ongevaccineerden.

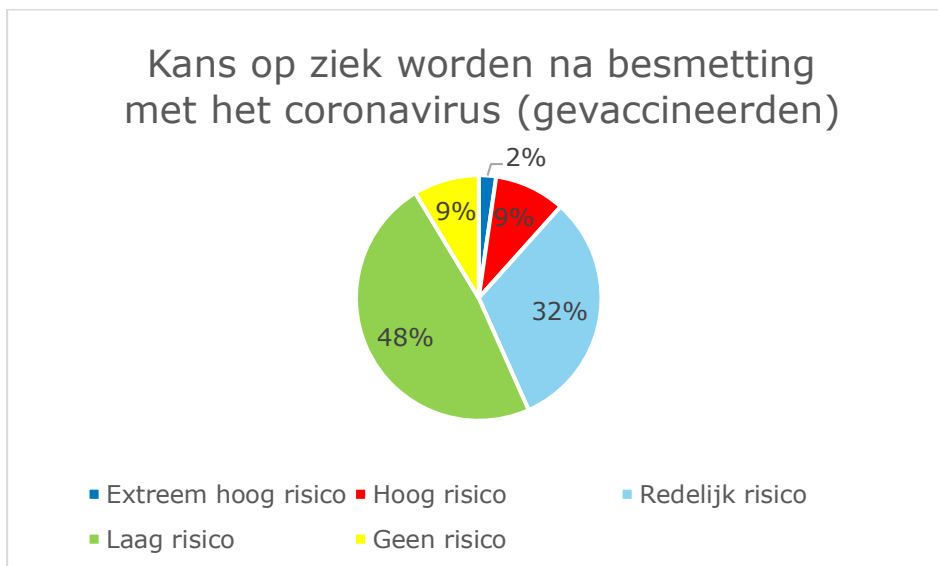
	Nooit	1x	2-4x	5-10x	> 10x
GGD (gratis)	64,5%	15,8%	16%	3,1%	0,6%
Testen voor toegang (gratis)	66,3%	10,5%	13,5%	8,5%	0,4%
Testen voor je reis (betaald)	84,9%	6,9%	5,6%	1,4%	0,1%
Bij commerciële aanbieders (betaald)	90,2%	4,3%	3,6%	0,4%	0,1%
Zelftest	60,9%	15,8%	16%	6,8%	0,3%

Tabel 9 Testen ongevaccineerden.

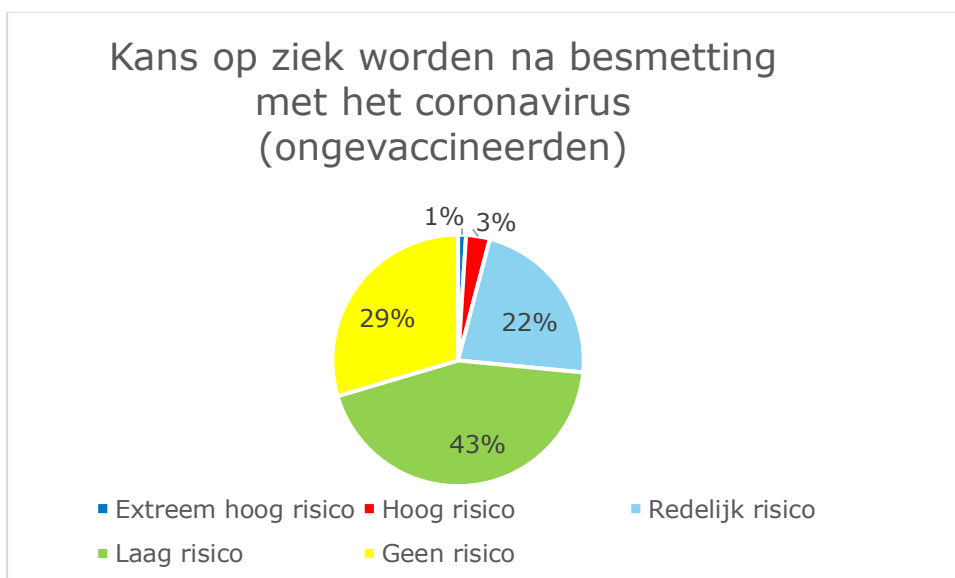
	Nooit	1x	2-4x	5-10x	> 10x
GGD (gratis)	59,7%	18,7%	18,7%	2,4%	0,3%
Testen voor toegang (gratis)	83,0%	6,1%	7,3%	2,1%	0,3%
Testen voor je reis (betaald)	85,1%	6,1%	6,3%	1,4%	0,1%
Bij commerciële aanbieders	88,2%	4,4%	4,5%	1,2%	0,1%
Zelftest	53,4%	18,1%	18,5%	6,8%	1,8%

Tabel 10 Testen gevaccineerden.

We zien ook dat gevaccineerden – ondanks dat ze gevaccineerd zijn – het risico om ziek te worden van COVID-19 over het algemeen hoger achten dan ongevaccineerden en we zien hetzelfde beeld bij de risicoperceptie van gevaccineerden en ongevaccineerden als het gaat om de kans om te komen te overlijden door COVID-19. Hieronder geven we alleen de risicopercepties om ziek te worden weer.



Figuur 1: risicopercepties gevaccineerden



Figuur 2: risicopercepties ongevaccineerden

3.7 Inzicht in alternatief gedrag ongevaccineerden bij 2G en 1G

Restaurants en cafés

22% van de ongevaccineerde deelnemers aan het onderzoek gaf aan dat zij in november 2021 een restaurant of café bezochten. Slechts 11% van de ongevaccineerden denkt een restaurant/café te bezoeken in januari 2022 onder de aanname dat de coronamaatregelen hetzelfde zouden blijven (3G en sluitingstijd 17.00 uur). Uiteindelijk werd kort na de dataverzameling besloten tot een

lockdown. Op het moment van data verzamelen was de aanname dat restaurants en cafés open zouden blijven in januari 2022 realistisch. Het verschil in bezoek in november 2021 en verwacht bezoek in januari 2022 kan verklaard worden door het feit dat in november de restaurants en cafés tot 20.00 uur open waren. Van de ongevaccineerden die in een situatie van 3G een restaurant willen bezoeken in januari zegt 60% dat zij minder naar restaurants zullen gaan bij een verandering van 3G naar 2G. De andere respondenten geven aan dat zij even vaak of zelfs vaker naar een restaurant zullen gaan bij 2G vergeleken met 3G. Dit zijn respondenten met een herstellbewijs, maar ook respondenten met een vervalste QR-code en mensen die een restaurant weten te bezoeken waar ze geen CTB hoeven te laten zien.

Als we kijken naar de ongevaccineerden die minder vaak restaurants bezoeken bij 2G dan zegt ongeveer 55% dat ze deze activiteit zullen vervangen door met het gezin thuis te eten/drinken of niets anders te doen, terwijl 45% zegt dat ze vaker met vrienden of andere familieleden bij hen thuis of bij anderen thuis zullen eten/drinken.

Bioscoop, theater, concertzaal, schouwburg

Slechts 9% van de ongevaccineerden is van plan om in januari 2022 naar een bioscoop, theater, concertzaal of schouwburg te gaan als de situatie blijft zoals in november 2021 (3G en sluitingstijd 17.00 uur). 50% van deze mensen gaat minder naar deze locaties toe wanneer 2G wordt ingevoerd. Wat voor alternatief gedrag tonen deze mensen? 42% zegt thuis een film te gaan kijken of iets anders te gaan doen met familie en/of vrienden. 24% gaat buiten de deur iets anders doen met familie en/of vrienden. 25% zegt buiten de deur iets anders te gaan doen alleen of met het gezin. 13% kiest geen vervangende activiteit.

Sportwedstrijden

Vervolgens is aan zowel gevaccineerden als ongevaccineerden gevraagd of zij grote sportwedstrijden zouden bezoeken in januari als dit weer mogelijk zou zijn in een situatie van 3G, 2G en 1G. 14% van de ongevaccineerden zegt een sportwedstrijd te gaan bezoeken bij 3G. 7% zegt dit te gaan doen bij 2G (daarbij gebruikmakend van een herstellbewijs of een vervalste/geleende QR-code). Opvallend genoeg zegt 16% sportwedstrijden te gaan bezoeken bij 1G. Een mogelijke reden dat ongevaccineerden meer sportwedstrijden gaan bezoeken bij 1G dan bij 3G is dat zij het eventueel eerder vinden dat iedereen wordt getest en dan sneller geneigd zouden zijn om zich ook te testen. Van deze groep kijkt 7% op dit moment sportwedstrijden in een groep van meer dan 10 mensen op een locatie buitenshuis, 6% in een groep van minder dan 10 mensen op een locatie en 25% met vrienden en familie ergens thuis. De rest van deze groep (62%) kijkt niet of alleen of met het eigen gezin.

Evenementen met meer dan 1.250 mensen

Dezelfde vraag als voor de sportwedstrijden is gesteld voor het bezoek van festivals en andere evenementen met meer dan 1.250 mensen. 15% zou in een situatie van 3G weer evenementen met meer dan 1.250 mensen bezoeken. Dit daalt naar 7% bij 2G en stijgt naar 18% bij 1G. De gedragsreactie is redelijk vergelijkbaar met de grote sportwedstrijden. Van deze groep doet op dit moment 12% andere activiteiten buiten met meer dan 10 mensen, 13% andere activiteiten die binnen plaatsvinden met meer dan 10 mensen, 16% kiest voor andere activiteiten die binnen plaatsvinden met minder dan 10 mensen, 15% kiest voor andere activiteiten de buiten plaatsvinden met minder dan 10 mensen en tot slot kiest 44% geen andere activiteit.

Ongeveer 40% van de respondenten kiest bij 2G voor alternatieve activiteiten

Als we de resultaten van het alternatieve gedrag van individuen moeten samenvatten dan zien we dat bij de invoering van 2G ongeveer 40% kiest voor alternatieve activiteiten met andere mensen dan hun gezinsleden in plaats van het bezoeken van een CTB locatie. Bij het bezoek van restaurants en cafés geeft bijvoorbeeld 45% aan dat ze vaker met vrienden of andere familieleden bij hen thuis of bij anderen thuis zullen eten/drinken en 38% van de ongevaccineerden geeft aan dat zij in november 2021 met andere mensen dan hun gezinsleden sportwedstrijden bekeken. Dit betekent dat naar schatting tussen de 180.000 en 195.000 ongevaccineerde Nederlanders van boven de 18 jaar (60% van 300.000 – 325.000 ongevaccineerden die nu via een negatieve test CTB locaties bezoekt) minder contacten hebben bij een invoering van 2G op de locaties waar midden november 2021 3G van toepassing was. Het feit dat ongeveer 40% van de ongevaccineerden contacten op CTB locaties inruilt voor andere contacten betekent niet per definitie dat CTB beleid geen effect heeft op verspreidingsrisico's binnen deze groep. We zien namelijk dat het aantal risicovolle contacten afneemt. Het aantal contacten bij een evenement met meer dan 1.250 bezoekers is bijvoorbeeld groter dan een alternatieve buitenactiviteit met minder dan 10 mensen. Daarom is voor het effect van 2G op het reproductiegetal ook gekeken naar de consequenties als 30% van de contacten die ongevaccineerden hebben op CTB locaties bij een 3G beleid wordt vervangen door alternatieve contacten wanneer 2G beleid wordt ingevoerd.

4 Internationale vergelijking

4.1 Landen waar een CTB al wordt toegepast

Er zijn veel landen waar een CTB wordt toegepast. Er zijn grote verschillen in de precieze uitvoering en de locaties waar het CTB vereist is. Voor de EU is de geldigheid van een COVID certificate geregeld via de EU Digital COVID Certificate (https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/safe-covid-19-vaccines-europeans/eu-digital-covid-certificate_en).

Een overzicht van regelingen voor Denemarken, Frankrijk, Duitsland, Israël, Italië en Zwitserland wordt gegeven in Mills & Rüttenauer (2021). Supplementary Appendix voor de tijdsperiode april tot september 2021. In alle landen is het mogelijk om gratis een antigeen test te krijgen (in Duitsland was de gratis test afgeschaft op 11 oktober, maar dit is weer ingevoerd op 13 november).

4.2 Modelleringsstudies in andere landen

Agent-based model voor impact van CTB-strategieën

In Duitsland is een modelleringsstudie gedaan door de groep van Kai Nagel op het moment dat de deltavariant dominant was in Duitsland (TU Berlijn). Ze gebruikten een agent-based model dat mobiliteitsdata en time-use data combineert om contacten van mensen te modelleren (Müller et al. 2021). Het model is gekalibreerd op incidentie en ziekenhuisopname data. Met dit model zijn de effecten doorgerekend van 1G, 2G, 3G, en 2G+ maatregelen en vergeleken met een referentiescenario. Het referentiescenario was gedefinieerd als volgt: vaccinatiedekking zoals gerealiseerd in november 2021, boostervaccinaties zoals gerealiseerd in november 2021, gebruik van mondkapjes in scholen en openbare ruimtes. De gebruikte data betreft gegevens over Keulen. In deze situatie wordt dan berekend met hoeveel het reproductiegetal omlaag gebracht kan worden met verschillende maatregelen (zie Figuur 3). Deze effecten zijn berekend 10 dagen na het implementeren van de maatregel. Zo is bijvoorbeeld te zien dat het invoeren van 3G op het werk het reproductiegetal met 0,1 kan verlagen.

Kurzfristige Maßnahmen	Veränderung des R-Wertes
3G am Arbeitsplatz Personen, die nicht geïmpft oder genesen sind, führen an jedem zweiten Arbeitstag einen Schnelltest durch.	-0,1
1G am Arbeitsplatz Alle Personen führen an jedem zweiten Arbeitstag einen Schnelltest durch.	-0,2
3G für alle "öffentliche" Freizeitaktivitäten Personen, die nicht geïmpft oder genesen sind, führen vor öffentlichen Freizeitaktivitäten einen Schnelltest durch.	-0,2
1G für alle "öffentliche" Freizeitaktivitäten Alle Personen führen vor öffentlichen Freizeitaktivitäten einen Schnelltest durch.	-0,5
2G für alle "öffentliche" Freizeitaktivitäten Nur Geïmpfte und Genesene haben Zugang zu öffentlichen Freizeitaktivitäten.	-0,3
2G+ für alle "öffentliche" Freizeitaktivitäten Nur Geïmpfte und Genesene mit Schnelltest haben Zugang zu öffentlichen Freizeitaktivitäten.	-0,6
Lockdown für Ungeïmpfte (inkl. private Besuche) Personen, die nicht geïmpft oder genesen sind, führen keine Freizeitaktivitäten durch (inkl. Verbot privater Besuche).	-0,4
Aufhebung Maskenpflicht in Bildungseinrichtungen (außer Universitäten)	+0,1

Figuur 3 Reduktion des R-Wertes für verschiedene kurzfristige Maßnahmen. Die Veränderung der R-Werte bezieht sich auf den Zeitpunkt 10 Tage nach der Einführung der Maßnahme.

Op een iets langere termijn (20 dagen) zou snelle doorvoering van boostervaccinaties effect kunnen hebben (zie Figuur 4).

Mittelfristige Maßnahmen	Veränderung des R-Wertes
Booster: 2% der Bevölkerung pro Tag; Impfabstand mind. 6 Monate. Gleiche Reihenfolge wie ursprüngliche Impfung.	-0,15
Booster: 2% der Bevölkerung pro Tag; Impfabstand mindestens 5 Monate.	-0,3
Booster: 1% der Bevölkerung pro Tag; Impfabstand mindestens 5 Monate.	-0,15
Booster: 0,5% der Bevölkerung pro Tag; Impfabstand mindestens 5 Monate.	-0,05

Figuur 4 Reduktion der R-Wertes für verschiedene mittelfristige Maßnahmen. Die Veränderung der R-Werte bezieht sich auf den Zeitpunkt 20 Tage nach der Einführung der Maßnahme.

In deze berekeningen is geen rekening gehouden met een mogelijke compensatie van contacten doordat ongevaccineerden privé meer bij elkaar komen.

De belangrijkste conclusies die de onderzoekers uit deze studie trekken zijn:

- De maatregel 2G alleen is niet voldoende om het reproductiegetal (de R) onder 1 te krijgen. Ook 2G in combinatie met 3G op het werk is hiervoor niet voldoende. Door contacten in de privésetting wordt circulatie van het virus in stand gehouden.
- Een maatregel die privécontacten tussen ongevaccineerden vermindert (zoals geïmplementeerd in Oostenrijk) zou wel effectief zijn en R onder 1 brengen.
- Snelle boostering van 30% van de gevaccineerde bevolking kan ook een belangrijke bijdrage leveren aan de reductie van R. Hierbij is het belangrijker om snel te booster dan het targeten van specifieke risicogroepen.
- Omdat boostervaccinatie tijd nodig heeft om effect te laten zien, is op korte termijn de combinatie 2G+ in openbare ruimtes en 3G op de werkplek en thuiswerken waar mogelijk een

effectieve combinatie van maatregelen. Deze combinatie kan de R onder de 1 brengen als minstens 70% van de bevolking gevaccineerd is. Als de vaccinatiedekking lager is dan 60%, zou ook bij privécontacten getest moeten worden om de R onder de 1 te houden.

- Maatregelen die ook voor gevaccineerden gelden (groen gemarkeerd in tabel 1) zijn altijd effectiever dan maatregelen die alleen voor ongevaccineerden gelden.

Effect van CTB-regelingen op vaccinatiegraad

In de studie van Mills & Rüttenauer (2021) zijn verschillende datasets gekoppeld om het effect van CTB-strategieën op de vaccinatiegraad te analyseren. Voor de landen Denemarken, Frankrijk, Duitsland, Israël, Italië en Zwitserland zijn data over aantallen gerapporteerde infecties over de tijd, maatregelen over de tijd en de vaccinatiegraad over de tijd bij elkaar gebracht. Met een statistische methode - een synthetic control model - zijn de tijdelijke patronen van de vaccinatiegraad in deze landen vergeleken met een synthetisch controle land waarin geen CTB is toegepast. Deze synthetische controles zijn gedefinieerd op basis van een aantal landen waar CTB niet is toegepast en een statistische analyse om eigenschappen van landen en hun pandemische verloop te matchen. Het resultaat is dan een vergelijking tussen het epidemische verloop in de landen met CTB en een vergelijkbaar synthetisch land waar CTB niet wordt toegepast.

Het resultaat van deze analyse was dat in de meeste landen een toename van vaccinatiegraad gezien werd vanaf 20 dagen voor invoering van het CTB tot ongeveer 40 dagen na invoering. Deze toename in vaccinatiegraad was groter voor landen waar de vaccinatiedekking nog relatief laag was. De sterkste toename was te zien in de leeftijdsgroep <30 jaar. Als het CTB alleen voor nachtclubs en locaties met >1.000 mensen verplicht was, was een toename van vaccinatiegraad alleen in de leeftijdsgroep <20 jaren te zien. Bij bredere toepassing van het CTB steeg ook vaccinatiegraad in oudere leeftijdsgroepen. Een uitzondering in deze analyse was Duitsland waar de relatie van CTB en vaccinatiegraad niet geobserveerd werd.

4.3 Empirische studies in andere landen

Locaties waar transmissie plaatsvindt

In een case-control studie in Frankrijk in de tijdsperiode 23 mei tot 13 augustus (Grant et al., 2021) is onderzocht op welke locaties besmettingen plaatsvonden. In deze tijdsperiode verspreidde zich de Deltavariant in Frankrijk. Basisregels waren van kracht. Zo moesten mondkapjes in publieke ruimtes gedragen worden en was afstand houden verplicht. Wat betreft opening van locaties vonden meerdere versoepelingen plaats (Figuur 65). Zo werden op 9 juli nachtclubs geopend voor mensen met een CTB. Zoals in Figuur 65 is te zien vonden in de periode daarvoor veel transmissies plaats in bars en privébijeenkomsten (zie de gearceerde getallen). Dit veranderde na 9 juli toen transmissies vooral in nachtclubs plaatsvonden ondanks de CTB-regeling.

	23 May-12 June			13 June-12 July						13 July-12 August		
	Cases (%) n=2175	Controls (%) n=1036	aOR (95%CI)	Men			Women			Cases (%) n=8876	Controls (%) n=2825	aOR (95%CI)
				Cases (%) n=433	Controls (%) n=576	aOR (95%CI)	Cases (%) n=879	Controls (%) n=1089	aOR (95%CI)			
Bars												
<40 years old	198 (18.7)	88 (20.4)	1.2 (0.8-1.7)	130 (59.4)	46 (26.4)	5.1 (2.4-10.9)	280 (48.9)	130 (27.3)	2.5 (1.7-3.7)	1813 (37.0)	329 (27.7)	1.3 (1.0-1.7)
≥40 years old	75 (6.7)	68 (11.3)	0.7 (0.4-1.0)	35 (16.4)	81 (20.1)	0.7 (0.4-1.4)	44 (14.4)	95 (15.5)	1.2 (0.7-1.9)	697 (17.5)	306 (18.7)	1.0 (0.8-1.3)
Restaurants	368 (16.9)	229 (22.1)	1.0 (0.7-1.2)	207 (47.8)	238 (41.3)	1.0 (0.6-1.5)	441 (50.2)	515 (47.3)	0.8 (0.6-1.1)	4147 (46.7)	1368 (48.4)	1.1 (0.9-1.3)
Night club												
<40 years old	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	704 (16.5)	16 (3.5)	7.9 (4.3-14.5)
≥40 ans	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	82 (2.3)	10 (1.3)	2.7 (1.2-6.1)
Private parties												
<40 years old	43 (4.1)	18 (4.2)	1.5 (0.7-3.2)	49 (22.4)	7 (4.0)	15.3 (3.0-77.2)	96 (16.8)	24 (5.0)	3.2 (1.6-6.1)	696 (16.3)	83 (18.2)	0.8 (0.6-1.1)
≥40 years old	6 (0.5)	2 (0.3)	5.7 (0.4-74.1)	5 (2.3)	4 (1.0)	5.9 (0.6-56.4)	4 (1.3)	2 (0.3)	2.4 (0.3-17.9)	198 (5.4)	80 (10.6)	0.6 (0.4-0.8)

Table 3: Specific activities associated with SARS-CoV-2 infection by time period and by sex, 23 May-12 August 2021, France.
Important dates: Reopening of outdoor terraces at bars and restaurants – 19 May 2021; Reopening of indoor dining and drinking at bars and restaurants – 9 June 2021; Reopening of nightclubs for those with a 'Health Pass' (evidence of recent (>72 hours) negative RT-PCR test, proof of COVID-19 vaccination or recovery from recent (<6 months) COVID-19) – 9 July 2021; Nationwide introduction of 'Health Pass' – 9 August 2021.

Figuur 5 Specific activities associated with SARS-CoV-2 infection by time period and by sex, 23 May-12 August 2021, France. Important dates: Reopening of outdoor terraces at bars and restaurants – 19 May 2021; Reopening of indoor dining and drinking at bars and restaurants – 9 June 2021; Reopening of nightclubs for those with a 'Health Pass' (evidence of recent (>72 hours) negative RT-PCR test, proof of COVID-19 vaccination or recovery from recent (<6 months) COVID-19) – 9 July 2021; Nationwide introduction of 'Health Pass' – 9 August 2021.

Andere conclusies uit het onderzoek waren dat er geen toename in transmissie te zien was na opening van terrassen van bars of restaurants, zowel bij de <40 groep als >40 groep. De opening van binnenlocaties (bars) was wel geassocieerd met toenames in transmissies en ook bijeenkomsten thuis (bijvoorbeeld tijdens het WK-voetbal) waren geassocieerd met meer transmissie. Voor mensen >40 was het hebben van kinderen in het huishouden een risicofactor voor infectie. Voor andere locaties zoals openbaar vervoer, culturele locaties, kappers, restaurants en sportactiviteiten is geen hoger risico op infectie gevonden.

5 Opzet modellering

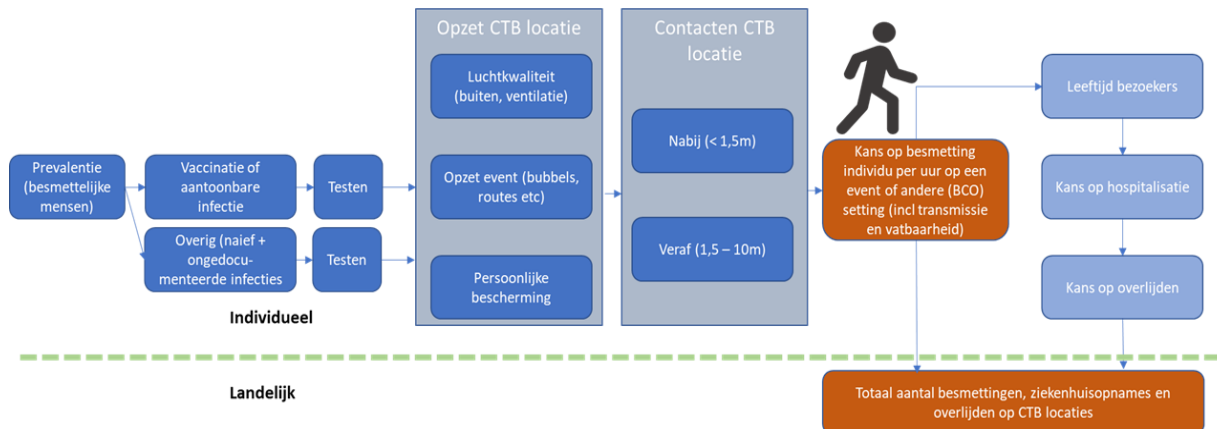
5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de verschillende modellen en de onderliggende data beschreven zoals deze zijn toegepast in deze studie. Voor een precieze beschrijving van de wiskunde achter de modellering van het reproductiegetal verwijzen we naar bijlage B (Engelstalig). Voor het Risico Taxatie Model voor het individuele risico staat meer achtergrond op de website van Fieldlab evenementen⁴ en een nog niet gepubliceerd artikel op <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2022.01.10.21268254v1>. Merk op dat de modellen ook gebruikt kunnen worden als beleidsbeslissingen over het CTB op andere criteria (zoals bijvoorbeeld een serologische maat) gebaseerd zijn. Wel moeten dan de parameters aangepast worden.

5.2 Toelichting modellering

5.2.1 Individueel risico CTB locatie met Risico Taxatie Model

Om het effect op het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames te bepalen voor een locatie waar het CTB-beleid van toepassing is, is gebruik gemaakt van het Risico Taxatie Model zoals ontwikkeld binnen Fieldlab Evenementen (zie Figuur 6).



Figuur 6 Risico Taxatie Model.

Dit model is ontwikkeld om een schatting te kunnen opstellen van de kans dat een individu op een evenement besmet raakt of uiteindelijk in het ziekenhuis moet worden opgenomen. Deze kans op besmetting kan worden vergeleken met een bepaalde referentie over een acceptabel risico. Dit acceptabel risico was ten tijden van de experimenten gebaseerd op het besmettingsrisico dat de bezoekers zouden hebben als men voornamelijk thuis zou zijn. Op basis van deze referentie kan worden bepaald of het evenement conform de normale opzet veilig (dus met een acceptabel niveau aan besmettingen) kan plaatsvinden, of het alleen kan plaatsvinden met aanvullende maatregelen (zoals bijvoorbeeld een verplichting tot testen). Om dit model te ontwikkelen zijn testevenementen gehouden waar de gegevens over contacten zijn verzameld om het model te voeden in combinatie

⁴ <https://fieldlabevenementen.nl/wp-content/uploads/2021/11/202100802-COVID-19-risico-voor-evenementen-TUD-resultaten-fase-1-en-2.pdf>

met gegevens over besmettingen. Het model is gevalideerd op basis van de testevenementen uit de 1^e fase van Fieldlab. Hierbij is gebruik gemaakt van beschikbare informatie over besmettingen op deze evenementen. Het model is eind 2020 ontwikkeld, in september 2021 is het model uitgebreid door het onderscheid tussen wel en niet gevaccineerde mensen mee te nemen en is het effect van de (meer besmettelijke) Deltavariant verwerkt⁵. Hierbij is verondersteld dat:

- Bezoekers op de evenementen elkaar random ontmoeten
- Uitgegaan is van een prevalentie (percentage besmettelijke mensen) die voor iedereen in de samenleving geldt. Er is geen informatie beschikbaar over de prevalentie onder mensen waarvan niet bekend is dat zij enige immuniteit hebben opgebouwd door vaccinaties of infecties. Wel is er rekening mee gehouden dat de transmissiviteit lager is door opgebouwde immuniteit. Hierdoor zijn er onder mensen die eerder zijn gevaccineerd of geïnfecteerd minder besmettelijke mensen aanwezig op een evenement. Voor het relatieve effect van 1G en 3G zoals beschouwd in dit onderzoek van het CTB beleid heeft deze aanname geen effect. Voor 2G echter betekent dit dat het model de effectiviteit onderschat. Als de prevalentie onder de mensen met immuniteit 2 maal lager is dan zal het effect van CTB beleid op de evenementen ook 2x groter zijn.

In november 2021 zijn er nog extra gevoeligheidsanalyses uitgewerkt en is ook gekeken naar een mindere afnemende werking van de coronavaccins naarmate de periode na vaccinatie langer is ⁶.

Binnen het huidige onderzoek zijn enkele actualisaties uitgevoerd waardoor de data aansluit bij de situatie zoals die gold midden november 2021:

- De kans op ziekenhuisopname gegeven een infectie is geactualiseerd per leeftijdscohort op basis van actuele data.
- Uitgegaan is van de meest recente inzichten over de kwaliteit van testen, het aantal mensen dat was gevaccineerd en (al dan niet gedocumenteerde) infecties had doorgemaakt.
- Er is rekening gehouden met immuniteit als gevolg van doorgemaakte infecties. Verondersteld is dat alle herstelde mensen een bescherming hebben gelijk aan vaccinatie. Er is geen rekening gehouden met mensen die meerdere keren zijn besmet.

In het onderzoek is gekeken naar het relatieve effect van CTB-beleid, dus de procentuele daling of stijging van het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames van alle CTB-locaties/evenementen samen. Dat betekent dat het aantal besmettelijke mensen in de maatschappij (de prevalentie), de leeftijdsverdeling van de bezoekers en het aantal contacten op een CTB-locatie, of de CTB-locatie binnen of buiten plaatsvindt en de duur van een CTB evenement, niet van belang zijn, omdat wij verondersteld hebben dat deze niet veranderen afhankelijk van de keuze voor geen CTB, 1G, 2G, 3G of 2G+1G.

Voor elke CTB-locatie wordt verondersteld dat de mensen die aanwezig zijn homogeen zijn verdeeld conform de leeftijdsverdeling van de bevolkingsopbouw in Nederland. Daarnaast zijn bezoekers jonger dan 10 jaar buiten beschouwing gelaten. Het effect van het CTB is onderzocht voor werk en voor overige locaties (zoals horeca en supermarkten). Op deze locaties zijn er relatief weinig contacten tussen kinderen en tussen kinderen en volwassenen. Daarnaast is het individueel risico van kinderen sowieso al laag. In de praktijk zijn er natuurlijk evenementen met meer jongeren of juist meer ouderen, waarbij met name voor de ziekenhuisopnames deze ouderen het meest relevant zijn. Omdat er diverse type evenementen plaatsvinden is verondersteld dat deze

⁵ <https://fieldlabevenementen.nl/wp-content/uploads/2021/12/Addendum-risico-taxatiemodel-20211130.pdf>

⁶ <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/publicaties/2021/12/03/aanvullende-notitie-ade-en-f1-30nov-2021/aanvullende-notitie-ade-en-f1-30nov-2021.pdf>

samen de leeftijdsverdeling benaderen. In een gevoeligheidsanalyse is nog gekeken naar de impact van de afwezigheid van ouderen op CTB locaties.

Om de uitkomsten te duiden zijn nog wel enkele getalenvoorbeelden uitgewerkt op basis van een fictief evenement. Hierbij is uitgegaan van een festival waarbij 100.000 bezoekers komen voor een duur van 7 uur. Dit festival vindt plaats in goed geventileerde tenten en de buitenlucht.

5.2.2 Reproductiegetal door CTB beleid: Next Generation model

Het individueel risico heeft betrekking op het risico dat een individu loopt door het bezoek van een CTB locatie. Een locatie is echter onderdeel van de samenleving en mensen die op de locatie besmet zijn kunnen later (maar niet op dezelfde CTB-locatie vanwege de incubatietijd) weer anderen besmetten. Met het Next Generation Model kan bepaald worden wat het effect is van het CTB-beleid, als functie van het aantal contacten op verschillende locaties. Dit effect wordt uitgedrukt in het reproductiegetal (R), een maat die aangeeft of het aantal besmettingen (en ziekenhuisopnames) gelijk blijft ($R=1$), toeneemt ($R>1$) of afneemt ($R<1$).

Het is bekend dat de contacten van individuen leeftijdsafhankelijk zijn en dat de contactstructuur sterk verschilt tussen verschillende locaties (Prem et al. 2017). Het ontwikkelde Next Generation Model onderscheidt 10 leeftijdscategorieën en 4 verschillende locaties:

- Thuis;
- Werk;
- School;
- Overig (zoals horeca, supermarkten en sportgelegenheden).

De keuze voor de locaties is primair ingegeven door de beschikbaarheid van contactstructuren op locaties. We nemen aan dat het gedrag van individuen naast leeftijdsafhankelijk ook afhankelijk is van het bezit van een lange-termijn CTB-bewijs, i.e., een herstel- of vaccinatiebewijs. Individuen zonder een lange-termijn CTB-bewijs noemen we type-U-individuen, individuen met een lange-termijn CTB-bewijs, die zij hebben verkregen omdat ze gevaccineerd zijn of hersteld zijn van een corona infectie, noemen we type-V-individuen.

Het model beschrijft de intensiteit van contacten tussen individuen van 20 groepen (10 leeftijdscategorieën en per leeftijdscategorie type-U en type-V-individuen). Voor elke leeftijdscategorie schatten we het aantal type-U en type-V individuen op basis van data van het RIVM.

Voor alle 20 groepen schatten we de relatieve vatbaarheid voor infectie (gegeven een contact met een besmettelijk individu) en de typische besmettelijkheid als de infectie heeft plaatsgevonden (zie Hoofdstuk 7.11 van Diekmann, Heesterbeek en Britton. 2012). Deze schatting is voor type-U afhankelijk van het aantal naïeve individuen (gedefinieerd als mensen die nog niet aan het virus zijn blootgesteld en ook niet zijn gevaccineerd) en het aantal ongevaccineerden dat de infectie heeft doorgemaakt maar geen herstelbewijs heeft en voor type-V afhankelijk van het aantal gevaccineerden met en zonder booster vaccin en het aantal ongevaccineerden met een herstelbewijs.

Deze vatbaarheids- en besmettelijkheidsschattingen worden gecombineerd met de contactstructuren op de verschillende locaties. Zodoende verkrijgen we per locatie een 20x20 matrix. De elementen van de matrix zijn het verwachte aantal besmettingen op die locatie dat één

besmet individu uit een bepaalde groep veroorzaakt bij individuen uit een andere groep gedurende de besmettelijke periode.

Door de transmissiematrices per locatie te combineren, krijgen we een schatting hoeveel mensen van elke groep gemiddeld besmet worden door een besmettelijk individu uit een zekere groep. Aan de hand van deze transmissiematrix kan het reproductiegetal bepaald worden.

Om het effect van CTB-strategieën te modelleren schatten we, per locatie, hoe de maatregelen de besmettingen op die locatie veranderen. Hierbij houden we rekening met de mate van participatie van mensen met en zonder lange-termijn toegangsbewijs, het feit dat sommige ongevaccineerden alternatieve activiteiten zullen ondernemen als ze niet meer naar een CTB locatie toe (mogen) gaan ('compenserend gedrag') en de kwaliteit van testen. Op deze manier verkrijgen we per locatie nieuwe transmissiematrices en eventueel, per locatie, transmissiematrices voor compenserend gedrag, waarbij we veronderstellen dat een deel van de mensen die, vanwege de CTB-strategie niet naar een locatie gaat elkaar op een andere manier onderling ontmoeten. Op basis van deze matrix krijgen we een reproductiegetal indien de maatregelen van toepassing zijn. Voor een meer gedetailleerdere uitleg, en wiskundig preciezere uitleg van het model verwijzen we naar bijlage B (in het Engels).

Het ontwikkelde model is statisch en de parameters van het model dienen te worden geactualiseerd als de epidemiologische situatie verandert. Het model geeft schattingen voor het effect van CTB-maatregelen indien de maatregelen genomen worden bij een bepaalde fractie van het aantal contacten op een locatie en indien een deel van alle gelegenheden van de betreffende locatie open is. In afwezigheid van goede schattingen die de contactstructuur op overige locaties opsplijst in contactstructuren in restaurant, cafés, amateursport, grootschalige (sport)evenementen, enzovoort, kunnen we geen uitspraken doen over het verwachte effect van zeer specifieke maatregelen, zoals het verkorten of het verlengen van de openingstijden voor de horeca.

Het model geeft exacte uitkomsten, maar de interpretatie van de modeluitkomsten vereist voorzichtigheid. Het model is een simplificatie van de werkelijkheid. Trends en relatieve verschillen tussen verschillende CTB-maatregelen zijn betrouwbaarder dan de exacte numerieke uitkomst. Daarnaast wordt het indirecte effect, dat massaal testen voor toegang voor bepaalde locaties als neveneffect heeft dat de door het testen gediagnosticeerde besmette individuen vanaf dat moment ook op andere locaties minder zullen besmetten niet meegenomen. Wij bevelen aan om dit effect te onderzoeken in vervolgonderzoek.

5.3 Gebruikte data en modelkeuzes

In dit hoofdstuk is een overzicht opgenomen van de parameters zoals die zijn bepaald in deze studie.

Voor de toegang tot CTB-locaties maken we onderscheid in twee groepen mensen:

- Type V (mensen die bewezen immuniteit hebben opgebouwd): Dit zijn mensen die zijn gevaccineerd, maar ook de mensen die een herstellbewijs hebben van doorgemaakte infecties.
- Type U (mensen zonder bewezen opgebouwde immuniteit of vaccinatie): Dit zijn mensen die nog niet in aanraking zijn geweest met het virus en niet gevaccineerd zijn (naïeve mensen) en

mensen die wel geïnfecteerd zijn geweest, maar geen herstelbewijs hebben. Dat kan komen, omdat ze zich niet hebben laten testen of geen symptomen hebben ervaren.

Verondersteld is dat 30% van de doorgemaakte infecties onder niet-gevaccineerden zijn gedocumenteerd. Dit is gebaseerd op de schatting dat 40% van de bevestigde SARS-CoV-2 infecties asymptomatisch is en 60% symptomatisch (Ma Q, et al. 2021) in combinatie met de inschatting dat de helft van de symptomatische SARS-CoV-2 infecties onder niet-gevaccineerden d.m.v. een officiële positieve test is bevestigd (dus de helft van de 60% bevestigde symptomatisch infecties).

Voor de mensen met een doorgemaakte infectie gaan we uit van een gelijke bescherming als door volledige baseline vaccinatie (2 vaccinaties met Moderna, Pfizer, en/of AstraZeneca of 1 vaccinatie met Janssen). Voor het scenario met hoge vaccinatie effectiviteit (bijvoorbeeld nadat iedereen die dat wil een eerste boosterprik heeft gehad in januari 2022) blijft de bescherming van type-U dus gelijk als in de situatie zoals die gold in november 2021. Voor het scenario met de lage vaccinatie effectiviteit gaan we ervan uit dat de bescherming door infecties in gelijke mate afneemt met de bescherming door vaccinatie. Er is geen rekening gehouden met extra bescherming als gevolg van meerdere infecties.

In Tabel 11 is een overzicht opgenomen van de informatie per leeftijdscohort.

Leeftijdscohort	Aantal mensen in Nederland (CBS 1 jan 2021) x 1.000	Fractie Doorgemaakte infecties (bron RIVM)	Fractie gevaccineerd en geen doorgemaakte infectie (bron RIVM)	Fractie gevaccineerd of doorgemaakte infectie (bron RIVM)	Fractie Infectie zonder vaccinatie (RIVM)	Fractie gevaccineerd (RIVM)	Fractie type U (berekend)	Fractie type V (berekend)
0-4	857	38%	0%	38%	38%	0%	86%	14%
5-9	899	38%	0%	38%	38%	0%	86%	14%
10-19	1.980	52%	31%	83%	31%	52%	39%	61%
20-29	2.245	66%	29%	95%	24%	71%	22%	78%
30-39	2.176	50%	42%	92%	14%	79%	17%	83%
40-49	2.164	42%	51%	93%	8%	86%	12%	88%
50-59	2.548	46%	50%	96%	7%	89%	9%	91%
60-69	2.141	35%	61%	96%	3%	93%	6%	94%
70-79	1.610	28%	69%	97%	5%	92%	7%	94%
80+	839	41%	56%	97%	11%	87%	10%	90%

Tabel 11 Gebruikte gegevens vaccinatiegraad en besmettingen.

Effectiviteit van vaccins en doorgemaakte infecties

De effectiviteit van het vaccin vertaalt zich naar 3 parameters, die we gelijk veronderstellen aan de effecten van een doorgemaakte infectie. In Tabel 12 is een overzicht opgenomen van de gebruikte data, hier gelden de volgende opmerkingen:

1. De vaccin effectiviteit (VE) voor transmissie, dit is de relatieve reductie in besmettelijkheid van een gevaccineerd individu t.o.v. een naïef individu gegeven dat een besmetting heeft plaatsgevonden. Deze parameter is een reductie gedurende de totale besmettelijke periode en

neemt zowel een potentiële absolute besmettelijkheid als een kortere duur van besmettelijkheid mee.

2. De VE voor infectie, dit is de relatieve reductie in vatbaarheid van een gevaccineerd individu t.o.v. een naïef individu.
3. Het effect op de transmissie en vatbaarheid voor een gevaccineerd persoon is geschat op basis van de bandbreedte zoals geschetst door het RIVM in de updates aan de Tweede Kamer⁷.
 - a. Voor de berekening van het individueel risico is ook de kans op ziekenhuisopname van belang en dus ook de vaccineffectiviteit (VE) voor ziekenhuisopname. Dit is de relatieve reductie in de kans op ziekenhuisopname voor een gevaccineerd individu t.o.v. een naïef individu. Uit het RIVM (2021) rapport van 14 november 2021 blijkt een VE van 92% voor ziekenhuisopname voor alle leeftijdsgroepen gecombineerd. Uit datzelfde RIVM-rapport blijkt dat de ruwe VE (dus niet gecorrigeerd voor leeftijd en kalendertijd) 85% is. Deze 85% is genomen als verwachtingswaarde, omdat deze waarde in andere landen ook aan het Pfizer vaccin wordt gekoppeld (wat in Nederland het meest gebruikt is, zie Feikin et al., 2021). Hierdoor voorzien we ook in een correctie voor de kalendertijd, omdat de effectiviteit van het vaccin recentelijk is afgenomen. Merk op, deze parameter neemt zowel mee dat een gevaccineerd individu een kleinere kans heeft om besmet te raken als dat de kans op ziekenhuisopname gegeven een infectie kleiner is.

Leef-tijds-cohort	Reductie transmissie door VE	Reductie vatbaarheid van een naïef persoon	Relatieve factor door transmissie voor een naïef persoon ⁸⁹	Reductie vatbaarheid door VE	Kans op ziekenhuisopname naïef persoon ¹⁰	Reductie kans op ziekenhuisopname door VE
0-4	50%	0,23	0,63	50%	8,06E-03	85%
5-9	50%	0,23	0,63	50%	8,06E-03	85%
10-19	50%	0,23	0,63	50%	7,15E-03	85%
20-29	50%	0,61	0,58	50%	7,19E-03	85%
30-39	50%	0,61	0,58	50%	1,01E-02	85%
40-49	50%	0,61	1	50%	1,60E-02	85%
50-59	50%	0,61	1	50%	2,64E-02	85%
60-69	50%	1,00	1	50%	6,05E-02	85%
70-79	50%	1,00	1	50%	9,98E-02	85%
80+	50%	1,00	1	50%	3,67E-01	85%

Tabel 12 Data voor effectiviteit vaccins.

Kwaliteit van toegangstesten

De testkwaliteit is een parameter die aangeeft hoeveel besmettelijke mensen op het evenement aanwezig zijn ondanks het testen. Hierbij speelt de sensitiviteit van de test een rol, de snelheid waarmee het virus zich kan vermenigvuldigen in relatie tot de geldigheidsduur, maar ook fraude en

⁷

https://www.tweedekamer.nl/sites/default/files/atoms/files/20211215_commissie_vws_briefing_presentatie_jaap_van_dissel.pdf

⁸ Davies Nature Medicine

⁹ Goldstein, JID

¹⁰ <https://www-nature-com.proxy.library.uu.nl/articles/s41598-021-97606-8/tables/2>

handhaving. Daarnaast speelt ook mee in hoeverre individuen thuisblijven als ze milde klachten hebben en zich daardoor niet laten testen.

De gegevens over sensitiviteit zoals opgenomen in Tabel 13 zijn afkomstig uit drie grote onderzoeken (Schuit et al 2021a, Schuit et al 2021b, Venekamp et al 2021), gecoördineerd door het UMCU en het RIVM, op meerdere GGD-testlocaties. In de onderzoeken werden verschillende antigeentesten vergeleken met de PCR-test. In alle onderzoeken werden van elke deelnemer twee wattenstokken afgenomen uit de neus en/of keel: de ene werd gebruikt voor een antigeentest en de andere voor een PCR-test. De PCR Ct-grenswaarde werd gebruikt als een proxy voor besmettelijkheid, gebaseerd op het vermogen om het virus te kweken uit de wattenstok.

Uit het onderzoek bleek dat er grote verschillen waren in sensitiviteit van de antigeentesten tussen symptomatische en asymptomatische mensen, en bij hoge virale lading (Ct-waarde < 30) en lage virale lading (Ct-waarde ≥ 30). Die twee overlaptten elkaar: symptomatische mensen hadden gemiddeld een hogere virale lading dan asymptomatische mensen. De sensitiviteiten van de antigeentesten verschilden niet naar leeftijd, geslacht en vaccinatiestatus.

In werkelijkheid zullen sommige (maar niet alle) ongevaccineerde symptomatische mensen nog steeds proberen een QR-code te verkrijgen door zich te laten testen, net zoals sommige (maar niet alle) symptomatisch gevaccineerde mensen nog steeds naar buiten gaan. Daarnaast is het niet zo dat mensen die positief testen (even) besmettelijk zijn op het evenement. Dit overziend is in deze studie gekozen voor een testkwaliteit van 67,5%. Deze testkwaliteit is lager dan verondersteld in de Fieldlabonderzoeken, deze lagere waarde is het gevolg van meer kennis en data. Een testkwaliteit van 80% zoals binnen Fieldlab gehanteerd is, wordt gezien als het optimistische scenario.

Test	Sampling*	Overall	Symptomen	Asymptomen	PCR Ct < 30
BD Veritor	OP-N	69%	76%	56%	86%
SD Biosensor	NP	74%	83%	54%	88%
	OP-N	75%	79%	63%	84%
Abbott PanBio	NP	69%	72%	56%	89%
Roche	N zelftest	69%	79%	23%	84%

Tabel 13 Resultaten van onderzoek testen. De getallen geven de kans weer op een positieve test. Op basis van deze getallen is een overall kwaliteit van de testen van 67,5% gekozen.

*OP-N=oropharyngeaal en neus; NP = nasopharyngeaal; N=neus

Contactmatrix

Besmettingen worden overgedragen door contacten tussen mensen. In het onderzoek zijn we uitgegaan van de volgende data en veronderstellingen.

Voor de modellen voor het risico op CTB-locaties is er sprake van homogene menging van alle bezoekers. Voor de berekening van het reproductiegetal is gebruik gemaakt van contactmatrices. Deze matrices geven per leeftijdscategorie aan hoeveel contacten een individu van een leeftijdscategorie heeft met individuen uit dezelfde of een andere leeftijdscategorie. Deze matrices zijn benaderingen van de situatie waarvan nu sprake is:

- Als startpunt is een contactmatrix van voor de pandemie gebruikt. In deze matrix wordt onderscheid gemaakt tussen de klassen thuis, school, werk en overig. De totale contactmatrix is de som van de contactenmatrices voor de klassen thuis, school, werk en overig.

- Het risico op transmissie gedurende een contact tussen twee individuen hangt af van de vatbaarheid/besmettelijkheid van de twee individuen maar niet direct van de leeftijdscategorieën van de twee individuen, d.w.z., we veronderstellen dat de duur van en de nabijheid gedurende een contact niet afhangt van de leeftijdscategorieën.
- Een contact zoals verondersteld in de modellering is in feite een contacteenheid. Deze contacten vinden plaats onder verschillende omstandigheden die van invloed zijn op het besmettingsrisico. De kans op besmetting door contacten bij publiek in geval van amateursport in de buitenomgeving zijn bijvoorbeeld wellicht kleiner dan de kans op besmetting bij een indoor concert of een slecht geventileerde ruimte. Dat betekent dat een contacteenheid van amateursport in de buitenomgeving bestaat uit meer contacten dan de andere voorbeelden. Dit blijkt bijvoorbeeld al uit de resultaten van de Fieldlab evenementen (waarin alleen is gekeken naar type evenementen) waarin duidelijk is te zien dat het besmettingsrisico afhankelijk is van het type evenement. Bij het heropenen van sectoren kan dus gekeken moeten worden hoe deze contacten zich verhouden tot contacteenheden en zo onderscheid maken in meer en minder risicovolle situaties.
- In het hypothetische geval dat iedereen dezelfde mate van immuniteit heeft en er slechts in 1 klasse verspreiding plaatsvindt, is de relatieve mate van verspreiding in dit hypothetische geval: 1 : 2,2 : 3,2 : 3,4 voor enkel verspreiding in de klasse thuis, overig, school en werk. Met andere woorden, een besmettelijk individu zal gemiddeld 3,4x zo veel mensen op het werk besmetten dan in de thuissituatie.
- De contactmatrix is gekalibreerd op de beperkingen waarvan midden november 2021 sprake was. Hierbij zijn de contacten op scholen (met 10% door thuisblijvers), werk (met 50% door thuiswerken) en overig (met 50% door beperkingen in openingstijden en bijeenkomsten) verminderd. Deze vermindering is een inschatting gemaakt door de onderzoekers en de klankbordgroep, omdat data hiervoor ontbreekt. In afwezigheid van immuniteit is de relatieve mate van verspreiding voor het hypothetische geval dat er geen verspreiding buiten de klasse plaatsvindt: 1 : 1,1 : 2,9 : 1,7 voor thuis, overig, school en werk. Merk op dat in de figuren 14 en verder een andere mate van vermindering van de contacten gekozen kan worden als startpunt omdat het relatieve effect van de maatregelen niet afhangt van de waarde van het reproductiegetal. De relatieve vatbaarheid en besmettelijkheid van elk type individu worden gebruikt om het belang van contacten te kalibreren. Daarnaast wordt de kans op transmissie per contact gekalibreerd om het huidige reproductiegetal te verkrijgen.
- Het belang van elk van deze klassen voor de verspreiding hangt af van de mate van immuniteit in de verschillende leeftijdscategorieën en de prevalentie in de leeftijdscategorieën. Merk op dat een individu dat in een klasse besmet is zelf ook mensen kan besmetten in een andere klasse.

Het is nu nog niet mogelijk om onderscheid te maken in verschillende type locaties binnen de klasse overig en werk, omdat data hiervoor niet beschikbaar zijn. Binnen Fieldlab evenementen is er wel inzicht in de verschillen tussen type evenementen (binnen en buiten, geplacéerd en niet geplacéerd). Echter dit is een beperkt aandeel in de klasse overig, omdat bijvoorbeeld restaurants, dancings, bars, winkels hier niet in zitten. Ook binnen werk kan er onderscheid worden gemaakt in diverse locaties.

Meer inzicht hierin heeft nog wel meerwaarde, omdat het CTB-beleid zich hierop toespitst. In de analyses veronderstellen we dat op een bepaald percentage van de contacten in een klasse een interventie met een CTB wordt toegepast. Hoe dit percentage contacten gehaald kan worden door evenementen aan te wijzen waarvoor een CTB vereist is, is niet onderzocht.

5.4 Parameters voor varianten analyse: optimistische en pessimistische schattingen

In het onderzoek is naast een verwachtingswaarde voor de huidige situatie ook gekeken naar een optimistische en een pessimistische variant. Daarnaast hebben we in januari 2022 een aanvullende studie gedaan waarin we het model hebben geactualiseerd op basis van nieuwe kennis over de effecten van de Omikronvariant op de epidemiologische situatie. De resultaten van deze actualisatie zijn verwerkt in Hoofdstuk 7 en komen daar aan de orde.

De eerste parameter is de kwaliteit van toegangstesten. Is deze kwaliteit hoger dan zijn er minder besmettelijke mensen op een CTB-locatie en zijn er dus ook minder besmettingen en ziekenhuisopnames. Voor de testkwaliteit is een bovengrens gehanteerd van 80%. Deze bovengrens kan worden bereikt door het verkorten van de geldigheidsduur van de test en de inzet van betere testen dan de huidige antigeentesten. Met een kwaliteit van testen van 80% ten opzichte van 67,5% zal dat volgens het model leiden tot een daling van het aantal besmettelijke mensen dat op een CTB locatie aanwezig is van 39%. Voor de pessimistische variant is uitgegaan van een kwaliteit van testen van 55%. In dat geval zal het aantal besmettelijke mensen dat aanwezig is op een CTB-locatie toenemen met 39%.

De tweede parameter is de omvang van het aantal mensen dat is gevaccineerd of een herstelbewijs heeft (type-V). Hoe groter deze groep is, des te kleiner is de groep die bij 3G zou moeten testen en bij 2G geen toegang heeft. Voor de optimistische variant is aangenomen dat 50% van de mensen die nu niet zijn gevaccineerd of geen herstelbewijs hebben dat wel hebben. Dat kan komen omdat ze alsnog gevaccineerd worden (uit het gedragsonderzoek blijkt dat een kleine groep dat zou overwegen, uit de internationale ervaringen blijkt dat CTB beleid in beperkte mate – en met name bij een lage vaccinatiegraad – een impuls kan zijn voor vaccinaties) of een herstelbewijs krijgen. Voor de pessimistische variant is ervan uitgegaan dat vaccinatie niet voor iedereen even goed werkt. Om een orde grootte schatting van deze groep te maken is het aantal mensen in type V verkleind met de mensen die wel een doorgemaakte infectie hebben gehad maar niet zijn gevaccineerd, en met het aantal mensen waarbij de werking van vaccins lager is vanwege problemen met afweerstoornissen. De omvang van deze laatste groep is bepaald op 400.000 mensen, deze schatting is gebaseerd op de bovengrens van het aantal mensen waarvoor het vaccin vanwege afweerstoornissen niet goed werkt¹¹. Voor het effect op de CTB-locaties is een gewogen gemiddelde immuniteit geschat door rekening te houden met omvang van de leeftijdscohorten.

De derde parameter is de VE (van een voltooide baseline vaccinatierreeks – dus de twee vaccinaties met AstraZeneca, Pfizer of Moderna of de ene vaccinatie met Janssen); deze VE is voor alle leeftijdsgroepen gelijk verondersteld. Er zijn aanwijzingen dat de VE voor jongeren iets groter is dan voor ouderen door een betere immuunrespons. De kans op ziekenhuisopname is ook sterk afhankelijk van de leeftijd. Voor het absolute aantal ziekenhuisopnames is dus met name de impact op de oudere mensen van belang, omdat het aantal ziekenhuisopnames onder jonge mensen al laag was (en de relatieve daling dus in absolute cijfers ook beperkt is in deze groep voor de ziekenhuisopnames). Voor de CTB-locaties is daarom een gewogen gemiddelde bepaald voor de kans op ziekenhuisopname rekening houdend met de omvang van de leeftijdsgroep en de kans op ziekenhuisopname van deze groep. Ook is rekening gehouden met de opgebouwde immuniteit onder mensen zonder herstelbewijs, die dus wel zijn geïnfecteerd.

¹¹ <https://www.rivm.nl/covid-19-vaccinatie/vragen-achtergronden/immuungecompromitteerden>

In Tabel 14 is een overzicht opgenomen van de schattingen die zijn gebruikt voor de optimistische en pessimistische variant, deze waarden zijn ook gebruikt voor de bepaling van het individueel risico. In de optimistische variant is bij de bepaling van het reproductiegetal aangenomen dat alle mensen die de basisreeks aan vaccinaties had ontvangen een eerste booster hebben gehad.

	Verwacht	Optimistisch / Hoog	Pessimistisch / Laag
Testkwaliteit	67,5%	80%	55%
Omvang groep type V (≥ 10 jaar)	Gevaccineerd + genezen is 84,3%	Gevaccineerd + genezen + 50% ongevaccineerd is 92.2%	Gevaccineerd (80,5%) minus mensen met afweerstoornis (3%) is 77,9%
VE in type V individuen (≥ 10 jaar) waarbij verondersteld is dat de bescherming door eerdere infecties gelijk is aan vaccinatie			
Reductie ziekenhuisopnames	85%	95%	70%
Reductie transmissie (infectiousness)	50%	63%	37%
Reductie kwetsbaarheid (susceptibility)	50%	75%	25%
Bescherming type U individuen (≥ 10 jaar) agv doorgemaakte infecties			
Reductie ziekenhuisopnames	47%	47%	38%
Reductie transmissie (infectiousness)	19%	19%	17%
Reductie kwetsbaarheid (susceptibility)	27%	27%	13%

Tabel 14 Gebruikte parameters voor de schatting van de optimistische en pessimistische variant.

In een gevoeligheidsanalyse (voor het individueel risico) is ook gekeken naar drie andere factoren. De eerste is de keuze voor het veronderstellen dat alle doorgemaakte infecties een gelijke immuniteit hebben als de vaccinatie basisreeks. Omdat onder de groep mensen die niet gedocumenteerde infecties hebben relatief veel mensen zijn die asymptomatisch de infectie hebben doorgemaakt, is ook gekeken naar het effect als alle type-U individuen naïef zouden zijn. De tweede gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd voor als de boosterprik die in de winter van 2021-2022 wordt uitgevoerd alleen bij 60-plussers wordt gezet. Hierbij is verondersteld dat alle (type-V) 60-plussers een hoge VE hebben en de rest van type-V de verwachte VE.

De derde parameter in de gevoeligheidsanalyse is bedoeld om het effect op het individueel risico te bepalen als de meest kwetsbaren niet aanwezig zijn op een CTB locatie. Dit heeft vooral effect op het aantal ziekenhuisopnames. Dat is ingevuld door te veronderstellen dat alle 70-plussers niet naar CTB-locaties gaan. Dit moet echter niet worden gezien als leeftijdscriterium, maar als indicatie dat kwetsbare mensen hier weinig komen.

6 Resultaten modelanalyse

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van modelanalyses opgenomen. Deze zijn eerst beschreven voor het individueel risico en daarna het reproductiegetal.

6.2 Resultaten voor individueel risico (Risico Taxatie Model)

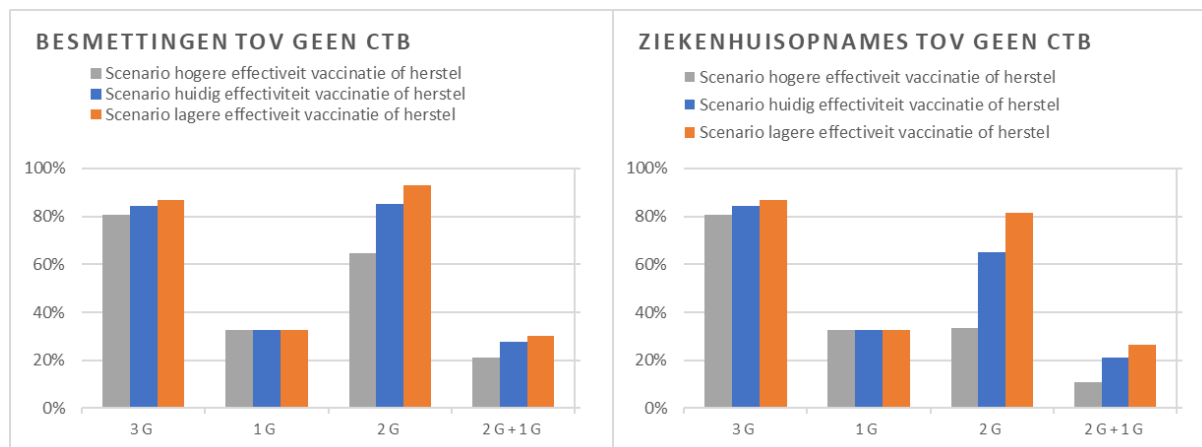
6.2.1 Effect van 1G, 2G, 3G en 2G+1G gegeven de effectiviteit van vaccinatie en/of herstel

In Figuur 7 is het relatieve effect van 3G, 2G, 1G, 2G+1G voor de verschillende vaccin effectiviteit (VE) scenario's opgenomen, en in Figuur 7 de procentuele dalingen. Met de VE wordt in dit geval bedoeld de gemiddelde effectiviteit van de verschillende vaccins en vaccinatieschema's die in Nederland gehanteerd werden voordat de eerste booster campagne begon en een veronderstelling dat bewezen en niet-bewezen doorgemaakte infecties even effectief waren als deze gemiddelde vaccinatie effectiviteit. De referentie is hierbij telkens de uitgangssituatie in november 2021 zonder CTB-beleid. Het effect van bijvoorbeeld 1G bij een hogere VE is dan gemeten ten opzichte van 1G bij de VE zoals die in november 2021 gold, voordat de boostercampagne van start ging.

Het effect van CTB beleid bovenop de uitgangssituatie is aangegeven met de blauwe balken in Figuur 7. Alle mogelijke vormen van CTB beleid leiden tot een reductie van het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames onder de bezoekers van CTB locaties. Voor 1G (33% t.o.v. geen CTB) en 3G (84% t.o.v. geen CTB) is de afname tussen besmettingen en ziekenhuisopnames even groot. Voor 2G is de daling bij de ziekenhuisopnames (65% t.o.v. geen CTB) groter dan bij besmettingen (84% t.o.v. geen CTB) omdat er – onder de aanname van perfecte handhaving – geen naïeve personen aanwezig zijn op de CTB locaties bij 2G. Opvallend is dat 2G leidt tot niet meer besmettingen dan 3G bij de VE zoals die was in november 2021, maar 2G leidt wel tot minder ziekenhuisopnames dan 3G. Dat komt doordat de plaatsen van de mensen die zonder CTB niet naar binnen mogen, zijn overgenomen door mensen met vaccinatie of herstelbewijzen. Deze brengen het virus ook over en kunnen besmet worden, al is het in een wat mindere mate. In de situatie van november 2021 was, wat betreft het reduceren van besmettingsrisico, het vooraf testen van mensen zonder vaccinatie- of herstelbewijs (3G) dus net effectiever dan 2G. Ook wordt opgemerkt dat de inschatting van het relatieve effect van 2G hoger kan zijn omdat aangenomen is dat de prevalentie onder de gehele bevolking gelijk is.

De grijze (hogere VE) en lichtbruine (lagere VE) balken laten zien wat het effect is t.o.v. geen CTB beleid bij een andere VE. Het variëren van deze parameter heeft geen effect op het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames bij 1G, immers iedereen wordt getest. Voor 3G geldt dat de afname van het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames bij een hogere VE beperkt is tot 4%, bij een lagere VE zijn er 3% meer besmettingen. Dat komt doordat de huidige omvang van type U beperkt is. Echter, voor de effectiviteit van 2G heeft de VE veel invloed op besmettingen en nog meer op ziekenhuisopnames. Het kan dan gaan om enkele tientallen procenten. Naarmate

vaccinatie/herstel beter beschermen wordt het verschil groter tussen type V (de mensen met vaccinatie of herstelbewijs) en type U (de mensen zonder herstelbewijs of vaccinatie) personen, en wordt 2G dus effectiever. Andersom geredeneerd, als de bescherming van vaccinatie/herstel afneemt, dan wordt de meerwaarde van 2G kleiner of kan deze vervallen ten opzichte van zowel 1G als 3G. 2G+1G is effectiever dan 1G, al neemt de meerwaarde van 2G ook hier af naarmate vaccinatie/herstel minder effectief zijn.



Figuur 7 Effect op besmettingen op CTB locaties bij verwachte scenario (situatie in november 2021) en het hoge en lage scenario voor de VE. Op de y-as staat het percentage besmettingen of ziekenhuisopnames ten opzichte van de situatie zonder CTB (zonder CTB zou er dus sprake zijn van 100% van de besmettingen en ziekenhuisopnames).

	VE nov 2021	Lagere VE	Hogere VE	VE nov 2021	Lagere VE	Hogere VE
	Besmettingen			Ziekenhuisopname		
3G	0.84	0.87	0.80	0.84	0.87	0.80
2G	0.85	0.93	0.65	0.65	0.82	0.34
1G	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
2G+1G	0.28	0.30	0.21	0.21	0.27	0.11

Tabel 15 Factor verandering besmettingen en ziekenhuisopnames gegeven een vorm van CTB beleid ten opzichte van de situatie zonder CTB beleid uitgaande van de situatie in november 2021. Voor type U is verondersteld dat een doorgemaakte infectie dezelfde rekening gehouden met bescherming biedt als een gelijk aan een vaccin van niet gedocumenteerde vaccinatiedoorgemaakte infectie.

Om deze afname van het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames nog te concretiseren is de informatie uit Tabel 165 uitgewerkt door de verschillen te laten zien ten opzichte van 100 besmettingen of ziekenhuisopnames in de verwachte situatie (Tabel 16). In de situatie zonder CTB zal bij de hogere VE het aantal besmettingen grofweg de helft zijn dan bij het verwachte scenario, maar in het scenario met een lagere VE nemen de besmettingen toe met een factor 1.73. Uit deze verschillen blijkt dus het gecombineerde effect van een andere VE en het CTB beleid.

	VE Midden November 2021	Lage VE	Hoge VE	VE Midden November 2021	Lage VE	Hoge VE
	Besmettingen			Ziekenhuisopname		
Geen CTB	100 (bench- mark)	173	49	100 (bench- mark)	200	48
3G	84	150	39	84	173	39

2G	85	161	31	65	163	16
1G	33	56	16	33	65	16
2G+1G	28	52	10	21	53	5

Tabel 16 Illustratie effect op besmettingen en ziekenhuisopnames bij verschillende toepassingen CTB en varianten effectiviteit van vaccins, uitgaande van 100 besmettingen en 100 ziekenhuisopnames voor de verwachte situatie. Voor type U is rekening gehouden met bescherming gelijk aan een vaccin van niet gedocumenteerde doorgemaakte infecties.

6.2.2 Bandbreedtes op basis van optimistische en pessimistische scenario's

In dit hoofdstuk is ingegaan op de effecten op het individueel risico in geval van optimistische en pessimistische scenario's. Deze optimistische en pessimistische scenario's geven inzicht in de effectiviteit van CTB beleid indien de omstandigheden zich anders ontwikkelen. Daarnaast is gekeken naar de gevoeligheid van de keuze om een gelijke immuniteit te veronderstellen voor de doorgemaakte infecties die niet gedocumenteerd zijn. Ook is een doorkijk gemaakt naar het effect van een booster bij alleen 60+ers.

Omdat de effectiviteit van het CTB beleid telkens is uitgedrukt ten opzichte van dezelfde situatie zonder CTB beleid is het ook van belang om te weten wat het effect is van de verschillende varianten op de situatie zonder CTB beleid. Bijvoorbeeld bij een lage VE zijn er meer besmettingen te verwachten op een CTB locatie. Het aantal besmettingen kan weer worden gereduceerd door CTB beleid. In Tabel 17 is de toename van het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames voor de verschillende varianten zonder CTB beleid opgenomen. Deze toename is gebaseerd op de verwachte situatie midden november 2021. De latere effecten van CTB beleid zijn dus de te behalen reducties gegeven deze situatie.

Geen CTB	Verwac	Lage	Hoge	Verwac	Lage	Hoge
	hte VE	VE	VE	hte VE	VE	VE
	Besmettingen			Ziekenhuisopname		
Onderscheid in effectiviteit vaccin met immuniteit type U	1.00	1.73	0.49	1.00	2.00	0.48
Onderscheid in effectiviteit vaccin zonder immuniteit type U	1.14	1.85	0.59	1.42	2.44	0.80
Onderscheid in omvang groep met immuniteit (gegeven huidige effectiviteit VE vaccin)	1.00	1.07	0.92	1.00	1.16	0.82
Onderscheid in omvang groep met immuniteit (gegeven hoge effectiviteit VE vaccin)	0.49	0.57	0.40	0.48	0.57	0.4
Onderscheid in kwaliteit testen	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

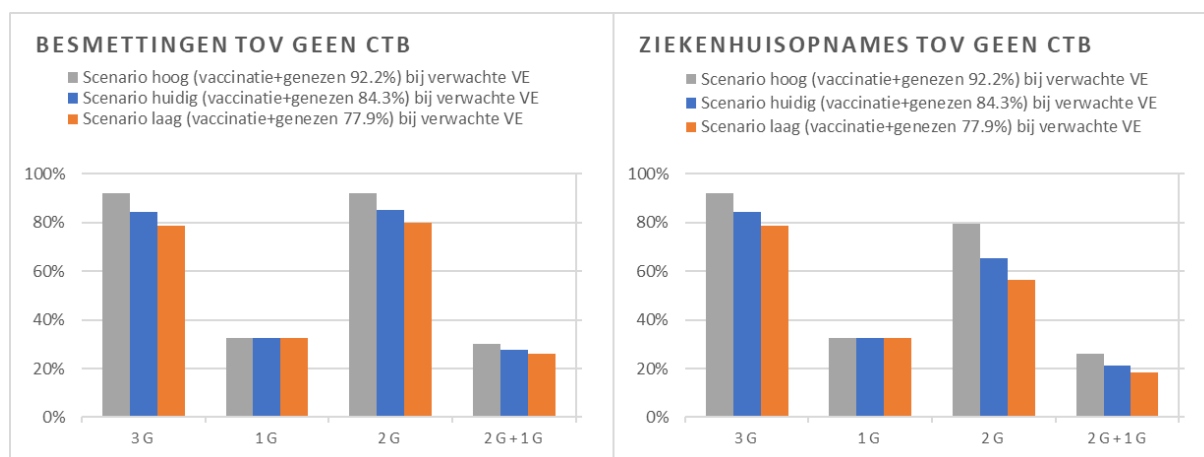
Tabel 17 Factor verandering in het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames op locaties zonder CTB beleid voor verschillende situaties ten opzichte van de verwachte (en meest waarschijnlijke) situatie in november 2021 zonder CTB beleid.

Gevoeligheid voor omvang groep met immuniteit door (recente) vaccinatie of (recente) doorgemaakte infectie

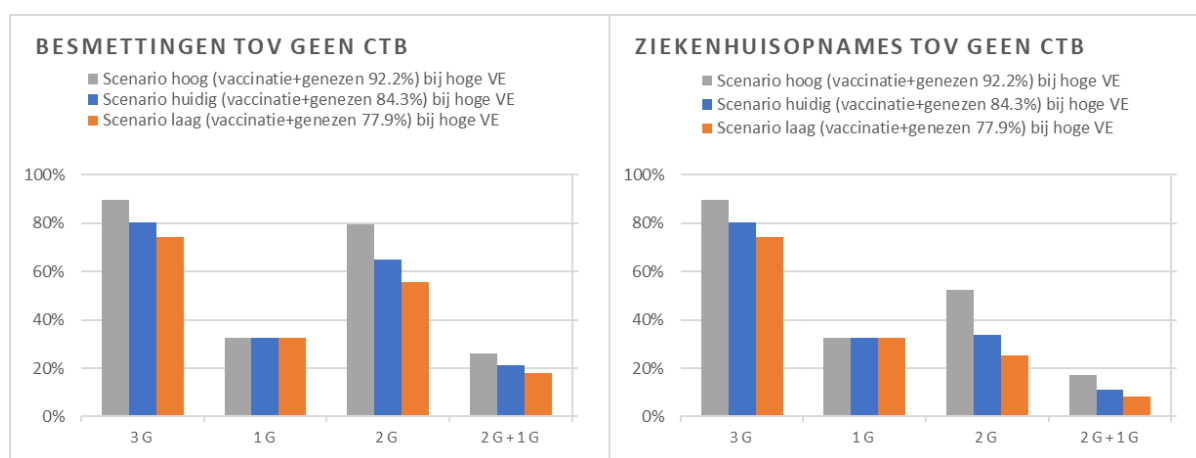
In Figuur 8 en Figuur 9 is aangegeven wat het effect is van de omvang van de groep type V op het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames voor de verschillende varianten en het CTB beleid t.o.v. de situatie in november 2021 zonder CTB beleid.

- Figuur 8 laat het effect zien bij een hoge en lage schatting van het aantal mensen dat beschermd is door vaccinatie of eerdere infectie, gegeven de huidige VE.
- Figuur 9 laat het effect zien bij een hoge en lage schatting van het aantal mensen dat beschermd is door vaccinatie of eerdere infectie, gegeven de hoge variant van VE

In bijlage A2.2 zijn exacte percentages opgenomen.



Figuur 8 Effect op besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties bij verwachte scenario (situatie in november 2021) en het hoge en lage scenario voor het percentage mensen type V dat bescherming heeft door vaccinatie of infecties. Op de y-as staat het percentage besmettingen of ziekenhuisopnames ten opzichte van de situatie zonder CTB (zonder CTB zou er dus sprake zijn van 100% van de besmettingen en ziekenhuisopnames).



Figuur 9 Effect op besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties bij verwachte scenario (situatie in november 2021 voor hoge VE) en het hoge en lage scenario voor het percentage mensen type V dat bescherming heeft door vaccinatie of infecties. Op de y-as staat het percentage besmettingen of ziekenhuisopnames ten opzichte van de situatie zonder CTB (zonder CTB zou er dus sprake zijn van 100% van de besmettingen en ziekenhuisopnames).

Het gaat hier om de som van het percentage mensen dat gevaccineerd is of een aantoonbare infectie heeft doorgemaakt ten opzichte van de gehele bevolking. Verondersteld is dat de verhouding tussen de naïeve personen en de personen zonder herstelbewijs maar met wel een doorgemaakte infectie gelijk blijft. Bij het scenario met een hoge schatting van de vaccinatiegraad zijn meer mensen beschermd, echter de meerwaarde van 2G en 3G neemt dan af omdat de omvang van de groep die extra kwetsbaar is kleiner is. Bij het pessimistische scenario is CTB beleid wel effectiever omdat er meer mensen zijn die kwetsbaarder zijn voor het virus.

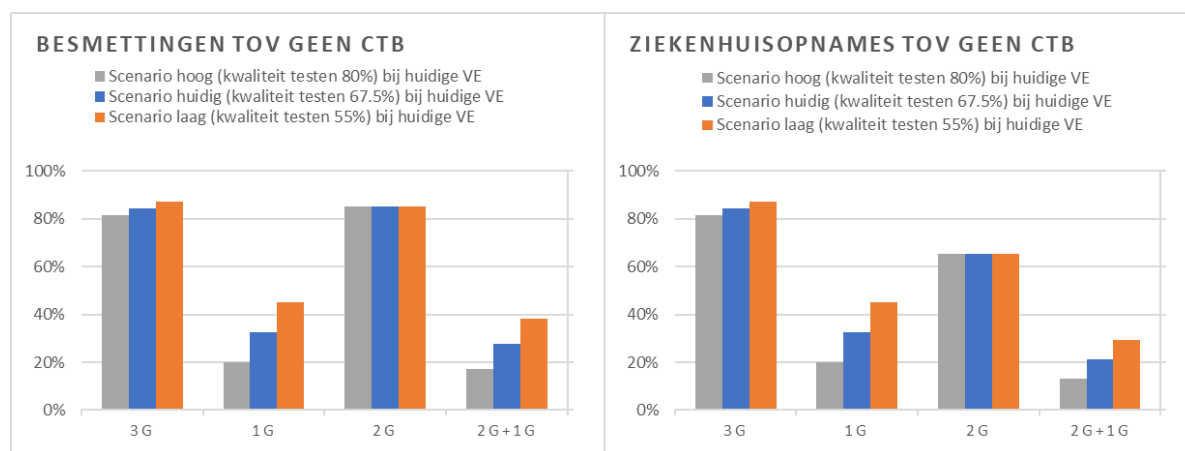
De vaccinatiegraad plus de graad genezen mensen heeft uiteraard ook invloed op het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames zonder CTB. Ten opzichte van de verwachte situatie (scenario huidig) stijgt het aantal besmettingen met 7% en het aantal ziekenhuisopnames met 16% in geval van de lage vaccinatiegraad en geen CTB. Bij een hoge vaccinatiegraad daalt het aantal besmettingen met 8% en het aantal ziekenhuisopnames met 18%.

Als het aantal mensen met een vaccinatie dan wel bewezen infectie oploopt dan wordt het effect van 2G en 3G kleiner ten opzichte van geen CTB. Het effect van 1G verandert veel minder sterk omdat iedereen getest wordt. Het effect van 2G+1G wordt meer vergelijkbaar met 1G naarmate er meer mensen van type V zijn.

Deze bevinding komt overeen met de eerdere conclusie over de werking van het vaccin. Naarmate de bijdrage van naïeve personen kleiner wordt dan is 3G en 2G minder effectief. Als vrijwel iedereen is gevaccineerd dan wel een infectie heeft doorgemaakt dan zijn de bijdrages van 2G en 3G bij de huidige VE dus beperkt. Daarentegen als de VE verbetert (door een booster en/of nieuw doorgemaakte infecties) dan worden de verschillen weer groter en hebben 3G en 2G weer meer effect en kan 2G effectiever zijn dan 3G.

Kwaliteit van testen

In Figuur 10 is aangegeven wat het effect is van een hoge en lage kwaliteit van testen op het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames voor de verschillende varianten en het CTB beleid t.o.v. de situatie in november 2021 zonder CTB beleid. In bijlage A2.2 zijn exacte percentages opgenomen.



Figuur 10 Effect op besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties bij verwachte scenario (situatie in november 2021 inclusief VE voor vaccins) en het hoge en lage scenario voor de kwaliteit van toegangstesten. Op de y-as staat het percentage besmettingen of ziekenhuisopnames ten opzichte van de situatie zonder CTB (zonder CTB zou er dus sprake zijn van 100% van de besmettingen en ziekenhuisopnames).

In het verwachte scenario is de kwaliteit van testen een reductie van 67,5% in het aantal besmettelijke mensen op een locatie. Bij een hogere kwaliteit is deze reductie 80%, bij een lagere kwaliteit is dat 55%. Bij de uitwerking is uitgegaan van de verwachte (huidige) VE.

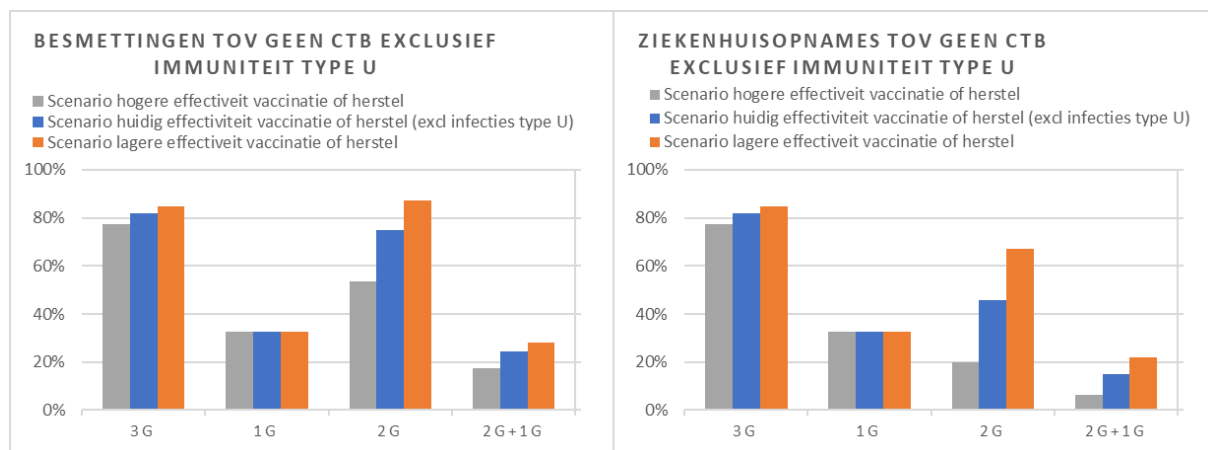
Bij 3G leidt de hogere of lagere kwaliteit van testen tot een toe- of afname van 3%. Dit effect is beperkt omdat een relatief kleine groep wordt getest t.o.v. het aantal bezoekers van CTB locaties. Bij 2G is er geen effect, er wordt immers niet getest. Bij 1G leidt de hogere of lagere kwaliteit van testen tot een toe- of afname van 12-13%. Bij 2G+1G is het effect van de hogere of lagere

kwaliteit van testen kleiner dan bij 1G maar groter dan bij 3G. Dat komt omdat meer type V mensen worden getest ondanks dat deze minder besmettelijk zijn.

Invloed van andere keuze voor bescherming niet gedocumenteerde doorgemaakte infecties

In de voorgaande paragraaf is verondersteld dat doorgemaakte infecties, inclusief asymptomatische infecties, een gelijke bescherming hebben als vaccinatie. De gehele groep mensen die niet gevaccineerd zijn en geen herstelbewijs hebben is vrij klein (15,7% van de bevolking boven de 10 jaar in het verwachte scenario). In deze groep is de verhouding tussen naïeve personen en personen met een doorgemaakte maar niet gedocumenteerde infectie 4:6. Daarom is als gevoeligheidsanalyse ook uitgewerkt wat het effect is op het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames als verondersteld wordt dat de niet gedocumenteerde infecties geen bescherming genieten. Als dit het geval is dan zijn er dus meer mensen die kwetsbaar zijn en zal het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames oplopen. Opgemerkt wordt ook dat deze correctie implicaties kan hebben voor de VE omdat deze is afgeleid van de vaccinatiestatus. In dat geval zou dat leiden tot een hogere VE. Daarentegen is er ook geen rekening gehouden met doorgemaakte infecties van volledig gevaccineerde mensen.

Figuur 11 laat het effect zien als er geen rekening wordt gehouden met opgebouwde immuniteit onder type U. In bijlage A2.2 zijn exacte percentages opgenomen. Indien niemand in deze groep immuun is dan heeft dat effect op de effectiviteit van 2G, 3G en 2G+1G. Op 1G heeft het geen effect omdat in de situatie met en zonder 1G dezelfde verhoudingen aan mensen op de CTB locatie zijn. In geval van 3G zou het beleid leiden tot een verdere reductie van het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames met 2 tot 3% ten opzichte van de verwachte situatie. Bij 2G+1G is dat rond de 5%. Bij 2G is het effect groter: de reductie in besmettingen is dan tussen de 6 tot 11% en de reductie in ziekenhuisopnames tussen de 14 tot 19%.



Figuur 11 Effect op besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties bij verwachte scenario (situatie in november 2021) en het hoge en lage scenario voor de VE als alle mensen in type U naïef worden verondersteld en er dus geen rekening wordt gehouden met opgebouwde immuniteit door eerdere infecties. Op de y-as staat het percentage besmettingen of ziekenhuisopnames ten opzichte van de situatie zonder CTB (zonder CTB zou er dus sprake zijn van 100% van de besmettingen en ziekenhuisopnames).

6.2.3 Invloed van de booster van alleen 60+

Omdat de booster in eerste instantie alleen was voorzien voor 60+ers is ook dit effect inzichtelijk gemaakt. Om het effect van de booster te bepalen is voor alle 60+ers van type V aangenomen dat

deze een hogere VE hebben, en voor de overige mensen de VE zoals die was in november 2021. Bij 3G zou het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames met 1% verminderen. Bij 2G is dat respectievelijk een extra daling van 7% voor de besmettingen en 21% voor de ziekenhuisopnames. Voor 3G is er geen effect. De reductie van de vatbaarheid, kwetsbaarheid en kans op ziekenhuisopname is bepaald door rekening te houden met de omvang van de leeftijdscohorten, en de kans op ziekenhuisopname zelf.

De behaalde reductie in besmettingen en ziekenhuisopnames door de booster is een grote stap richting het hoge VE scenario waarin iedereen een booster krijgt. Het effect van beschermen van de ouderen draagt veel meer bij aan de reductie van ziekenhuisopnames dan het verder beschermen van jongeren omdat de ouderen kwetsbaarder zijn. Dit effect is het sterkst bij de ziekenhuisopnames en minder sterk bij besmettingen. De reductie van besmettingen onder jongeren is wel van belang voor het reproductiegetal.

Gevoeligheid voor leeftijd of kwetsbare mensen

Bekend is dat de kans op ziekenhuisopname (en in mindere mate virus overdracht) sterk leeftijdsgebonden is. Ook is de vraag of op CTB locaties de echt kwetsbare mensen komen, en of deze er niet zelf al in meerdere mate voor kiezen om zich te beschermen. Daarom is het effect op het aantal besmettingen bij het CTB beleid ook bepaald onder de aannahme dan 70+ers niet aanwezig zijn. Nadrukkelijk wordt gezegd dat dit vooral een indicatie is voor het effect van als veel kwetsbare niet zouden komen. In Tabel 18 is de invloed op het aantal ziekenhuisopnames opgenomen vergeleken met de situatie zonder leeftijdsgrens.

Het aantal ziekenhuisopnames zal dus sterk dalen (onder de bezoekers van de CTB locatie) als er minder kwetsbare mensen zijn. Juist deze kwetsbare mensen leiden tot de meeste ziekenhuisopnames. Belangrijk om te benoemen dat het hierbij gaat om het individuele risico van deze bezoekers.

Dezelfde bezoekers lopen ook de kans op buiten de CTB locatie besmet te raken. Daarnaast zal het aantal besmettingen door het wegblijven van de kwetsbaren nagenoeg niet veranderen op het evenement (enig effect kan er zijn door een verschil in vatbaarheid bijvoorbeeld). Daarom is het effect voor het groepsrisico alleen relevant als het reproductiegetal daalt, of als men erin slaagt om de kwetsbare mensen te isoleren waarvan ook de vraag is of dat mogelijk en wenselijk is.

	Geen Leeftijdscriterium	Leeftijdscriterium 70 jaar
CTB alleen <70jaar	100%	45%
3G	84%	38%
1G	33%	15%
2G	65%	29%
2G+1G	21%	10%

Tabel 18 Effect van afwezigheid 70+ers als indicatie voor afwezigheid kwetsbare mensen op het aantal ziekenhuisopnames voor directe bezoekers van de CTB locaties.

6.3 Resultaten voor groepsrisico: Reproductiegetal met Next Generation Model

In dit hoofdstuk staat het reproductiegetal centraal. Als het reproductiegetal gelijk aan 1 blijft dan blijven ook het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames constant. Het CTB beleid kan worden

gebruikt om locaties te openen die nu gesloten zijn. Heropenen van locaties zal, ongeacht welke CTB-maatregel er van toepassing is op die locatie, leiden tot een hoger reproductiegetal. Heropenen met introductie van CTB-maatregelen op heropende en additionele locaties is wel mogelijk zonder dat het reproductiegetal stijgt. De vraag die hierbij telkens centraal staat is of gegeven een epidemiologische situatie, en gegeven een situatie waarin bepaalde locaties zijn gesloten of deze geopend kunnen worden al dat niet met CTB beleid zonder dat het reproductiegetal boven de 1 komt.

Vuistregels

Als vuistregel heeft 1G het grootste effect op het reduceren van het reproductiegetal, gevolgd door 2G (ook als er rekening worden gehouden met 30% compenserend gedrag). 3G heeft de kleinste invloed. 2G+1G heeft nog meer effect dan 1G omdat type V individuen die foutnegatief testen minder besmettelijk zijn. Hierbij moet opgemerkt worden dat 2G of 3G het reproductiegetal gegeven de epidemiologische situatie in december 2021 met maximaal 15% kan reduceren indien het toegepast wordt op alle locaties buiten scholen en de thuissituatie (denk aan werk, supermarkten, winkels, horeca en sportlocaties). Introductie van 1G op alle werk en overige locaties kan het reproductiegetal met maximaal 40% verlagen maar vereist dagelijks testen van een groot deel van de samenleving. De effectiviteit van 2G kan voor een kwart tot een derde toegeschreven worden aan een reductie in het aantal contacten in de samenleving, het resterende deel komt doordat vooral individuen met een hogere vatbaarheid en besmettelijkheid geen toegang hebben tot locaties waarin zij contact hebben met verschillende mensen.

De effecten op het reproductiegetal van een hogere VE zijn substantieel groter. Introductie van een booster-vaccinatie voor alle individuen die al een basis vaccinatierreeks hebben gehad kan het reproductiegetal met 40% verlagen. Introductie van CTB-maatregelen heeft ook in deze situatie een additioneel effect van maximaal 15% waarbij 2G relatief efficiënter is geworden omdat het verschil in vatbaarheid en besmettelijkheid tussen individuen met en zonder een CTB-bewijs groter is geworden.

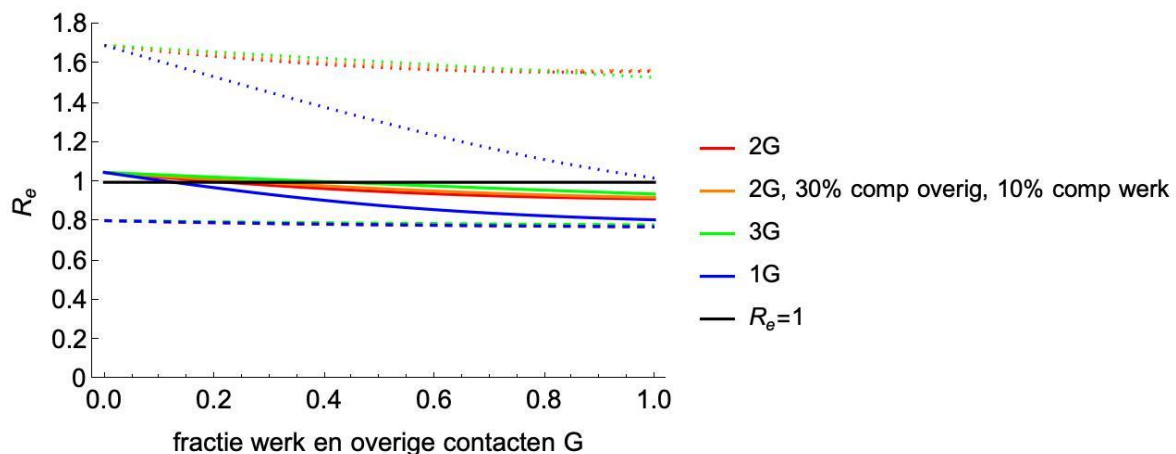
Compenserend gedrag

Omdat type-U individuen niet naar locaties kunnen waar 2G beleid van toepassing is, veronderstellen we dat 30% van de individuen die niet naar een 'overige' locatie gaan elkaar onderling ontmoeten (zie het gedragsonderzoek besproken in Hoofdstuk 3) en dat er 10% compenserend gedrag is als 2G op werklocaties wordt ingevoerd. Bij het compenserende gedrag zal het aandeel type-U individuen hoog zijn wat tot relatief hoog-risico contacten kan leiden als de vatbaarheid en de besmettelijkheid van type-U individuen alsmede de prevalentie onder type-U individuen relatief hoog is.

De keuze voor de waarde van 30% is gebaseerd op de uitkomsten uit het gedragsonderzoek. Voor de uitwerking nu is een iets lagere waarde aangenomen dan dat uit het gedragsonderzoek volgde (namelijk 40%) omdat niet al het alternatief gedrag zal leiden tot vergelijkbaar 'risico' gedrag. We zien namelijk dat het aantal risicovolle contacten afneemt. Het aantal contacten bij een evenement met meer dan 1.250 bezoekers is bijvoorbeeld groter dan een alternatieve buitenactiviteit met minder dan 10 mensen.

6.3.1 Effect van 1G, 2G, 3G en 2G+1G gegeven de bescherming van vaccins en infecties

We presenteren de resultaten aan de hand van twee type figuren. In het eerste type figuur is er geen heropening en variëren we op de horizontale as de fractie van de contacten op een locatie waarbij een CTB-maatregel van toepassing is. Op de verticale as staat het effect op het effectieve reproductiegetal. Deze grafieken stellen de lezer in staat om het relatieve effect van verschillende CTB-maatregelen te vergelijken. In Figuur 12 beschrijven we het effect van het introduceren van CTB maatregelen voor werk en overige contacten. In deze figuur is ook het verschil als gevolg van de actuele en hoge en lage VE opgenomen.

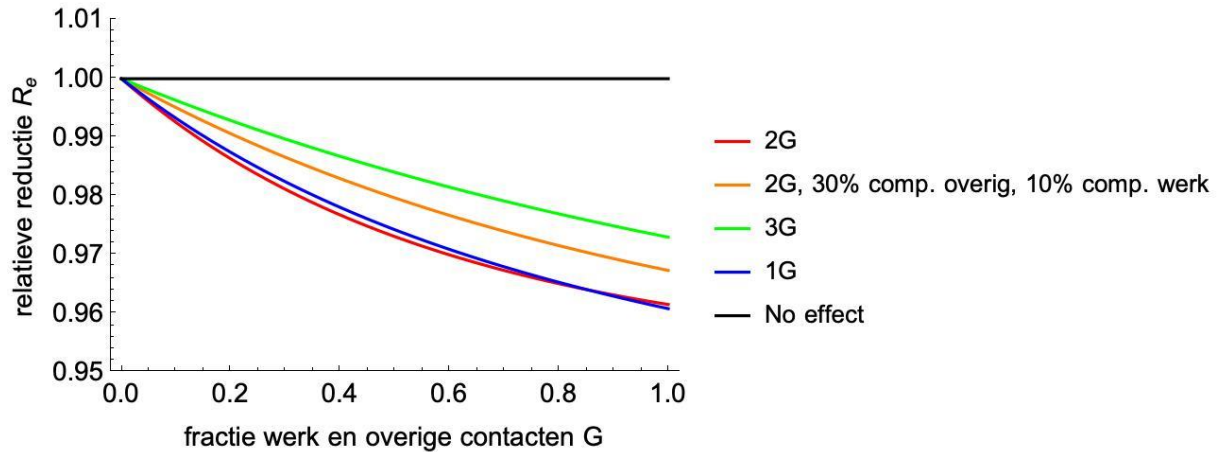


Figuur 12 Effect van verschillende CTB maatregelen bij werk en 'overige' contacten op het reproductiegetal bij de bescherming van vaccins midden november (doorgetrokken lijn), de variant met de hoge effectiviteit van vaccins (de gestreepte lijn onder de doorgetrokken lijn) en de variant met de lage effectiviteit van vaccins (de stipjes lijn boven de doorgetrokken lijn). Voor 2G is ook het effect van compenserend gedrag opgenomen wat een nivellerend effect heeft op de effectiviteit.

De resultaten in Figuur 12 zijn gebaseerd op schattingen van de huidige contactmatrices. De stippellijnen corresponderen met een pessimistische (lage) inschatting van de VE, de gestreepte lijnen zijn voor een optimistisch (hoog) scenario en de doorgetrokken lijnen zijn de beste schattingen. We veronderstellen een reproductiegetal van 1,05 in de uitgangssituatie (zoals die was in november 2021). Door het invoeren van CTB maatregelen bij een fractie 0,5 van de contacten op werk en op overige locaties, dan reduceert 1G het reproductiegetal van 1,05 naar 0,82 (blauwe rechte lijn), 2G met compenserend gedrag en 3G reduceren het reproductiegetal naar 0,93 en 0,98.

Een optimistisch VE scenario (gebaseerd op het effect van boosters voor alle gevaccineerden) reduceert het reproductiegetal van 1.05 naar 0.8. Ook in dit geval kunnen CTB-maatregelen een additionele reductie op het reproductiegetal hebben (zie figuur 12). Het grootste effect is bij 1G, een 4% reductie bij de huidige contactmatrices, bij volledige heropening kan 1G het reproductiegetal met 15% verlagen.

Een pessimistisch VE scenario leidt tot een sterke stijging van het reproductiegetal tot 1,75. In dit scenario wordt het relatieve effect van 2G en 3G klein en heeft alleen 1G een potentieel substantieel effect.



Figuur 13 Effect van verschillende CTB-maatregelen bij 'werk en overige' contacten op het reproductiegetal (links) en alleen 'overige' contacten (rechts).

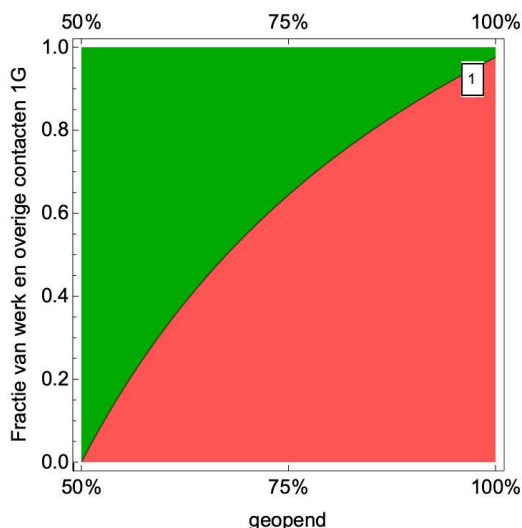
De resultaten in Figuur 13 zijn gebaseerd op schattingen van de huidige contactmatrices en het scenario waarbij alle gevaccineerden een booster-vaccin krijgen. De effectiviteit van 2G en 3G is relatief groter omdat het verschil in besmettelijkheid en vatbaarheid tussen gevaccineerden en ongevaccineerden groter is.

Effecten heropening

Uit het tweede type figuren blijkt het gecombineerde effect van het sluiten/heropenen van CTB locaties in combinatie met een specifieke CTB-maatregel (1G, 2G, 3G of 2G+1G). De horizontale as is een maat voor de mate van opening van CTB locaties, de verticale as is een maat voor welk deel van de geopende locaties de CTB-maatregel van toepassing is.

In de figuur staan lijnen die geïnterpreteerd kunnen worden als hoogtelijnen voor het reproductiegetal; punten op dezelfde lijn zijn combinaties van de mate van heropening van locaties en de mate van CTB-beleid die hetzelfde effectieve reproductiegetal opleveren. De mate van heropening is uitgedrukt aan de hand van het aantal contacten. Contacten op een druk indoor concert zouden wellicht als meer contacteenheden moeten tellen dan contacten langs de lijn in de buitenlucht bij jeugdsport. Dit onderscheid is niet in de modellering opgenomen omdat de data om dit te kwantificeren ontbreekt maar kan wel worden meegenomen bij beleidskeuzes.

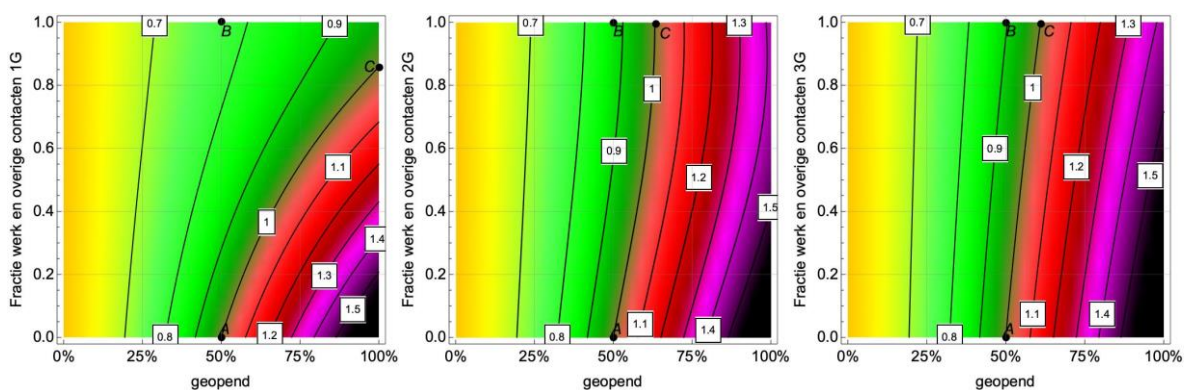
In Figuur 14 staat een voorbeeld dat kan helpen om de andere figuren te interpreteren. De lijn die het rode en groene oppervlak scheidt is een combinatie van parameters waarbij het reproductiegetal niet verandert (het reproductiegetal blijft 1). Het punt linksonder betekent dat 50% van de werk en overige contacten mogelijk zijn zonder dat in dit geval 1G van toepassing is. Het reproductiegetal blijft bij een volledige heropening (naar 100% op de x-as) alle werk en overige contacten gelijk als op bij 98% (y-as) van alle werk en overige locaties 1G wordt ingezet. Het groene gebied correspondeert met parametercombinaties waarbij het reproductiegetal lager is dan bij het punt linksonder, het rode gebied bestaat uit parametercombinaties met een hoger reproductiegetal dan het punt linksonder.



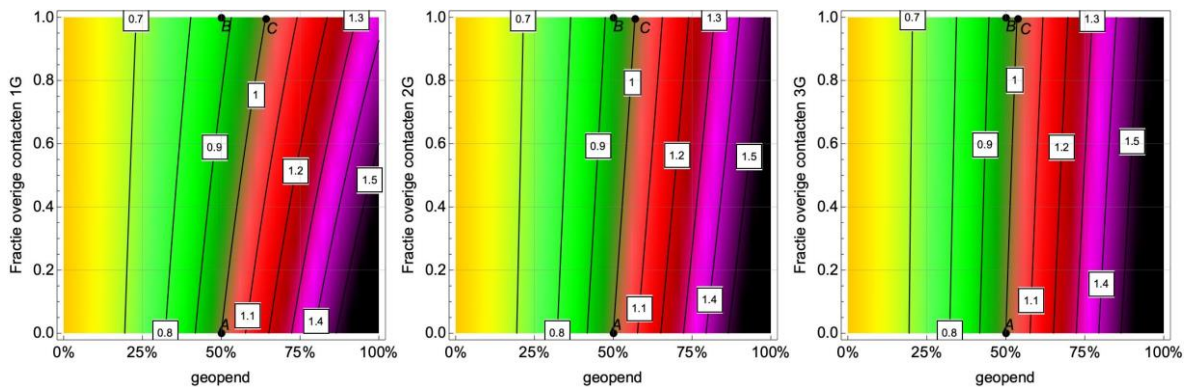
Figuur 14 Effect op het effectieve reproductiegetal van heropening van werk en overige locaties in combinatie met 1G voor werk en overige contacten.

In de onderstaande figuren is het effect op het reproductiegetal van het CTB beleid opgenomen voor:

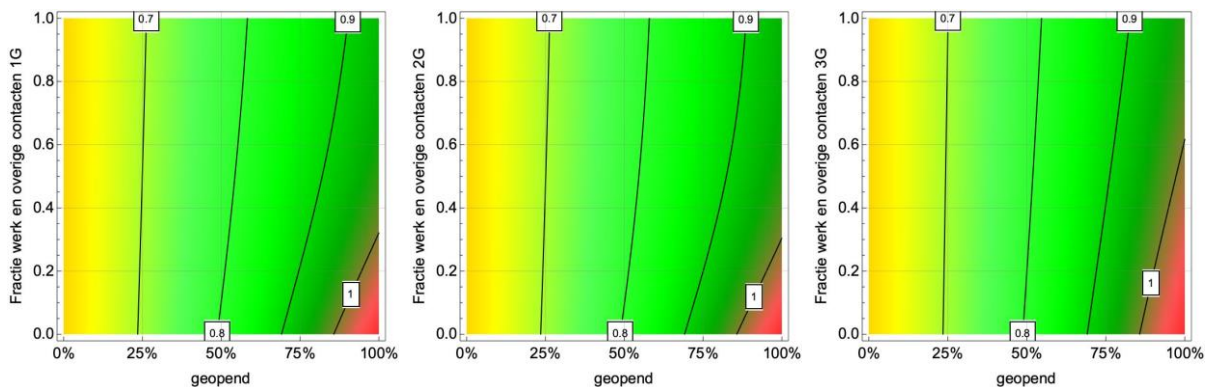
- Figuur 15 voor de huidige situatie en gecombineerde heropening/sluiting van werk en overige locaties (zoals horeca, sportlocaties, winkels en supermarkten).
- Figuur 16 voor de huidige situatie en gecombineerde heropening/sluiting van alleen overige locaties.
- Figuur 17 voor de huidige situatie maar met hoge VE en gecombineerde heropening/sluiting van werk en overige locaties.
- Figuur 18 voor de huidige situatie maar met lage VE en gecombineerde heropening/sluiting van werk en overige locaties.



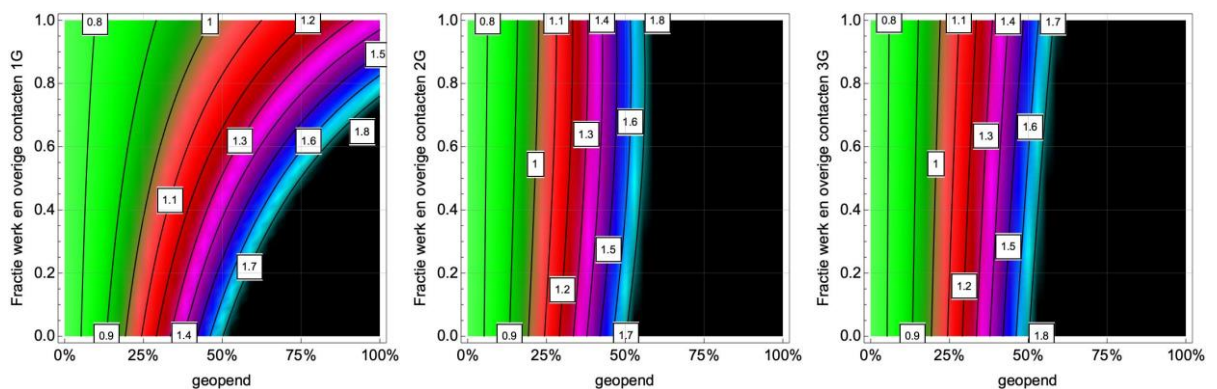
Figuur 15 Gecombineerd effect van mogelijk maken van extra contacten van werk en overige locaties in combinatie met 1G, 2G of 3G (links, midden, rechts) op werk en 'overige' locaties voor de situatie midden november 2021). Het startpunt is Punt A. Het reproductiegetal is '1'. Dit punt komt ongeveer overeen met de situatie midden november waar het aantal contacten op het werk en overige locaties 50% was vergeleken met voor de pandemie. We gaan naar Punt B door op alle locaties anders dan school en thuis CTB in te voeren. Nu kunnen er extra contacten mogelijk worden gemaakt zonder dat het reproductiegetal boven de 1 stijgt. Bij het invoeren van 1G op deze locaties is bijvoorbeeld 50% extra contacten mogelijk te maken (we gaan van 50% naar 100% van de contacten van voor de pandemie), terwijl op 86% van de contacten 1G van toepassing is (Zie Punt C, links). Er moet dus op een flink aantal locaties 1G worden ingevoerd. Bij 2G en 3G kan het aantal contacten tot maximaal 63% en 61% stijgen (zie Punt C, midden en punt C links).



Figuur 16 Gecombineerd effect van mogelijk maken van contacten op overige locaties in combinatie met 1G, 2G of 3G (links, midden, rechts) op 'overige' locaties voor de situatie midden november 2021. Het startpunt is Punt A. Het reproductiegetal is '1'. Dit punt komt ongeveer overeen met de situatie midden november waar het aantal contacten op het werk en overige locaties 50% is vergeleken met voor de pandemie. We gaan naar Punt B door op alle locaties anders dan school en thuis CTB in te voeren. Nu kunnen er extra contacten mogelijk worden gemaakt zonder dat het reproductiegetal boven de 1 stijgt. Bij het invoeren van 1G op deze locaties kan het aantal contacten tot maximaal 64% stijgen (Zie Punt C, links) en bij 2G en 3G kan het aantal contacten tot maximaal 57% en 54% stijgen (zie Punt C, midden en punt C links).



Figuur 17 Gecombineerd effect van mogelijk maken van contacten op werk en overige locaties in combinatie met 1G, 2G of 3G (links, midden, rechts) op werk en 'overige' locaties voor de hoge VE.



Figuur 18 Gecombineerd effect van het mogelijk maken van contacten op werk en overige locaties in combinatie met 1G, 2G of 3G (links, midden, rechts) op werk en 'overige' locaties voor de lage VE.

6.3.2 Bandbreedtes op basis van optimistische en pessimistische schatting

In dit hoofdstuk is ingegaan op de effecten op het reproductiegetal in geval van optimistische en pessimistische scenario's. Deze optimistische en pessimistische scenario's geven inzicht in de effectiviteit van CTB beleid indien de omstandigheden zich anders ontwikkelen.

In de onderstaande tabellen is aangegeven wat het reproductiegetal in november 2021 maximaal mocht zijn om bij 100% van contacten en CTB op alle locaties een reproductiegetal van 1 te krijgen. Waardes boven de 1 geven aan dat de combinatie van heropening met CTB beleid ervoor zorgen dat het reproductiegetal lager wordt. Waardes onder de 1 geven aan dat het reproductiegetal zal toenemen bij volledige heropening met CTB beleid.

Kritisch reproductiegetal	VE midden november		Hogere VE		Lagere VE	
	Overig	Overig & werk	Overig	Overig & werk	Overig	Overig & werk
3G	0.62	0.70	0.78	0.83	0.59	0.65
1G	0.73	0.89	0.82	0.87	0.71	1.24
2G	0.66	0.71	0.82	0.86	0.61	0.62
2G+1G	0.76	1.09	0.84	0.88	0.73	1.32

Tabel 19 Maximale waarde reproductiegetal om van situatie november 2021 volledig te heropenen met CTB beleid van toepassing op 100% van de locaties 'overig' of 'werk en overig' voor verschillende varianten voor de effectiviteit van het vaccin.

	Huidige graad immuniteit		Hogere graad immuniteit (type V)		Lagere graad immuniteit (type V)	
	Overig	Overig & werk	Overig	Overig & werk	Overig	Overig & werk
3G	0.62	0.70	0.62	0.65	0.63	0.73
1G	0.73	1.05	0.73	1.00	0.72	1.08
2G	0.66	0.71	0.63	0.65	0.67	0.74
2G+1G	0.76	1.09	0.75	1.01	0.76	1.14

Tabel 20 Maximale waarde reproductiegetal om van situatie november 2021 volledig te heropenen met CTB beleid van toepassing op 100% van de locaties 'overig' of 'werk en overig' voor verschillende varianten van het percentage mensen dat immuniteit heeft in type V door vaccinatie of doorgemaakte infectie bij de huidige werking van het vaccin.

	Huidige graad immuniteit		Hogere graad immuniteit (type V)		Lagere graad immuniteit (type V)	
	Overig	Overig & werk	Overig	Overig & werk	Overig	Overig & werk
3G	0.78	0.83	0.81	0.83	0.75	0.85
1G	0.82	0.87	0.83	0.85	0.80	0.88
2G	0.82	0.86	0.82	0.83	0.82	0.88
2G+1G	0.84	0.88	0.84	0.88	0.84	0.88

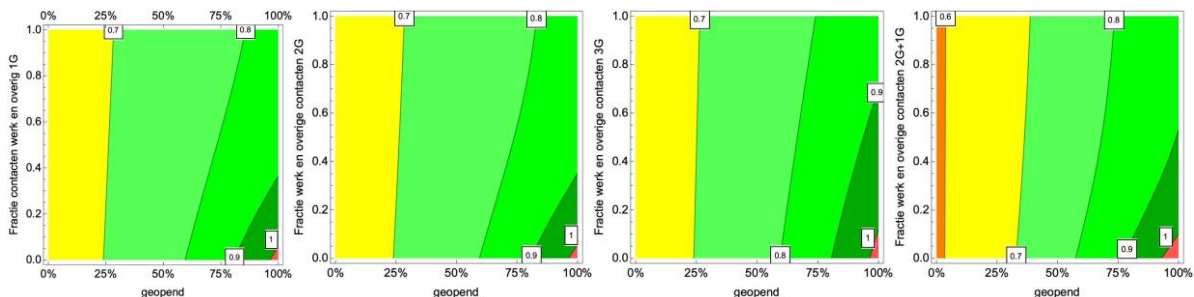
Tabel 21 Maximale waarde reproductiegetal om van situatie november 2021 volledig te heropenen met CTB beleid van toepassing op 100% van de locaties 'overig' of 'werk en overig' voor verschillende varianten voor de effectiviteit van het vaccin voor verschillende varianten van het percentage mensen dat immuniteit heeft in onder type V door vaccinatie of doorgemaakte infectie bij de hogere werking van het vaccin.

	Werking vaccin midden november		Hogere test effectiviteit		Lagere test effectiviteit	
	Overig	Overig & werk	Overig	Overig & werk	Overig	Overig & werk
3G	0.62	0.70	0.63	0.73	0.62	0.68
1G	0.73	1.05	0.76	1.09	0.70	0.98
2G	0.66	0.71	0.66	0.71	0.66	0.71
2G+1G	0.76	1.09	0.78	1.11	0.74	1.05

Tabel 22 Maximale waarde reproductiegetal om van situatie november 2021 volledig te heropenen met CTB beleid van toepassing op 100% van de locaties 'overig' of 'werk en overig' voor verschillende varianten voor de effectiviteit van het vaccin voor verschillende varianten voor de kwaliteit van testen bij de huidige vaccinatiegraad.

6.3.3 Invloed van de boosters

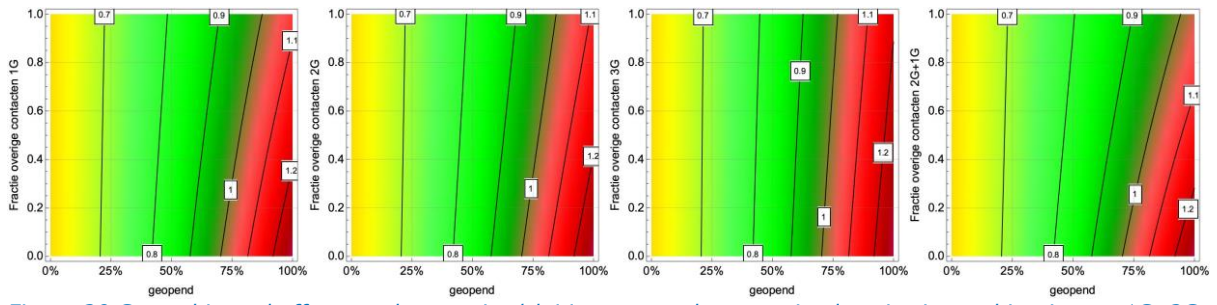
Omdat de eerste booster in de winter van 2021-2022 in eerste instantie alleen was voorzien voor 60+ers en later is versneld voor iedereen is ook dit effect inzichtelijk gemaakt. Dit is gedaan in twee stappen. Eerst is verondersteld dat alle gevaccineerde personen een booster hebben gekregen¹². In Figuur 19 is het effect opgenomen van het invoeren van 1G, 2G en 3G in geval van de booster. Duidelijk blijkt dat door de booster het reproductiegetal daalt, en omdat er meer verschil is in de mate van bescherming tussen de mensen met en zonder booster is ook het effect van CTB beleid groter.



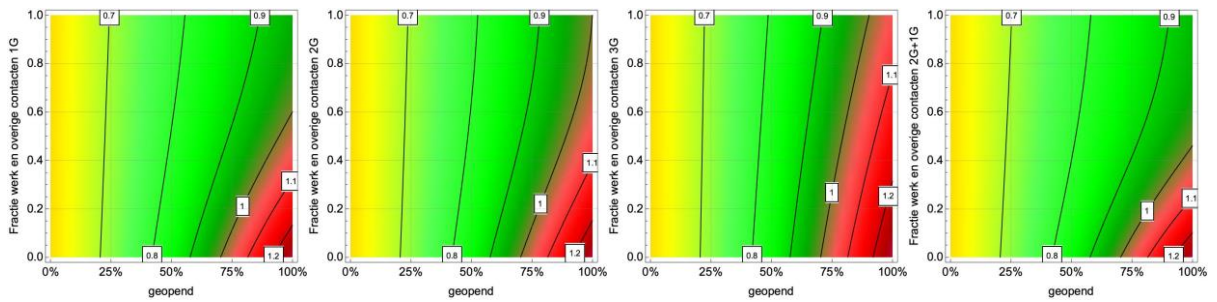
Figuur 19 Gecombineerd effect van heropening/sluiting van werk en overige locaties in combinatie met 1G, 2G, 3G en 2G+1G (links, midden links, midden rechts, rechts) op 'overige' locaties voor de situatie waar alle gevaccineerden een booster hebben gekregen.

Vervolgens is ook rekening gehouden met de boosterbereidheid zoals blijkt uit het gedragsonderzoek. Uitgegaan is van boosters bij 85% van alle gevaccineerde 60 plussers en 70% van de gevaccineerde 60 minners. Deze resultaten zijn opgenomen in Figuur 20 als CTB beleid wordt toegepast op alleen de klasse overig en in Figuur 21 als het CTB beleid op de klassen werk en overig wordt toegepast.

¹² Dit is dus een deelverzameling van type V, voor het individueel risico is dit effect op geheel type V verondersteld



Figuur 20 Gecombineerd effect van heropening/sluiting van werk en overige locaties in combinatie met 1G, 2G, 3G en 2G+1G (links, midden links, midden rechts, rechts) op 'overige' locaties voor de situatie waar 85% van alle 60+ers en 70% van de 60-ers van alle gevaccineerden een booster heeft gekregen.



Figuur 21 Gecombineerd effect van heropening/sluiting van werk en overige locaties in combinatie met 1G, 2G, 3G en 2G+1G (links, midden links, midden rechts, rechts) op werk en 'overige' locaties voor de situatie waar 85% van alle 60+ers en 70% van de 60-ers van alle gevaccineerden een booster heeft gekregen.

7 Actualisatie aan de hand van nieuwe kennis over de Omikronvariant

7.1 Inleiding

Het onderzoek startte in november 2021 en daarom hebben we bij het opzetten van de basis van de modellen de epidemiologische situatie midden november 2021 als uitgangspunt genomen. Toen was de Deltavariant dominant en was er weinig tot niets bekend over de Omikronvariant. Daarom hebben we in januari 2022 nog een aanvullende studie gedaan waarin we het model hebben geactualiseerd op basis van nieuwe kennis over de effecten van de Omikronvariant op de epidemiologische situatie.

In december is de Omikronvariant in Nederland dominant geworden. De Omikronvariant leidt tot een ander epidemiologisch beeld. Wat de effecten van Omikron uiteindelijk voor Nederland gaan zijn is op dit moment nog onzeker. Uit beschikbare data blijkt met grote zekerheid dat Omikron besmettelijker is dan eerdere varianten. Ook is het duidelijk dat de kans op ziekenhuisopname lager is dan bij eerdere varianten. Hoe groot het verschil in ziekmakend vermogen tussen de Omikronvariant en de Deltavariant precies is, is nog niet helemaal duidelijk. De belangrijkste verschillen ten opzichte van de Deltavariant zijn:

- Omikron is besmettelijker. Het reproductiegetal op 23 december (dus tijdens de periode dat scholen en winkels gesloten zijn) was 0,87 voor de Deltavariant en 1,75 voor de Omikronvariant.
- De incubatietijd is korter, mensen zijn sneller besmettelijk.
- De kans op ziekenhuisopname is lager.
- De kans op IC opname lijkt relatief nog lager dan voor ziekenhuisopnames.
- De Vaccineffectiviteit (VE) is lager (ook bij een booster).

Door de Omikronvariant verandert dus de effectiviteit van het CTB beleid. Ten eerste neemt het verschil in bescherming af tussen de mensen die bescherming hebben gekregen door een vaccin en/of infectie en de mensen die nog geen immuniteit hebben opgebouwd door een vaccin en/of infectie. Doordat de laatste weken het aantal dagelijkse besmettingen relatief hoog is en verder stijgt, wordt ook de groep mensen die nog geen immuniteit heeft opgebouwd steeds kleiner.

In dit hoofdstuk is een schatting opgenomen voor de situatie begin januari uitgaande van de Omikronvariant. Hierbij is gekeken naar de impact op het reproductiegetal en voor de CTB locaties zelf. De impact op het reproductiegetal heeft betrekking op de aankomende weken zolang de epidemiologische situatie vergelijkbaar blijft. Er is geen kwantitatieve schatting gemaakt naar de belasting voor de zorg met betrekking tot landelijke ziekenhuisopnames, IC opnames en de ligduur. Dit zou een relevante volgende stap kunnen zijn in onze modelleringsstudie, omdat een reproductiegetal van boven de 1 en de resulterende exponentiele toename in het aantal besmettingen bij Omikron minder snel leidt tot druk op de IC dan in de situatie toen de Deltavariant nog dominant was.

7.2 Modelparameters

In de aanvullende studie hebben we de volgende aannames gemaakt:

- Omikron is 2x besmettelijker dan de Deltavariant. Deze schatting is gebaseerd op het reproductiegetal eind december.
- De kans op ziekenhuisopname is 60% kleiner door een besmetting met Omikron dan met Delta, schattingen binnen het OMT variëren van een 40% tot 60% kleinere kans op ziekenhuisopnames. Voor de vertaling van de situatie in andere landen naar Nederland spelen ook de timing van de boosters een rol. Als het ziekmakend vermogen van Omikron nog lager blijkt te zijn, dan zal het effect van 2G en 3G verder omlaag gaan wat betreft de reductie van ziekenhuisopnames. Ook de duur van een ziekenhuisopname door Omikron lijkt korter, Amerikaans onderzoek (Lewnard et al 2022) laat zien dat de duur van ziekenhuisopname 69,6% korter is bij Omikron vergeleken met de Deltavariant. Dit is niet expliciet meegenomen in de modellering. In de modellering zijn IC opnames niet apart beschouwd. Hetzelfde Amerikaanse onderzoek laat zien dat de kans op IC opname door Omikron sterker daalt dan de kans op ziekenhuisopname.

Over de effectiviteit van toegangstesten:

- De effectiviteit van testen ligt tussen het verwachte scenario en de lage variant die we hebben gebruikt voor de berekeningen in hoofdstuk 5 en 6. Mensen die besmet raken met Omikron lijken sneller besmettelijk dan bij de Deltavariant. Dat leidt ertoe dat het virus zich sneller kan verspreiden. De effectiviteit van testen voor toegang zal hierbij afnemen. Dat komt niet door een andere testsensitiviteit maar omdat binnen de huidige geldigheidsduur van de test meer mensen besmet raken. Data hierover is nog niet beschikbaar. Voor de effectiviteit van testen schatten we in dat deze tussen de verwachte en de lage schatting ligt zoals uitgewerkt in de bandbreedtes van hoofdstuk 6.2.2 en 6.2.3.

Over de vaccineffectiviteit (VE) bij 2 vaccinaties (of een infectie, exclusief de booster of 2^e infectie)

- Voor transmissie: We zijn hierbij uitgegaan van de variant met een lage VE (37%). Deze VE is lager dan de waarde van 50% die door het OMT is gehanteerd. We hebben hier voor de lagere waarde gekozen omdat deze overeen komt met de lage schatting van de VE en past binnen de trend dat de VE afnam over de tijd.
- Voor de kwetsbaarheid: We zijn hierbij uitgegaan van een VE van 20%. Deze waarde is de tussenliggende waarde van LSHTM en de studie van Imperial College.
- Voor de ziekenhuisopname: We zijn hierbij uitgegaan van een VE van 70%. Deze waarde is de tussenliggende waarde van LSHTM en de studie van Imperial College. Het OMT gaat uit van een waarde van 56% voor de VE en 80% voor de hoge VE.

Over de VE voor de mensen die ook de booster hebben gehad:

- Voor transmissie: We zijn hierbij uitgegaan van de een VE van 50% gelijk aan de verwachte schatting in november.
- Voor de kwetsbaarheid: We zijn hierbij uitgegaan van een VE van 50%. Deze waarde is conservatief gekozen (en gelijk aan de eerdere verwachte VE bij de Deltavariant in november) en ligt tussen de waarde van LSHTM en de studie van Imperial College.
- Voor de ziekenhuisopname: We zijn hierbij uitgegaan van een VE van 85%. Deze waarde ligt tussen de lage en hoge schatting van het OMT, en komt overeen met de verwachte VE in november bij de Deltavariant.

Voor de reductie van het aantal contacten voor de contactklassen is uitgegaan van dezelfde situatie als in november. Verder is er vanuit gegaan dat het reproductiegetal gelijk was aan 1,8. Voor de hoeveelheid mensen van type V en type U (inclusief de doorgemaakte infecties binnen deze groep) is uitgegaan van dezelfde schattingen van eind december.

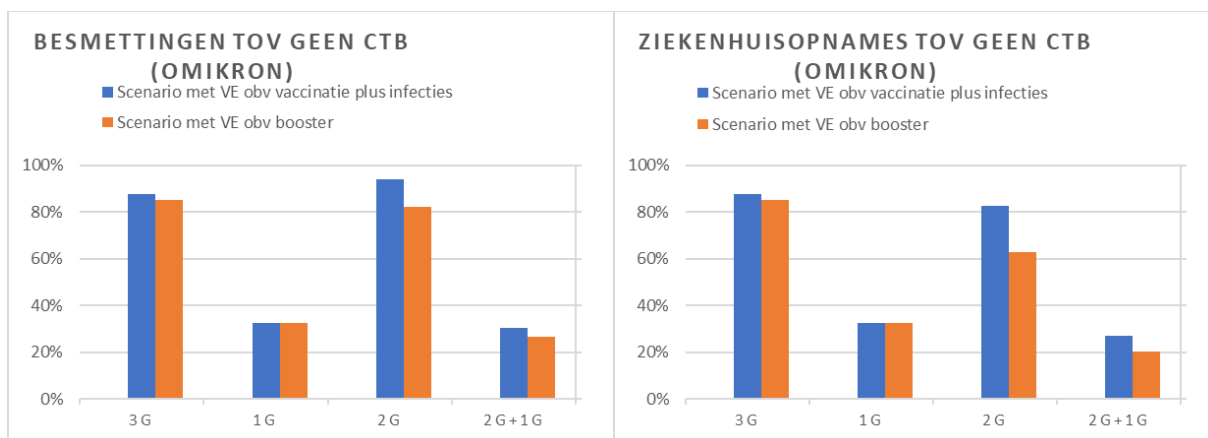
7.3 Resultaten voor individueel risico in januari 2022 (Risiko Taxatie Model)

In dit hoofdstuk is het effect voor bezoekers aan CTB locaties getoond uitgaande van Omikron. Onderscheid is gemaakt in twee situaties die kunnen worden beschouwd als extremen:

- De VE is gelijk aan de situatie zonder booster, de VE is gelijk aan de VE horende bij 2 vaccinaties.
- De VE is gelijk aan de situatie met booster (of een 2^e infectie), waarbij de booster alleen voor de type V is verondersteld.

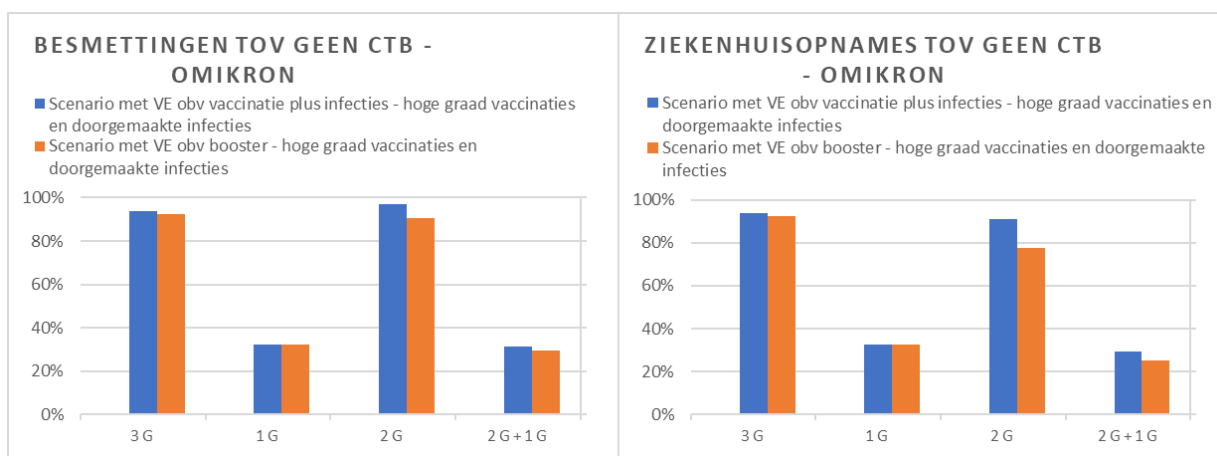
Figuur 22 laat zien wat het effect is van CTB beleid in een situatie waarbij de Omikronvariant dominant is (januari 2022) en we uitgaan van een VE horende bij 2 vaccinaties of een infectie (blauwe balk) en in een scenario waarin we ervan uitgaan dat alle gevaccineerden en aantoonbaar geïnfecteerden ook een booster nemen of nog een keer geïnfecteerd zijn geraakt (oranje balk). Hierbij is uitgegaan van de huidige omvang van Type V en U. In Figuur 23 is eenzelfde figuur opgenomen maar dan voor de situatie waarin meer mensen geïnfecteerd zijn geraakt dan wel gevaccineerd.

Zonder de booster heeft 2G (6% reductie) een kleiner effect op het voorkomen van besmettingen dan 3G (12%). Met de booster is 2G effectiever. 2G leidt tot een reductie van 17% vergeleken met het organiseren van een activiteit zonder een coronatoegangsbewijs, terwijl bij 3G de reductie nog 15% is. Voor ziekenhuisopnames is 2G in allebei de situaties effectiever dan 3G. Zonder booster daalt het aantal ziekenhuisopnames onder bezoekers van een activiteit met 17% en met booster met 37%. Bij 3G is dat respectievelijk 12% en 15%. Opgemerkt wordt dat het hierbij alleen gaat om het aantal opnames, omdat de duur van opnames ook daalt met 70% zal het effect van CTB beleid op de belasting van de zorg nog verder afnemen nu de Omikronvariant dominant is geworden. Ook wordt opgemerkt dat de inschatting van het relatieve effect van 2G vergeleken met 3G hoger kan zijn omdat aangenomen is dat de prevalentie onder de gehele bevolking gelijk is. 1G en 2G+1G zijn een stuk effectiever dan 2G en 3G wat betreft het voorkomen van besmettingen en ziekenhuisopnames onder bezoekers van activiteiten.



Figuur 22 Effect op besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties bij 2 scenario's in januari 2022. Op de y-as staat het percentage besmettingen of ziekenhuisopnames ten opzichte van de situatie zonder CTB (zonder CTB zou er dus sprake zijn van 100% van de besmettingen en ziekenhuisopnames).

Figuur 23 laat zien wat het effect is van CTB beleid in een situatie waarbij de Omikronvariant dominant is (januari 2022) en we ervan uitgaan dat er veel extra mensen immuniteit opbouwen door ofwel het nemen van een vaccin ofwel doordat ze een COVID-19 infectie doormaken. In dit scenario is het aantal mensen dat nog geen immuniteit tegen COVID-19 heeft opgebouwd door vaccinatie of eerdere infectie kleiner dan in Figuur 22. Figuur 23 laat zien dat 2G en 3G in dit scenario minder effectief worden wat betreft het terugdringen van besmettingen en ziekenhuisopnames onder bezoekers van CTB locaties. Voor de situatie waarin alle mensen van type V een VE hebben gelijk aan de recente booster daalt het aantal besmettingen bij 2G met 10% (dat was 17% bij de huidige omvang van type V) en het aantal ziekenhuisopnames met 22% (dat was 37% bij de huidige omvang van type V). Voor 3G dalen de besmettingen en ziekenhuisopnames met 8% (dat was 13%).



Figuur 23 Effect op besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties in januari 2022 uitgaande van een groter aantal mensen met immuniteit via vaccinatie of infectie. Op de y-as staat het percentage besmettingen of ziekenhuisopnames ten opzichte van de situatie zonder CTB (zonder CTB zou er dus sprake zijn van 100% van de besmettingen en ziekenhuisopnames).

Bovenstaande verschillen zijn het relatieve effect van het CTB beleid in geval van de Omikron variant. Naast de relatieve verschillen zijn ook de absolute aantallen van belang. Immers deze absolute aantallen zijn van belang voor het groepsrisico en dus voor het bepalen van het moment waarop de zorg overbelast raakt.

Omikron is 2x besmettelijker dan de Deltavariant, per saldo zal dus bij eenzelfde aantal besmettelijke mensen op een evenement het aantal besmettingen 2x hoger zijn (zoals dat dan

overall het geval is). Daarnaast is ook VE voor de transmissie is lager. Tegenover deze toename in aantal besmettingen staat echter ook dat door Omikron de kans op ziekenhuisopname lager is, en dat de ligduur in het ziekenhuis wordt verkort. De bezetting van de ziekenhuizen is de combinatie van de opnames en de ligduur. Op basis van de gebruikte aannames in dit onderzoek zal de invloed van bezoekers van CTB locaties op de belasting van de ziekenhuizen dalen als we de huidige situatie met de Omikronvariant vergelijken met november 2021.

7.4 Resultaten voor groepsrisico: Reproductiegetal met Next Generation Model in januari 2022

Het bepalen van de epidemiologische situatie in januari 2022 is op het moment van schrijven lastig te bepalen omdat er geen data beschikbaar is voor het aantal gezette boostervaccins per leeftijdscategorie. Op basis van het aantal besmettingen per dag per leeftijdscategorie en het aantal gezette vaccins (geen boostervaccins) in de afgelopen periode hebben we de epidemiologische situatie van november 2021 aangepast aan de situatie van januari 2022. Voor de verdeling van de boostervaccins over de leeftijdscategorieën hebben we de resultaten van het gedragsonderzoek, tabel 6, kolom "zeker booster", gebruikt.

We hebben voor het reproductiegetal in januari 2022 de waarde 1,80 gebruikt. Hierbij kan opgemerkt worden dat de berekende waardes van het reproductiegetal met CTB beleid en eventuele heropening lineair zijn in het reproductiegetal. Als met heropening en een CTB-beleid het reproductiegetal met 10% zou stijgen van 1.8 tot 1,98, dan zou met dat beleid en heropening het reproductiegetal ook met 10% stijgen van 1.5 naar 1,65 als het huidige reproductiegetal 1.5 blijkt te zijn.

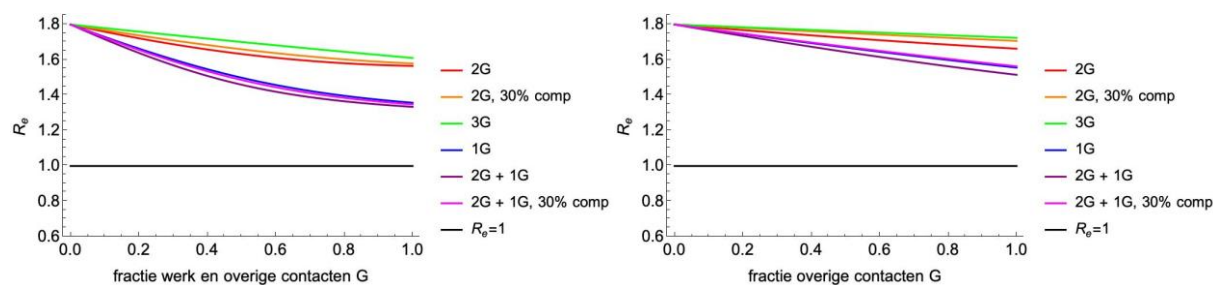
Vuistregels

In de epidemiologische situatie van januari 2022 is er dermate veel verspreiding dat zelfs met het sluiten van vrijwel alle andere locaties dan thuis en school (denk aan werk, horeca, winkels, supermarkten en sportscholen) het reproductiegetal boven de een blijft. Het invoeren van 1G op een substantieel aantal andere locaties dan thuis en school (denk aan werk, horeca, winkels, supermarkten en sportscholen) kan er wel voor zorgen dat het openen van de samenleving niet of nauwelijks leidt tot een stijging van het reproductiegetal. Het toepassen van 2G en 3G heeft in de situatie van januari 2022 een beperkt effect op het tegengaan van de verspreiding van het virus in de samenleving. De reden is dat de vaccins beperkt bescherming bieden tegen besmetting en a) een substantieel deel van de populatie die een langdurig CTB heeft geen boostervaccin heeft gekregen en b) ook het boostervaccin geen optimale bescherming tegen besmetting biedt.

Effect van 1G, 2G, 3G en 2G+1G gegeven de bescherming van vaccins en infecties

We presenteren de resultaten aan de hand van twee type figuren. In het eerste type figuur is er geen heropening en variëren we op de horizontale as de fractie van de contacten op een locatie waarbij een CTB-maatregel van toepassing is. Op de verticale as staat het effect op het effectieve reproductiegetal. Deze grafieken stellen de lezer in staat om het relatieve effect van verschillende CTB-maatregelen te vergelijken. In Figuur 24 beschrijven we het effect van het introduceren van CTB maatregelen voor werk en overige contacten (links) en het effect van het introduceren van CTB maatregelen voor overige contacten.

De resultaten in Figuur 24 zijn gebaseerd op schattingen van de huidige contactmatrices. We veronderstellen een reproductiegetal van 1.8 in de uitgangssituatie (zoals die was in januari 2022). Door het invoeren van CTB maatregelen bij een fractie 0.5 van de contacten op werk en op overige locaties, dan reduceert 1G het reproductiegetal van 1.8 naar 1.50 (blauwe rechte lijn), 2G, al dan niet met compenserend gedrag en 3G reduceren het reproductiegetal beperkt.



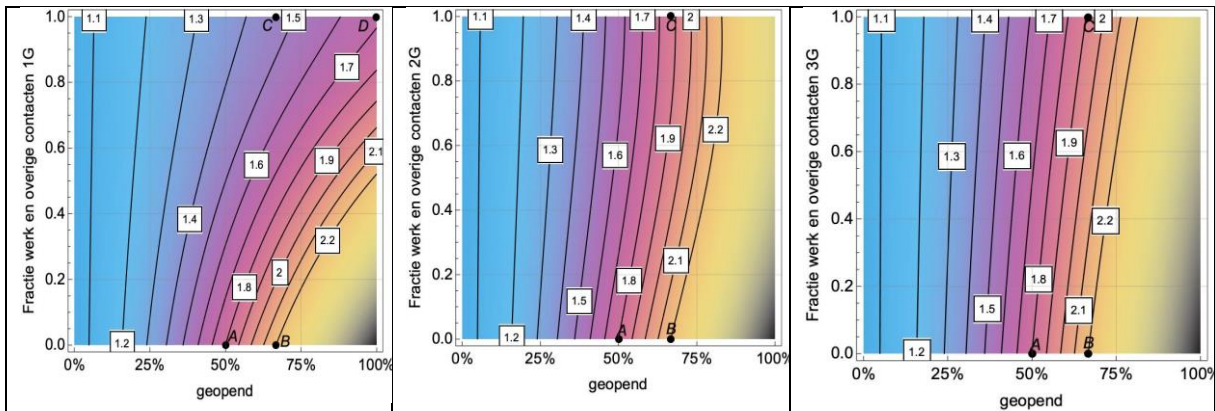
Figuur 24 Effect van verschillende CTB-maatregelen bij 'werk en overige' contacten (links) en 'overige contacten' (rechts) op het effectieve reproductiegetal bij de epidemiologische situatie van januari 2022 zonder heropening.

Effecten heropening in combinatie met CTB beleid

Uit het tweede type figuren blijkt het gecombineerde effect van het sluiten/heropenen van CTB locaties in combinatie met een specifieke CTB-maatregel (1G, 2G, 3G). De horizontale as is een maat voor de mate van opening van CTB locaties, de verticale as geeft aan op welk deel van de geopende locaties de CTB-maatregel van toepassing is. De lijnen in deze figuren kunnen geïnterpreteerd worden als hoogtelijnen voor het reproductiegetal; punten op dezelfde lijn zijn combinaties van de mate van heropening van locaties en de mate van CTB-beleid die hetzelfde effectieve reproductiegetal opleveren. De mate van heropening is uitgedrukt aan de hand van de fractie van de locaties waarop CTB beleid van toepassing is.

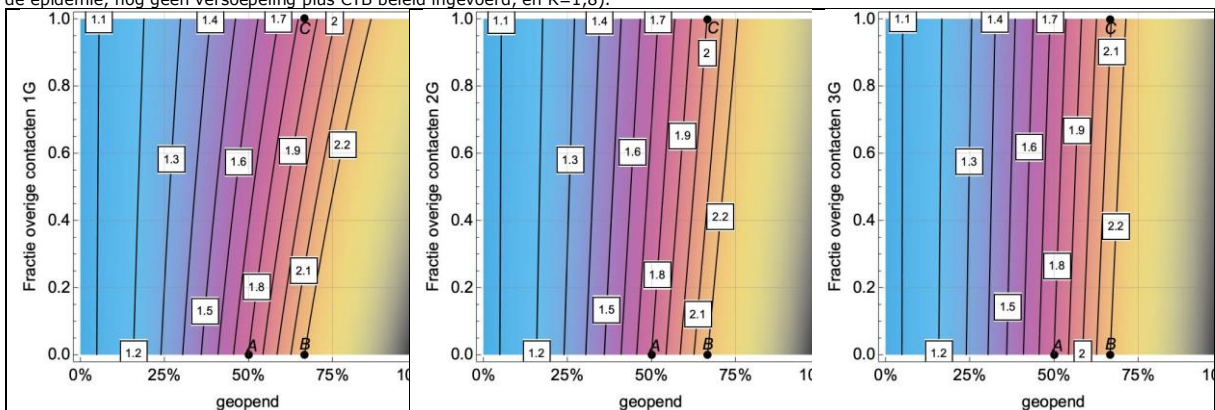
Figuur 25 illustreert hoe het reproductiegetal wordt beïnvloed door het invoeren van CTB beleid en het mogelijk maken van contacten. Uit Figuur 25 volgt dat het invoeren van 1G op een substantieel aantal andere locaties dan thuis en school (denk aan werk, horeca, winkels, supermarkten en sportscholen) bij het openen van de samenleving niet of nauwelijks zou leiden tot een stijging van het reproductiegetal. Het toepassen van 2G en 3G heeft een beperkt effect op het reduceren van de verspreiding van het virus in de samenleving. Het reproductiegetal zou in alle gevallen ruim boven de 1,0 blijven. Figuur 25 geeft een illustratie van deze conclusies. We nemen aan dat het aantal contacten dat Nederlanders januari 2022 hebben de helft is van het aantal contacten dat ze zouden hebben gehad zonder een pandemie (Punt A in de figuren). Als 17% meer contacten toegestaan worden zonder invoering van een CTB beleid (Punt B, in de figuren) dan stijgt het reproductiegetal van 1,8 naar 2,2. Als in zo'n situatie 1G wordt ingevoerd op alle andere locaties dan thuis en school, dan daalt het reproductiegetal naar 1,46 (punt C, links). Als 2G ingevoerd wordt op alle andere locaties dan thuis en school, dan daalt het reproductiegetal naar 1,90 (Punt C, midden). Wordt in zo'n situatie 3G ingevoerd op alle andere locaties dan thuis en school, dan daalt het reproductiegetal naar 1,91 (Punt C, rechts). Stel dat de samenleving geopend wordt, alle contacten toegestaan zijn, en 1G wordt ingevoerd op alle andere locaties dan thuis en school (denk aan werk, horeca, winkels, supermarkten en sportscholen). In dat geval daalt het reproductiegetal van 1,8 naar 1,68 (Punt D, links).

Figuur 25: illustratie van de effectiviteit van 1G (links) 2G (midden) en 3G (rechts) op alle andere locaties dan thuis en school in januari 2022. Verticale lijnen geven het reproductiegetal weer. X-as: percentage contacten dat Nederlanders hebben vergeleken met voor de pandemie. Y-as: percentage locaties anders dan thuis en school waar CTB beleid geldt. De uitgangssituaties zijn de punten A (50% van de contacten van voor de pandemie nog geen CTB beleid ingevoerd, en $R=1,8$).



Figuur 26 illustreert dat het reproductiegetal zal toenemen als een substantieel aantal extra contacten mogelijk gemaakt worden op andere locaties dan thuis, school en werk (denk aan horeca, winkels, supermarkten en sportscholen), ook als CTB beleid wordt ingevoerd op een groot aantal locaties. Het invoeren van 2G en 3G beleid heeft in de januari 2022 situatie een zeer beperkt effect op het reproductiegetal. Figuur 26 geeft een illustratie van deze conclusies. We nemen wederom aan dat het aantal contacten dat Nederlanders de helft is van het aantal contacten dat ze zouden hebben gehad zonder een pandemie (Punt A van de figuren). Als 17% meer contacten mogelijk worden zonder dat CTB beleid wordt ingevoerd (Punt B in de figuren) dan stijgt het reproductiegetal van 1,8 naar 2,2. Als vervolgens 1G ingevoerd wordt op alle andere locaties dan thuis, school en werk (denk aan horeca, winkels, supermarkten en sportscholen), dan daalt het reproductiegetal naar 1,8 (Punt C, links). Als in zo'n situatie 2G wordt ingevoerd op alle andere locaties dan thuis en school, dan daalt het reproductiegetal van 2,2 naar 2,0 (Punt C, midden). Als 3G wordt ingevoerd op alle andere locaties dan thuis en school, dan daalt het reproductiegetal naar 2,1 (Punt C, rechts).

Figuur 26: illustratie van de effectiviteit van 1G (links) 2G (midden) en 3G (rechts) op alle andere locaties dan thuis, school en werk in januari 2022. Verticale lijnen geven het reproductiegetal weer. X-as: percentage contacten dat Nederlanders hebben vergeleken met voor de pandemie. Y-as: percentage locaties anders dan werk, thuis en school waar CTB beleid geldt. De uitgangssituaties zijn de punten A (50% van de contacten van voor de epidemie, nog geen versoepeling plus CTB beleid ingevoerd, en $R=1,8$).



8 Conclusies

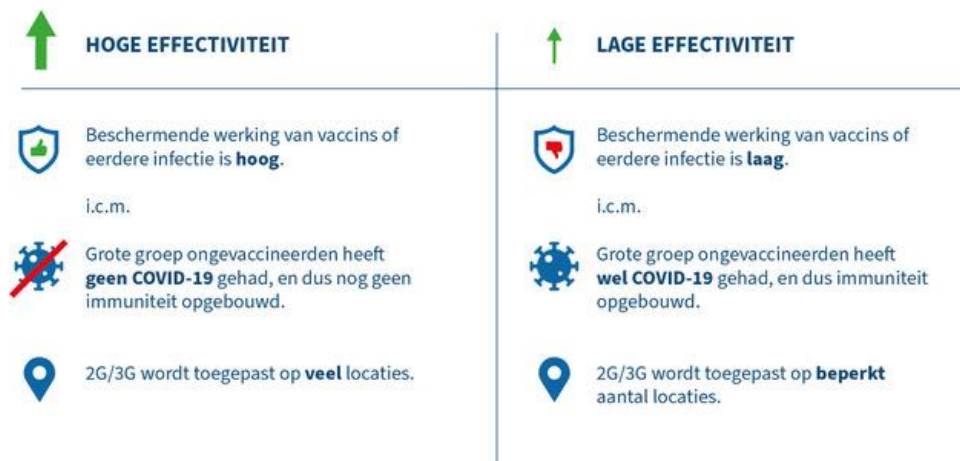
8.1 Hoofdconclusies

Conclusies over de effectiviteit van CTB beleid:

1. Het Risico Taxatie Model laat zien dat de invoering van CTB beleid het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames onder bezoekers van CTB locaties kan verlagen, in zowel de Deltavariant als in de Omikronvariant scenario's. Het invoeren van 1G heeft een veel grotere invloed op het verlagen van besmettingen en ziekenhuisopnames onder bezoekers dan het invoeren van 2G of 3G. De effectiviteit van 2G en 3G is lager in de Omikronvariant scenario's dan in de Deltavariant scenario's.
2. Het Next Generation Model laat zien dat bij de epidemiologische situatie van november 2021 (Deltavariant was dominant en reproductiegetal lag rond de 1,0) het reproductiegetal door CTB beleid tot onder de 1,0 gebracht kon worden. Het model laat ook zien dat CTB beleid er bij de epidemiologische situatie van januari 2022 (Omikronvariant is dominant en uitgangreproductiegetal ligt rond de 1,8) niet voor kan zorgen dat het reproductiegetal onder de 1,0 komt.
3. Het Next Generation Model laat zien dat het effect van 1G op de verspreiding van het virus in de samenleving in zowel de Deltavariant als Omikronvariant scenario's minder afhankelijk is van de mate van immuniteit van de bevolking dan 2G of 3G. Het effect is vooral groot als 1G op veel locaties (en dus contacten) van toepassing is en de kwaliteit van de toegangstesten hoog is. Uiteraard is het toepassen van 1G op heel veel locaties moeilijker uitvoerbaar dan het toepassen van 1G op een beperkt aantal locaties.
4. Het Next Generation Model laat zien dat het effect van 2G en 3G op de verspreiding van het virus in de samenleving in zowel de Deltavariant als de Omikronvariant scenario's sterk afhangt van de mate van immuniteit van de bevolking. 2G en 3G zijn vooral effectief bij een groot verschil in bescherming tussen de groep ongevaccineerden die geen CTB heeft en de groep die een CTB heeft gekregen via een vaccin of omdat zij een herstelbewijs hebben gekregen. De effectiviteit van 2G en 3G neemt in deze situaties ook toe als het beleid wordt toegepast op meer locaties.

De belangrijkste parameters die de effectiviteit van 2G en 3G beïnvloeden zijn de mate van bescherming door vaccinatie en door een doorgemaakte infectie. Het aandeel van de bevolking dat bescherming heeft opgebouwd is ook belangrijk maar heeft over het algemeen minder effect. Eventuele fraude met toegangsbewijzen en kwaliteit van testen heeft veel minder invloed op de effectiviteit van 2G en 3G. De effectiviteit van 2G en 3G is dus hoger als de beschermende werking van vaccins hoger is en de groep ongevaccineerden die COVID-19 nog niet heeft doorgemaakt groter is. Aan de andere kant is de effectiviteit van 2G en 3G relatief lager als de effectiviteit van vaccins lager is en meer ongevaccineerden al bescherming hebben gekregen door een doorgemaakte infectie.

Effectiviteit van een 2G/3G beleid



Resultaten van het gedragsonderzoek

Het gedragsonderzoek laat zien dat een substantiële groep Nederlanders die de eerste vaccins heeft genomen, twijfelt of zij zullen kiezen voor de boosterprik. De twijfel is met name groot onder jongeren en onder mensen die de eerste vaccins pas een paar maanden na hun uitnodiging hebben genomen. De meeste ongevaccineerde deelnemers weten zeker dat zij nooit een COVID-19 vaccin zullen nemen. Ongeveer een kwart van de ongevaccineerde deelnemers zegt dat zij pas een vaccin zullen nemen als er voldoende wetenschappelijk bewijs is dat er geen lange termijneffecten zijn van een vaccin. De groep ongevaccineerden die aangeeft dat ze een vaccin zullen nemen als het CTB wordt afgeschaft is groter dan de groep die zegt een vaccin te nemen als de overheid 2G invoert of op meerdere plekken 3G invoert (werk/onderwijs).

Uit het gedragsonderzoek volgt dat in november 2021 naar schatting tussen de 620.000 en 660.000 ongevaccineerde volwassen Nederlanders CTB locaties bezochten. Tussen de 300.000 en de 325.000 deed dit nadat zij een negatieve test hadden gedaan. Als deze groep geen toegang meer krijgt tot CTB locaties door invoering van 2G, dan kiest ongeveer 40% voor alternatieve activiteiten met andere mensen dan hun gezinsleden. De overige 60% kiest niet voor alternatieve activiteiten of alleen voor alternatieve activiteiten met gezinsleden. Dit betekent dat naar schatting tussen de 180.000 en 195.000 ongevaccineerde volwassen Nederlanders zeker minder contacten zullen hebben bij een invoering van 2G op de locaties waar midden november 2021 nog 3G van toepassing was.

Effectiviteit van CTB beleid in een aantal situaties

Het effect op het reproductiegetal van het invoeren van 2G op de plaatsen waar midden november 2021 3G gold, zal laag zijn doordat het aantal ongevaccineerden dat hierdoor minder contacten zou hebben beperkt is. Een belangrijkere verklaring voor de beperkte effectiviteit van 2G en 3G is de afnemende bescherming van vaccinatie tegen besmetting met de Omikronvariant. In een optimale situatie kan het invoeren van 2G op alle andere locaties dan school en thuis (denk aan werk, horeca en supermarkten) in januari 2022 leiden tot een 16,0% reductie van het reproductiegetal, en bij 3G is dit 15,3%. In de optimale situatie kan het invoeren van 2G op alle andere locaties dan school, thuis en werk in januari 2022 leiden tot een 9,8% reductie van het reproductiegetal en bij 3G is dit 5,4%. Het invoeren van 1G is een stuk effectiever. Met name als dit beleid op veel locaties wordt ingezet en als de kwaliteit van de toegangstesten hoog is wat bepaalt in hoeverre 1G ervoor kan zorgen dat er weinig besmettelijke mensen op CTB locaties zijn. In de meest optimale situatie

leidt het invoeren van 1G op alle andere locaties dan school en thuis tot een 44,9% reductie van het reproductiegetal en het invoeren van dit beleid op alle andere locaties dan thuis, school en werk leidt maximaal tot een reductie van het reproductiegetal van 19,2%. Let wel, de bovenstaande cijfers gaan over de optimale situatie. In een meer realistische situatie is de effectiviteit uiteraard lager dan in de optimale situatie.

Of 2G en 3G in de toekomst effectiever kunnen zijn hangt af van hoe de epidemiologische situatie zich verder ontwikkelt. 2G en 3G worden weer effectiever als het reproductiegetal dichterbij de 1 komt, als het verschil in immuniteit tussen degenen met of zonder een vaccinatie- of herstelbewijs groter wordt, en als de groep zonder vaccinatie- of herstelbewijs een grotere omvang heeft. Omdat de effectiviteit van CTB beleid zo sterk afhangt van de epidemiologische situatie, is het belangrijk om de analyses die in deze studie gedaan zijn regelmatig te actualiseren.

9 Reflecties

9.1 Van reproductiegetal naar besmettingen en ziekenhuisopnames

Uit het onderzoek blijkt dat het effect op het reproductiegetal van het invoeren van 2G en 3G in januari 2022 een stuk kleiner is dan in november 2021 toen de Deltavariant nog dominant was. CTB beleid is uiteraard niet het enige middel dat kan worden gebruikt om het reproductiegetal te beïnvloeden. Als de bevolking beter beschermd raakt tegen besmetting door het nemen van een booster dan heeft dit ook effect op het reproductiegetal. Het effect van het nemen van een booster op het voorkomen van ziekenhuisopnames is groter dan op het voorkomen van besmetting. Als het aantal nieuwe ziekenhuisopnames een criterium is waar beleidsmakers op willen sturen, dan zorgt de booster campagne – en het lagere ziekmakend vermogen van de Omikronvariant – ervoor dat je in januari 2022 relatief veel besmettingen kan toelaten vergeleken met de situatie van november 2021. De precieze relatie tussen het effect van CTB beleid op het reproductiegetal en het aantal nieuwe ziekenhuisopnames is niet onderzocht in dit onderzoek.

9.2 Breder toepassen van CTB om meer andere contacten mogelijk te maken

Uit het onderzoek blijkt, logischerwijs, dat het effect op het reproductiegetal van CTB-beleid groter is naarmate het op meer locaties wordt toegepast. Het instellen van CTB-beleid kan vanuit twee invalshoeken worden bekeken. De eerste invalshoek is dat gekeken wordt hoeveel extra contacten je kan toestaan tot een bepaald reproductiegetal wordt overschreden. De tweede invalshoek is dat het CTB-beleid op meerdere locaties wordt ingezet om hiermee ruimte te creëren zodat er ook meer contacten kunnen worden toegestaan op overige CTB-locaties. Met andere woorden: als het CTB ook wordt ingezet op het werk is het mogelijk om ook meer contacten toe te staan bij evenementen, winkels en restaurants. Dit onderzoek laat zien dat ten tijde van de dominantie van de Omikronvariant (januari 2022) de ruimte die je creëert door het invoeren van CTB beleid relatief beperkt is in vergelijking met de periode waarin de Deltavariant dominant was.

9.3 Compenserend gedrag in de maatschappij

Voor de effecten op de reproductie van het virus is het compenserend gedrag van belang. De invoering van 2G in plaats van 3G betekent dat ongevaccineerden bepaalde locaties niet meer kunnen bezoeken, terwijl zij dat bij 3G nog wel konden doen met een negatieve test. De vraag is wat voor activiteiten ongevaccineerden dan gaan ondernemen ter compensatie. Als ze niet meer de horeca gaan bezoeken, maar in de plaats daarvan een huisfeest organiseren, dan is het effect van het invoeren van 2G in plaats van 3G op het reproductiegetal beperkt. Uit het gedragsonderzoek volgt dat ongeveer 40% van de ongevaccineerden compenserend gedrag zal vertonen wat betekent dat zij voor alternatieve activiteiten kiezen met andere mensen dan hun gezinsleden. Het onderscheid tussen 2G en 3G is dus niet zo groot is in termen van de reductie van het aantal contacten van ongevaccineerden met andere mensen. Door het compenserend gedrag wordt de effectiviteit dus kleiner.

9.4 Verschillen tussen CTB-locaties

Er is in deze studie voor het effect op de verspreiding van het virus in de samenleving (het reproductiegetal) onderscheid gemaakt in de locaties thuis, school, werk en overig waarbij ook rekening is gehouden met contacten tussen leeftijdsgroepen. Er is binnen de klasse voor werk en overig geen onderscheid gemaakt in verschillende typen locaties. Als je zeer concrete vragen wilt beantwoorden zoals “wat is de invloed van het invoeren van 2G beleid in de horeca op het reproductiegetal als de horeca weer open zal gaan tot 17.00 uur” en “wat is de invloed van het invoeren van 1G beleid bij grote binnen evenementen” of “wat is de invloed van publiek bij buitensportlocaties of drukte in winkelstraten” dan is het belangrijk om de modellen op dit soort dimensies te verfijnen. We lichten dit hieronder toe.

Uit de testevenementen van Fieldlab Evenementen¹³ bleek dat het aantal contacten tussen mensen ook afhankelijk is van het type evenement. Voor de testevenementen in de 1^e fase (theater, congres, voetbal, concert, festival) is het verschil tussen het laagste en hoogste aantal contacten binnen 1,5m en binnen 10m grofweg een factor 5. Deze verschillen komen door het type evenement, maar ook de maatregelen op deze evenementen. Een andere factor die invloed had op het risico zoals bepaald binnen Fieldlab was of het binnen of buiten is. Recent onderzoek van het RIVM bevestigt dat de mate van ventilatie ook van belang is (Bartels et al., 2021). Andere parameters van invloed zijn persoonlijke beschermingsmiddelen, het aantal besmettelijke mensen in de maatschappij en de mate van immuniteit.

Binnen de contactmatrix die is gebruikt, zijn zoals gezegd vier klassen opgenomen (thuis, werk, school en overig). Binnen de klasse werk en overig zijn natuurlijk zeer veel verschillende settings mogelijk. Ook de contacten tussen leeftijdscategorieën zijn hieraan gekoppeld. Zo is het mogelijk dat bepaalde contacten in CTB-locaties zwaarder wegen (en dus voor meer contacten staan) dan andere contacten. Deze zwaardere weging kan komen door meer contacten op de locatie en het type contacten, de kenmerken van de bezoekers en of de contacten binnen of buiten plaatsvinden, etc. Dit onderscheid is nu nog niet mogelijk in de huidige modellering voor de reproductie, uit de modelanalyses in dit rapport blijkt dat dit wel een relevante factor is.

We hebben aangenomen dat ook het relatieve effect van CTB-beleid op besmettingen en ziekenhuisopnames (individueel risico) gelijk is voor iedere locatie. Voor het absolute aantal besmettingen en ziekenhuisopnames zijn de contacten op deze locatie en de omstandigheden op deze locaties (zoals binnen en buiten) van belang. Ook de leeftijd van bezoekers speelt dan een belangrijke rol. In de huidige uitwerking is uitgegaan van de leeftijdsverdeling zoals die in Nederland is en dat deze ook geldig is voor de bezoekers van de CTB-locaties. Omdat gekeken wordt naar de combinatie van allerlei CTB locaties samen en er geen sturing op leeftijd of kwetsbaarheid is verondersteld kan dan een gemiddelde worden genomen. Voor de bijdrage van ziekenhuisopnames onder bezoekers van de CTB-locaties zijn vooral de ouderen en de kwetsbaren van belang. Immers een reductie in deze groep leidt tot een grotere afname dan een reductie onder jongeren, omdat daar al relatief weinig ziekenhuisopnames zijn. Voor het effect op herbesmettingen na de evenementen speelt leeftijd een veel kleinere rol.

¹³ <https://fieldlabevenementen.nl/wp-content/uploads/2021/11/202100802-COVID-19-risico-voor-evenementen-TUD-resultaten-fase-1-en-2.pdf>

10 Aanbevelingen voor vervolg

In dit onderzoek is een eerste modellenlijn opgezet waarmee zowel naar het individueel risico van bezoekers aan CTB-locaties kan worden gekeken als naar het effect van CTB-beleid op besmettingen en ziekenhuisopnames in Nederland.

De eerste aanbeveling voor verder onderzoek is om de opgestelde analyse iedere 3 à 4 weken te herhalen als de epidemiologische situatie is veranderd. We bevelen dit aan vanwege de onzekerheden die er zijn en om ook rekening te kunnen houden met nieuwe data en kennis. Denk aan de onzekerheid over de werking van vaccins, de opkomst van een nieuwe variant, de hoeveelheid mensen die immuniteit hebben en bijvoorbeeld het gedrag van mensen. Daarnaast wordt aanbevolen om de schematisatie van alle parameters met een brede groep experts te bespreken zodat er draagvlak is voor de gemaakte keuzes en mogelijk enige ruimte om modellen te verbeteren. Deze schematisatie kan worden verbeterd met nieuwe data en gedragsonderzoek.

De tweede aanbeveling betreft het meer inzicht krijgen in de omvang en de mate van bescherming van de groep mensen die al een infectie heeft doorgemaakt, maar geen herstelbewijs heeft. Hieruit volgt dan het beeld van hoeveel mensen nog niet met het virus of vaccin in aanraking zijn gekomen. Om deze ontwikkeling in de tijd ook te volgen is het wenselijk om een nader beeld te krijgen van de besmettingen onder de niet gevaccineerden en of het relatieve aantal besmettingen onder naïeve mensen hoger is ten opzichte van herbesmettingen. Als dat het geval is dan zal de omvang van deze groep snel afnemen en hiermee de effectiviteit van 2G en 3G. De effectiviteit van 2G en 3G kan weer groter worden als de boosters leiden tot een aanzienlijke stijging van de bescherming. Vooral het zicht op de effectiviteit tegen ziekenhuisopname bij ouderen is van belang, omdat deze het meest bijdragen aan de zorgvraag.

De derde aanbeveling betreft het verbeteren van de modellering en het toevoegen van maatwerk. Het gaat dan niet alleen om de relatieve verschillen maar ook de om de absolute aantallen in termen van besmettingen en ziekenhuisopnamen zodat er een verdere onderbouwing kan worden opgesteld voor meer en minder risicovolle situaties. We bevelen dit aan, omdat het kan bijdragen aan meer locatiegericht beleid rondom het CTB (en andere mogelijke maatregelen). Als een absolute grens voor besmettingsrisico en risico op ziekenhuisopnamen voor een individueel risico wordt gesteld, is het mogelijk om onderscheid te maken in locaties die op jongeren en ouderen zijn gericht, het aantal contacten en de omstandigheden. Het is hierbij ook wenselijk om de contactklasse 'overig' verder te specificeren, zodat deze verschillende locaties meegenomen kunnen worden en dat het mogelijk is om het besmettingsrisico op deze locaties te staven met empirische data. Een dergelijk onderzoek vergt lange tijd, daarom adviseren we een stapsgewijze aanpak waarbij in verschillende iteraties verbeteringen kunnen worden toegevoegd:

1. Het specificeren van de contactklasse overig op basis van expertschattingen. Hierbij kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van de resultaten van de testevents van Fieldlab aangevuld met andere settings.
2. Gericht monitoren op een aantal specifieke locaties (met onderscheid binnen en buiten) om de inschattingen over contacten en de omstandigheden te verifiëren en te verbeteren.
3. Gericht data verzamelen over bezoekers van deze locaties middels toegangstesten en het nabellen en traceren van besmettingen die te relateren zijn aan deze settings.

Voor activiteit 2 en 3 kan de samenwerking worden gezocht met living labs (bijvoorbeeld rondom onderzoek die worden opgezet bij het PDPC, nieuwe Fieldlab-experimenten) en de dataopslag in samenwerking met de GGD-en en het RIVM.

De vierde aanbeveling is om onderzoek te doen naar de mogelijkheid om door middel van het CTB-beleid de ziekenhuisopnames en zorgimpact te spreiden in de tijd. Naar aanleiding van de Omikronvariant wordt ook aanbevolen om in de modellering onderscheid te maken tussen ziekenhuisopnames en de IC-opnames en mogelijk andere onderdelen van de zorgketen. Het is hiervoor wenselijk om op basis van het reproductiegetal en de CTB-varianten (met mogelijk ook combinaties toegepast op verschillende locaties) ook het aantal besmettingen en ziekenhuis- en IC-opnames te berekenen. Op deze manier kunnen ook scenario's worden opgesteld waarin het aantal contacten tussen leeftijdsgroepen kan worden beïnvloedt, en bijvoorbeeld meer immuniteit kan worden opgebouwd zonder dat de kwetsbaren groter risico lopen op ziekenhuisopname.

De vijfde aanbeveling is om meer onderzoek te doen naar het indirecte effect van massaal testen voor toegang. Voor bepaalde locaties kan dit als neveneffect hebben dat de door het testen gediagnosticeerde besmette individuen vanaf dat moment ook op andere locaties minder zullen besmetten.

11 Referenties

A.A. Bartels et al. A.A. Bartels (auteur), RIVM, J.F. Schijven (auteur), RIVM, J.E. Delmaar (auteur), RIVM, E. Duizer (auteur), RIVM

Effect van verschillende ventilatiehoeveelheden op aerogene transmissie van SARS-CoV-2
Risicoschatting op basis van het AirCoV2-model
RIVM-briefrapport 2021-0207

Ma Q, Liu J, Liu Q, et al. JAMA Netw Open 2021

Global Percentage of Asymptomatic SARS-CoV-2 Infections Among the Tested Population and Individuals With Confirmed COVID-19 Diagnosis
A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2021;4(12):e2137257.
doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.37257.

Bankes, S. (1993). Exploratory Modeling for Policy Analysis. Operations Research, 41(3), 435–449.

<http://www.jstor.org/stable/171847>

Daniel R. Feikin*, Melissa M. Higdon*, Laith J. Abu-Raddad, Nick Andrews, Rafael Araos, Yair Goldberg, Michelle J. Groome, Amit Huppert, Katherine L. O'Brien, Peter G. Smith, Annelies Wilder-Smith, Scott Zeger, Maria Deloria Knoll*, Minal K. Patel*

Duration of effectiveness of vaccines against SARS-CoV-2 infection and COVID-19 disease: Results of a systematic review and meta-regression.

Diekmann, Heesterbeek, Britton. 2021.

Mathematical Tools for Understanding Infectious Disease Dynamics. Series: Princeton Series in Theoretical and Computational Biology, 2012

Drury J, Mao G, John A, Kamal A, Rubin GJ, Stott C, Vandrevalla T, Marteau TM.

Behavioural responses to Covid-19 health certification: A rapid review. *BMC Public Health*. 2021 Dec;21(1):1-6.

Grant R, Charmet T, Schaeffer L, Galmiche S, Madec Y, Von Platen C, Chény O, Omar F, David C, Rogoff A, Paireau J.

Impact of SARS-CoV-2 Delta variant on incubation, transmission settings and vaccine effectiveness: Results from a nationwide case-control study in France. *The Lancet Regional Health-Europe*. 2021 Nov 26:100278.

Kwakkel, Jan & Haasnoot, M. & Walker, Warren. (2014).

Developing dynamic adaptive policy pathways: A computer-assisted approach for developing adaptive strategies for a deeply uncertain world. *Climatic Change*. 132. 10.1007/s10584-014-1210-4.

Mills MC, Ruettenauer T.

The impact of mandatory COVID-19 certificates on vaccine uptake: Synthetic Control Modelling of Six Countries. *Lancet Public Health* 2021; published online Dec 13. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(21\)00273-5](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(21)00273-5)

Mouter, N., de Ruijter, A., de Wit, G., Lambooi, M., van Wijhe, M., van Exel, J., & Kessels, R. (2022).

"Please, you go first!" preferences for a COVID-19 vaccine among adults in the Netherlands. *Social Science & Medicine* 292, 1-11, doi: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114626>

Müller SA, Balmer M, Charlton W, Ewert R, Neumann A, Rakow C, et al. (2021)

Predicting the effects of COVID-19 related interventions in urban settings by combining activity-based modelling, agent-based simulation, and mobile phone data. *PLoS ONE* 16(10): e0259037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259037>

Müller SA, Charlton W, Conrad ND, Ewert R, Paltra S, Rakow C, Wulkow H, Conrad T, Schütte C, Nagel K.

MODUS-COVID Bericht vom 19.11.2021. DOI: 10.14279/depositonce-12672

Prem K, Cook AR, Jit M (2017)

Projecting social contact matrices in 152 countries using contact surveys and demographic data. *PLOS Computational Biology* 13(9): e1005697. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005697>.

RIVM 2021.

Effectiviteit van COVID-19 vaccinatie tegen ziekenhuis en intensive-care-opname in Nederland (opnames 11 juli – 14 november 2021). 18 november 2021 RIVM COVID-19 epidemiologie en surveillance team.

Roderick P Venekamp, Irene K Veldhuijzen, Karel G M Moons, Wouter van den Bijllaardt, Suzan D Pas, Esther B Lodder, Richard Molenkamp, Zsofi Igloi, Constantijn Wijers, Claudy Oliveira dos Santos, Sylvia B Debast, Marjan J. Bruins, Khaled Polad, Carla R S Nagel-Imming, Wanda G H Han, Janneke H H M van de Wijgert, Susan van den Hof, Ewoud Schuit

Diagnostic accuracy of three prevailing rapid antigen tests for detection of SARS-CoV-2 infection in the general population: cross sectional study
medRxiv 2021.11.19.21266579; doi: <https://doi.org/10.1101/2021.11.19.21266579>

Schuit et al 2021a. Schuit E, Veldhuijzen IK, Venekamp RP, van den Bijllaardt W, Pas SD, Lodder EB, Molenkamp R, GeurtsvanKessel CH, Velzing J, Huisman RC, Brouwer L, Boelsums TL, Sips GJ, Benschop KSM, Hooft L, van de Wijgert JHHM, van den Hof S, Moons KGM.

Diagnostic accuracy of rapid antigen tests in asymptomatic and presymptomatic close contacts of individuals with confirmed SARS-CoV-2 infection: cross sectional study. *BMJ*. 2021 Jul 27;374:n1676. doi: 10.1136/bmj.n1676. PMID: 34315770; PMCID: PMC8314145.

Schuit et al 2021b. Ewoud Schuit, Roderick P Venekamp, Irene K Veldhuijzen, Wouter van den Bijllaardt, Suzan D Pas, Joep J J M Stohr, Esther B Lodder, Marloes Hellwich, Richard Molenkamp, Zsofia Igloi, Constantijn Wijers, Irene H Vroom, Carla R S Nagel-

Imming, Wanda G H Han, Jan AJW Kluytmans, Susan van den Hof, Janneke H H M van de Wiggert*, Karel G M Moons*

Accuracy and usability of saliva and nasal rapid antigen self-testing for detection of SARS-CoV-2 infection in the general population: a head-to-head comparison
medRxiv 2021.12.08.21267452; doi: <https://doi.org/10.1101/2021.12.08.21267452>

Bijlagen

A Achtergronden Risico taxatie model en impact actualisatie

A.1 Vergelijking met effecten individueel risico geschat in september

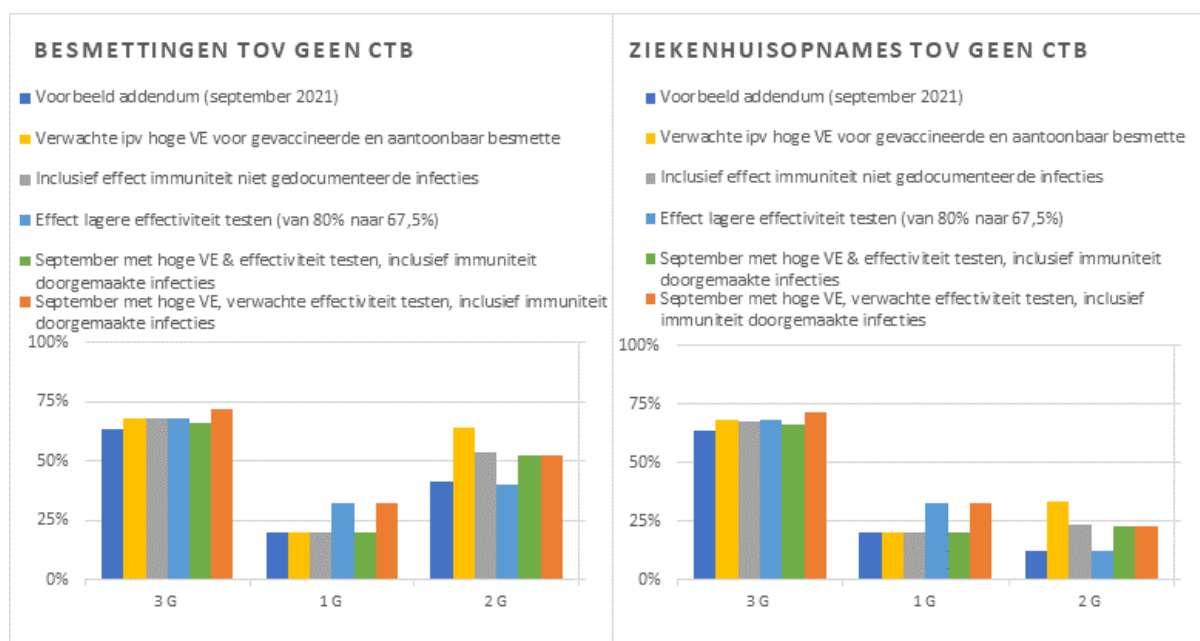
In september 2021 is voor de bepaling van het individueel risico voor evenementen een voorbeeld uitgewerkt (citatie opnemen) waarin het effect van vaccinaties en de deltavariant bij verschillende vormen van toegangsbeleid is uitgewerkt. In deze studie zijn actualisaties van data uitgevoerd en een verdere detaillering van de modellering. In deze paragraaf gaan we in het effect van deze actualisaties en hoe die zich verhouden tot de schattingen in September 201 in het 'Addendum'.

De schematisatie van de modelparameters van Fieldlab op basis van de inzichten uit september 2021 komen overeen met wat we het optimistische scenario noemen. Het gaat dan om optimistische schattingen van de effectiviteit van de vaccins (en doorgemaakte besmettingen) en de testkwaliteit. In het voorbeeld van destijds is uitgegaan van een dance evenement waar vooral jongeren zijn waarbij de vaccinatiegraad wat lager is (75%).

In deze sectie zal de schematisatie van aangepaste modelparameters worden doorgerekend. We gaan uit van een gemiddelde vaccinatiegraad van mensen van 12 jaar en ouder. Er wordt rekening gehouden met opgebouwde immuniteit onder de mensen die bij 3G zouden moeten testen. Dat betreft immuniteit door asymptomatische besmettingen en mensen met klachten die niet getest zijn. De mate van bescherming van deze groep is niet bekend. Bij de nieuwe doorrekening is verondersteld dat deze een gelijke bescherming hebben als de effectiviteit van vaccins in de huidige situatie. Voor de gevaccineerden en mensen met aantoonbare besmettingen is ook deze aangenomen in de verwachte situatie. Hierbij is geen rekening gehouden met zowel een verminderde (bv vanwege een medische achtergrond) of een verbeterde bescherming door nieuwe besmettingen. Binnen de studie van september was een andere schematisatiekeuze gemaakt door te veronderstellen dat alle gevaccineerden beschermd waren, en alle niet gevaccineerden niet. In die periode waren er ook veel minder relatief kort geleden doorgemaakte besmettingen dan nu.

In Figuur 19 is een overzicht opgenomen van de effecten van deze keuzes. Eerst is de schatting zoals opgesteld in september herhaald met de toen gebruikte parameters. Vervolgens is het effect in kaart gebracht voor de verwachte effectiviteit van het vaccin (onder type V) in plaats van de hoge effectiviteit, de impact als aangenomen wordt dat de mensen met asymptomatische besmettingen en geïnfecteerden die niet getest zijn een gelijke bescherming hebben als het huidige vaccin en wat de invloed van testen is. Vervolgens zijn ook twee varianten met combinaties beschouwd: een hoge werking van het vaccin, meenemen van opgebouwde immuniteit met een keer testen op de verwachte effectiviteit (wat we thans inschatten) en de hoge effectiviteit (de aanname in september). Hierbij zijn de effecten telkens afgezet ten opzichte van de situatie zonder CTB waarbij dezelfde parameters zijn aangenomen. Hierin kan worden bepaald wat de impact is van op de besmettingen en ziekenhuisopnames van de CTB varianten gegeven dat de situatie zich zo zou hebben ontwikkeld.

De impact van veranderingen in de reductie is relatief beperkt op de vraag of de vormen van CTB effectiever zijn dan geen CTB. Wel zijn er nuances te maken. Met name voor de vergelijking met 2G zijn de uitkomsten gevoelig voor de effectiviteit van het vaccin, en in mindere mate de opgebouwde immuniteit van niet gedocumenteerde infecties. Dit bevestigt de eerder opgedane inzichten en de noodzaak om de opgestelde schattingen te blijven actualiseren aan nieuwe data.



Figuur 19 Impact op eerdere schattingen Risico Taxatie Model door verbeteringen modellering en actualisatie data.

A.2 Figuren over effect van maatregelen

3G	Verwac	Lage	Hoge	Verwac	Lage	Hoge
	hte VE	VE	VE	hte VE	VE	VE
	Besmettingen			Ziekenhuisopname		
Effectiviteit vaccin met immuniteit type U	0.84	0.87	0.80	0.84	0.87	0.80
Effectiviteit vaccin zonder immuniteit type U	0.82	0.85	0.77	0.82	0.85	0.77
Omvang groep type V met immuniteit (gegeven huidige effectiviteit vaccin en infecties)	0.84	0.79	0.92	0.84	0.79	0.92
Omvang groep type V met immuniteit (gegeven hoge effectiviteit vaccin en infecties)	0.80	0.74	0.89	0.80	0.74	0.89
Kwaliteit testen	0.84	0.87	0.81	0.84	0.87	0.81

Tabel 23 Factor verandering in het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties door toepassing 3G ten opzichte dezelfde locatie en situatie zonder CTB.

2G	Verwac	Lage	Hoge	Verwac	Lage	Hoge
	hte VE	VE	VE	hte VE	VE	VE

	Besmettingen			Ziekenhuisopname		
Effectiviteit vaccin met immuniteit type U	0.85	0.93	0.65	0.65	0.82	0.34
Effectiviteit vaccin zonder immuniteit type U	0.75	0.87	0.54	0.46	0.67	0.20
Omvang groep type V met immuniteit (gegeven huidige effectiviteit vaccin en infecties)	0.85	0.80	0.92	0.65	0.56	0.80
Omvang groep type V met immuniteit (gegeven hoge effectiviteit vaccin en infecties)	0.65	0.56	0.80	0.34	0.25	0.52
Kwaliteit testen	0.85	0.85	0.85	0.65	0.65	0.65

Tabel 24 Factor verandering in het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties door toepassing 2G ten opzichte dezelfde locatie en situatie zonder CTB.

1G	Verwac	Lage	Hoge	Verwach	Lage	Hoge
	hte VE	VE	VE	tte VE	VE	VE
	Besmettingen			Ziekenhuisopname		
Effectiviteit vaccin met immuniteit type U	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Effectiviteit vaccin zonder immuniteit type U	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Omvang groep type V met immuniteit (gegeven huidige effectiviteit vaccin en infecties)	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Omvang groep type V met immuniteit (gegeven hoge effectiviteit vaccin en infecties)	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Kwaliteit testen	0.33	0.45	0.20	0.33	0.45	0.20

Tabel 25 Factor verandering in het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties door toepassing 1G ten opzichte dezelfde locatie en situatie zonder CTB.

2G+1G	Verwac	Lage	Hoge	Verwac	Lage	Hoge
	hte VE	VE	VE	hte VE	VE	VE
	Besmettingen			Ziekenhuisopname		
Effectiviteit vaccin met immuniteit type U	0.28	0.30	0.21	0.21	0.27	0.11
Effectiviteit vaccin zonder immuniteit type U	0.24	0.28	0.17	0.15	0.22	0.06
Omvang groep type V met immuniteit (gegeven huidige effectiviteit vaccin en infecties)	0.28	0.26	0.30	0.21	0.18	0.26
Omvang groep type V met immuniteit (gegeven hoge effectiviteit vaccin en infecties)	0.21	0.18	0.26	0.11	0.08	0.17
Kwaliteit testen	0.28	0.38	0.17	0.21	0.29	0.13

Tabel 26 Factor verandering in het aantal besmettingen en ziekenhuisopnames op CTB locaties door toepassing 2G+1G ten opzichte dezelfde locatie en situatie zonder CTB.



The impact of different strategies using a corona ticket on the reproduction number

Martin Bootsma

January 2022

1 Introduction

We aim to predict the effect of different interventions measures which involve a, so-called, corona ticket on the actual reproduction number. As there are multiple sources of uncertainty with regard to human behaviour and estimates of parameter values, the results should be interpreted with caution. Yet, we feel that the framework we have developed is a useful tool to analyze the potential effects of different corona ticket measures on the reproduction number. Note that the framework presented here only considers the reproduction number, and, hence, no direct conclusions can be drawn on the number of deaths, hospital admissions or intensive care unit admissions.

In this manuscript, we linearize around the current situation. This implies that the results are only valid for a time scale that the parameters, vaccination coverage, amount of waning, virus variant and so on, do not change substantially. Hence, we advocate that this analysis is updated every few weeks if one wants to introduce, continue, stop or modify the interventions.

We assume there two types of individuals with respect to behavior, type- U -individuals and type- V -individuals. In the current focus of 1G/2G/3G measures type- U -individuals correspond to unvaccinated individuals without a documented infection and type- V -individuals are vaccinated and/or had a documented infection. However, the way to analyze the effect of 1G/2G/3G measures is also valid when the distinction between type- U and type- V -individuals is based on other factors, e.g., an antibody level in the blood below or above a certain threshold or having had a booster vaccin.

For sake of clarity of the ideas, we first consider a situation without age categories and homogeneous mixing of type- U and type- V individuals.

2 Model without age structure

We denote the fraction individuals of type U and V by u and v , respectively, so $u + v = 1$. Let the column vector (ι_u, ι_v) denote the number infectious individuals of type U and type V in that generation, i.e., the first element correspond to individuals of type U , the second element to individuals of type V .

We now construct the next generation matrix \mathbf{A} , which is, in this case, a 2×2 -matrix. The elements a_{ij} of \mathbf{A} , denote the average number of individuals of type i that one infected individual of type j will infect, e.g., the element a_{21} denotes the average number of individuals of type V that one infected individual of type U will infect.

Next we split the the next generation matrix \mathbf{A} into the contribution at M different types of locations such that we are able to model different interventions at different locations, i.e.,

$$\mathbf{A} = \sum_{l=1}^M \mathbf{A}_l = \mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 + \dots + \mathbf{A}_M. \quad (1)$$

The splitting of (1) implicitly assumes that the location of infection does not impact the infectiousness of an infected individual at each of the locations. As long as 1) the latency period is shorter than the duration of stay at each location and 2) the depletion of susceptible at a location as a result of the infection is small, this is a reasonable assumption.

We assume a difference in infectiousness and susceptibility between type- U and type- V individuals. The factor r_v^S represent the average relative susceptibility of a typical type- V -individuals compared to the average susceptibility of type- U -individuals. The factors r_v^I represent the relative infectiousness of a typical infected type- V -individuals compared to a typical infected type- U -individual. Note that the value of these two factors depend on many variables. For instance, the average susceptibility/infectiousness of a type U -individual depends on the fraction of type- U individuals who have had an undocumented infection and the average susceptibility/infectiousness of a type- V -individual will depend on the time since vaccination/infection of the individuals, the relative contribution of each vaccine variant and natural infection as well as the effect of booster vaccines. Hence, these constants should be chosen to represent the current situation. Moreover, type- U -individuals can be naive, i.e., unvaccinated and not having experienced the disease or they are unvaccinated and have had an undocumented infection. As individuals with a high susceptibility are more likely to get infected, the average infectiousness of an infected type- U -individual should take this into account, see, e.g., section 7.11 of Diekmann, Heesterbeek and Britton [1] on a typical infected individual.

With these assumptions we can write the next generation matrix \mathbf{A}_l for location l in absence of interventions as:

$$\mathbf{A}_l = R_l \begin{pmatrix} u & r_v^I u \\ v r_v^S & r_v^I r_v^S v \end{pmatrix} \quad (2)$$

This means that if there is no difference between type- U and type- V -individuals, so $r_v^I = r_v^S = 1$, one infected individual infects on average more or less R_l individuals at location l during its infectious period. Note that it needs not be exactly R_l because the eigenvector corresponding to the largest eigenvalue may be different for \mathbf{A}_l and \mathbf{A} .

2.1 1G and 3G without compensating behavior

Suppose individuals can only enter location l after showing a negative test-result. We assume that the prevalence of infection is so low that the fraction individuals of type U present at location l is u . Suppose that the 1G/3G policy reduces the infectiousness of type U and type- V -individuals by a factor f_u and f_v . This factor depends, among others, on the sensitivity of the test, the time since infection, the level of fraud and how well people refrain from testing because they have symptoms and will not go to the event regardless of the test result.

Importantly, if an individual receives a positive test which was taken to receive access to location l , this person may isolate from that moment onwards and this will impact the infectiousness at other locations as well. A quantification of the size of this effect requires 1) knowledge on the frequency of testing for each type of individual in the model and is not a multiplicative effect of the effects at each location as one test may provide access to multiple locations and 2) knowledge of the effectiveness/willingness of isolation per type of individual after receiving a positive test. For the moment we ignore this effect and we only consider the effect of testing at the location for which testing is required.

The matrix \mathbf{A}_l^{1G} will have the following structure:

$$\mathbf{A}_l^{1G} = R_l \begin{pmatrix} f_u u & f_v r_v^I u \\ f_u r_v^S v & f_v r_v^I r_v^S v \end{pmatrix} = \mathbf{A}_l \begin{pmatrix} f_u & 0 \\ 0 & f_v \end{pmatrix}. \quad (3)$$

In case of 3G, f_v could be set to one, but if the 3G policy would convince type- V -individuals to stay at home in case of symptoms, f_v could still be below 1.

2.2 2G and 2G+1G without compensating behavior

Suppose only type- V -individuals are allowed at location l and that this can be enforced with 100% efficacy. We assume a frequency-dependent contact patters, i.e., type- V -individuals have the same number of contacts at location l , i.e., in absence of type- U -individuals, all contacts will be with type V -individuals. This means that the matrix \mathbf{A}_l^{2G} will have the following structure:

$$\mathbf{A}_l^{2G} = R_l \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & r_v^I r_v^S \end{pmatrix} = \frac{1}{v} \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \mathbf{A}_l \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Note, that if type- U -individuals have other contacts during the time they would have otherwise spend at location l , the expression change. See section 3.3 for more discussion on this issue. If type- V -individuals have to show a negative test result to be allowed to access location l , and testing reduces the infectiousness of type- V -individuals with a factor f_v , the matrix for 2G+1G will be:

$$\mathbf{A}_l^{2G+1G} = R_l \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & f_v r_v^I r_v^S \end{pmatrix} = \frac{1}{v} \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \mathbf{A}_l \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & f_v \end{pmatrix}. \quad (5)$$

2.3 3G with limited participation of type- U -individuals

Suppose the participation of type- U -individuals to events at location l is reduced by a factor k_u . This has two effects. One effect is that there are relatively more type- V -individuals present. Because of the frequency-dependent contact structure, individuals present at location l will have more contacts with type V -individuals. Hence, a larger fraction of the infections at location l will occur in type V -individuals. The second effect is that type- U -individuals become less infectious at location l , simply because they are less often at location l .

The matrix \mathbf{A}_l^{3G} will have the following structure:

$$\mathbf{A}_l^{3G} = R_l \begin{pmatrix} k_u f_u \frac{k_u u}{k_u u + v} & r_v^I \frac{k_u u}{k_u u + v} \\ k_u f_u r_v^S \frac{v}{k_u u + v} & r_v^I r_v^S \frac{v}{k_u u + v} \end{pmatrix} = \frac{1}{k_u u + v} \begin{pmatrix} k_u & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \mathbf{A}_l \begin{pmatrix} f_u k_u & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (6)$$

2.4 Summary

We have shown how different corona ticket strategies change the next generation matrices at a location. To evaluate the effect of a corona ticket strategy on the reproduction number, we have to calculate the reproduction number of the next generation matrix of equation (1) with and without the corona ticket strategy. The reproduction number is the largest eigenvalue of the next generation matrix and this eigenvalue is a real, non-negative number, see e.g., Theorem 7.6 of [1], which also applies if the expected number of secondary cases are influenced by immunity. The (relative) difference of the reproduction with and without a corona ticket is an indication for the effectiveness of the corona ticket strategy.

3 Age structure

Contacts, as well as the attendance at different locations are known to be age-dependent. Hence we extend the model of section 2 with an age-structure.

We assume there are m different age categories and that we have a contact matrix \mathbf{K}_l for location l . For ease of notation we suppress the index l for the location from now on, i.e., $\mathbf{K} = (k_{ij})_{1 \leq i, j \leq m}$, which denotes the expected number of contact individuals of age category j have with individuals of age category i per time unit. Note that these contact matrices take the time spent at a location into account, so a location where attendants have many contacts per time unit, but the location is rarely visited may have a low contact intensity.

If contacts are reciprocal, i.e., if individual A has contact with individual B , then individual B has contact with individual A , we need that $N_j k_{ij} = N_i k_{ji}$ with N_i the number of individual of age category i .

Within each age-group j , we distinguish between type- U individuals (U_j) and type- V individuals V_j . We order the $2m$ different type of individuals as follows: $U_1, U_2, \dots, U_m, V_1, V_2, \dots, V_m$. With u_j and v_j we denote the fraction of the individuals in age category j who are of type- U and type- V respectively, so $u_j + v_j = 1$ for all $1 \leq j \leq m$.

Each type and age category has its own relative susceptibility and infectiousness, i.e., we have parameters $\{r_{u_1}^I, r_{u_2}^I, \dots, r_{u_m}^I, r_{v_1}^I, r_{v_2}^I, \dots, r_{v_m}^I\}$ for the relative infectiousness of a typical infected individual in a category. For the relative reduction in susceptibility of a typical individual in a category we have the parameters $\{r_{u_1}^S, r_{u_2}^S, \dots, r_{u_m}^S, r_{v_1}^S, r_{v_2}^S, \dots, r_{v_m}^S\}$. Note that these relative infectiousness and susceptibility depends on many factors, see section 4 for an exposition how to calculate these parameters.

Let $Diag(x_1, \dots, x_p)$ be the $p \times p$ diagonal matrix with elements $\{x_1, \dots, x_p\}$ on the diagonal.

The next-generation matrix at location l \mathbf{A}_l in absence of interventions will be a $2m \times 2m$ -matrix. We have that

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_l &= R_l \begin{pmatrix} k_{11} r_{u_1}^S r_{u_1}^I u_1 & \cdots & k_{1m} r_{u_1}^S r_{u_m}^I u_1 & k_{11} r_{u_1}^S r_{v_1}^I u_1 & \cdots & k_{1m} r_{u_1}^S r_{v_m}^I u_1 \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\ k_{m1} r_{u_m}^S r_{u_1}^I u_m & \cdots & k_{mm} r_{u_m}^S r_{u_m}^I u_m & k_{11} r_{u_m}^S r_{v_1}^I u_m & \cdots & k_{mm} r_{u_m}^S r_{v_m}^I u_m \\ k_{11} r_{v_1}^S r_{u_1}^I v_1 & \cdots & k_{1m} r_{v_1}^S r_{u_m}^I v_1 & k_{11} r_{v_1}^S r_{v_1}^I v_1 & \cdots & k_{1m} r_{v_1}^S r_{v_m}^I v_1 \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\ k_{m1} r_{v_m}^S r_{u_1}^I v_m & \cdots & k_{mm} r_{v_m}^S r_{u_m}^I v_m & k_{11} r_{v_m}^S r_{v_1}^I v_m & \cdots & k_{mm} r_{v_m}^S r_{v_m}^I v_m \end{pmatrix} \\ &= R_l Diag(r_{u_1}^S u_1, \dots, r_{u_m}^S u_m, r_{v_1}^S v_1, \dots, r_{v_m}^S v_m) \begin{pmatrix} \mathbf{K} & \mathbf{K} \\ \mathbf{K} & \mathbf{K} \end{pmatrix} Diag(r_{u_1}^I, \dots, r_{u_m}^I, r_{v_1}^I, \dots, r_{v_m}^I). \end{aligned} \quad (7)$$

where the parameter R_l influences the importance of location l . Our default assumption is that the location of a contact does not influence the transmission probability. Hence the parameter R_l will be independent of the location.

3.1 Changing participation levels at a location.

A major question is how the contact structure is modified if the relative attendance at location l of different categories of individuals is changed as result of the corona ticket intervention. If one age category participates relatively less, and the number of contacts of these individuals with the different age groups is kept constant, this means that individuals in the other age group have relatively less contacts with these age group, and, hence, the contact matrix changes. Even if we assume that k_{u_j}

and k_{v_j} do not depend on j , the participation will differ if the vaccination coverage among different age groups differs. If we keep the number of contacts with each age group constant, this implies that contacts are no longer symmetric.

Hence, we propose the following procedure to determine the contact matrix in case the participation level among age groups changes. We assume that for an individual that visits the location, the total number of contacts at the location does not change as a result of a different age structure. Moreover, we want to keep the assumption that contacts remain symmetric.

Suppose that the overall participation level of age group j at location l is represented by the parameter ρ_j , i.e., if $\rho_j = 1$, the participation level is unchanged, if $\rho_j = 0$, the age group is absent at the location. Note that for brevity, we suppress the index for the location in this exposition. We define an ordering σ such that $\rho_{\sigma(1)} \leq \rho_{\sigma(2)} \leq \dots \leq \rho_{\sigma(m)}$, so age group $\sigma(1)$ has the highest relative reduction in participation.

Before the intervention, the average number of contacts per unit of time of an individual of age group $\sigma(1)$ equaled $\sum_{j=1}^m k_{j\sigma(1)}$. We assume that the number of contacts of an age- $\sigma(1)$ -individual with age group j equals:

$$k_{j\sigma(1)}\rho_j \frac{\sum_{i=1}^m k_{i\sigma(1)}}{\sum_{i=1}^m \rho_i k_{i\sigma(1)}} \quad (8)$$

In this way, the total number of contacts of an age- $\sigma(1)$ -individual remains $\sum_{i=1}^m k_{i\sigma(1)}$ and the intensity of contacts with age group j are proportional to ρ_j and $k_{j\sigma(1)}$.

To keep contacts symmetric, we need that the number of contacts of an age- j -individual with age group $\sigma(1)$ equals:

$$k_{\sigma(1)j}\rho_{\sigma(1)} \frac{\sum_{i=1}^m k_{i\sigma(1)}}{\sum_{i=1}^m \rho_i k_{i\sigma(1)}} \quad (9)$$

We now focus on age group $\sigma(2)$. We define the number of contact with age group $\sigma(j)$ with $2 \leq j \leq m$ is given by:

$$k_{\sigma(j)\sigma(2)}\rho_{\sigma(j)} \frac{\sum_{i=1}^m k_{j\sigma(2)} - k_{\sigma(1)\sigma(2)}\rho_{\sigma(1)} \frac{\sum_{i=1}^m k_{i\sigma(1)}}{\sum_{i=1}^m \rho_i k_{i\sigma(1)}}}{\sum_{i=2}^m \rho_i k_{i\sigma(2)}}, \quad (10)$$

i.e., contacts with age-group $\sigma(1)$ are already fixed, and the contacts with the remaining age groups are such that they are proportional to the contact rate with that age group and the reduction factor of that age group and they are scaled such that the total number of contacts of individuals of age-group $\sigma(2)$ is the same as in the original contact matrix. In a similar way, we construct the contact intensities among all age groups.

In this way, we obtain a new contact matrix $\tilde{\mathbf{K}}$ which takes changes in relative attendance into account. We also define \tilde{u}_i^l and \tilde{v}_i^l as the fraction of the age- i -individuals at location who are unvaccinated and vaccinated respectively. We still have $\tilde{u}_i^l + \tilde{v}_i^l = 1$ for $1 \leq i \leq m$.

3.2 1G, 2G or 3G with limited participation, but no compensating behavior

Suppose that as a result of the admittance policy, the attendance of type- U_i and type- V_i -individuals at location l is reduced by a factor $\rho_{u_i}^l$ and $\rho_{v_i}^l$ respectively. This means that the overall reduction of attendance of age group i at location l equals: $\rho_i^l := u_i \rho_{u_i}^l + v_i \rho_{v_i}^l$ and we have that $\tilde{u}_i^l = \frac{\rho_{u_i}^l u_i}{\rho_{u_i}^l u_i + \rho_{v_i}^l v_i}$.

We now construct the new contact matrix $\tilde{\mathbf{K}}$ at location l according to section 3.1. Suppose that for individuals who want to attend location l the infectiousness of individuals of age group i at location l is reduced by $f_{u_i}^l$ and $f_{v_i}^l$ for unvaccinated and vaccinated individuals respectively.

This means that the next generation matrix at location l will be:

$$\mathbf{A}_l^G = R_l \text{Diag}(r_{u_1}^S \tilde{u}_1^l, \dots, r_{u_m}^S \tilde{u}_m^l, r_{v_1}^S \tilde{v}_1^l, \dots, r_{v_m}^S \tilde{v}_m^l) \begin{pmatrix} \tilde{\mathbf{K}}_l & \tilde{\mathbf{K}}_l \\ \tilde{\mathbf{K}}_l & \tilde{\mathbf{K}}_l \end{pmatrix} \quad (11)$$

$$\text{Diag}(\rho_{u_1}^l f_{u_1}^l r_{u_1}^I, \dots, \rho_{u_m}^l f_{u_m}^l r_{u_m}^I, \rho_{v_1}^l f_{v_1}^l r_{v_1}^I, \dots, \rho_{v_m}^l f_{v_m}^l r_{v_m}^I).$$

The factors ρ also appear explicitly in this expression as the reduced attendance ensures that there are less individuals of that category present, and, hence, an average infectious individual of that type will be less infectious at the location. In case of a strict adherence to a 2G-policy (or a 2G + 1G policy), there will be no type- U -individuals at location l . Hence $\tilde{u}_i^l = 0$ for all $1 \leq i \leq m$ and all contacts at location l will be among type- V -individuals.

In case of 3G, we could assume that $f_{v_i}^l = 1$ for all $1 \leq i \leq m$, i.e., there is no effect of 3G on infectiousness of type- V -individuals. However, if type- V individuals adhere to the general advice to withhold from participation in case of mild symptoms, the infectiousness of type V -individuals may be less than one.

3.3 Compensating behavior

If the the corona ticket measures at location l lowers the attendance at location l , individuals who no longer participate at location l because of the measures may have other contacts during the time they would otherwise have spent at location l . It is hard to predict the exact nature of this compensating behavior. Here we have decided to model compensating behavior in a rather simplistic way.

We assume the attendance at compensating events is $1 - \rho_{u_i}^l$ and $1 - \rho_{v_i}^l$ for type- U_i and type- V_i -individuals of age group $1 \leq i \leq m$ respectively. The contact matrix at compensating events is calculated according to section 3.1, denote this contact matrix by $\tilde{\mathbf{K}}_{l_C}$. With $\tilde{u}_i^{l_C}$ and $\tilde{v}_i^{l_C}$ we denote the relative attendance of type- U and type- V -individuals at the alternative events for location l , i.e., $\tilde{u}_i^{l_C} + \tilde{v}_i^{l_C} = 1$ for all $1 \leq i \leq m$. The reduction of infectiousness of type- U and type- V -individuals of age category i at the alternative events is denoted by $f_{u_i}^{l_C}$ and $f_{v_i}^{l_C}$ respectively. As there will be no testing at these alternative events and the adherence to the advice to stay at home in case of symptoms may be less at these alternative events, we expect that $f_{u_i}^{l_C} > f_{u_i}^{l_C}$ as well as $f_{v_i}^{l_C} > f_{v_i}^{l_C}$.

The compensating next generation matrix at location l \mathbf{A}_{l_C} will be:

$$\mathbf{A}_{l_C} = R_{l_C} p \text{Diag}(r_{u_1}^S \tilde{u}_1^{l_C}, \dots, r_{u_m}^S \tilde{u}_m^{l_C}, r_{v_1}^S \tilde{v}_1^{l_C}, \dots, r_{v_m}^S \tilde{v}_m^{l_C}) \begin{pmatrix} \tilde{\mathbf{K}}_{l_C} & \tilde{\mathbf{K}}_{l_C} \\ \tilde{\mathbf{K}}_{l_C} & \tilde{\mathbf{K}}_{l_C} \end{pmatrix} \quad (12)$$

$$\text{Diag}((1 - \rho_{u_1}^l) f_{u_1}^{l_C} r_{u_1}^I, \dots, (1 - \rho_{u_m}^l) f_{u_m}^{l_C} r_{u_m}^I, (1 - \rho_{v_1}^l) f_{v_1}^{l_C} r_{v_1}^I, \dots, (1 - \rho_{v_m}^l) f_{v_m}^{l_C} r_{v_m}^I).$$

where R_{l_C}/R_l denotes the relative risk of the compensating behaviour compared to behavior at location l if the distribution of the categories (age and type- U/V) at the location would be identical and p denotes the fraction of individuals that participate in this alternative behavior.

4 Parameters

The model requires a substantial set of parameters as input, these govern both the dynamics of the virus and the impact of intervention.

$r_{u_j}^{S_n}$	The relative per contact susceptibility of a naive individual of age group j
$r_{u_j}^{I_n}$	The relative per contact infectiousness of a naive individual of age group j
$r_{u_j}^S$	The relative per contact susceptibility of an individual in U_j . This is a mean over all type of individuals in U_j , e.g., naive and undocumented infection, see equation (13)
$r_{u_j}^I$	The relative per contact infectiousness of a typical infected individual in U_j This is a weighted mean value over all type of individuals in U_j where the weights take the susceptibility of naive and other individuals into account, see equation (14)
$r_{v_j}^S$	The relative per contact susceptibility of an individual in V_j
$r_{v_j}^I$	The relative per contact infectiousness of a typical infected individual in V_j
\mathbf{K}_l	contact matrix at location l .
$\tilde{\mathbf{K}}_l$	Modified contact matrix at location l due to reduced attendance.
$\tilde{\mathbf{K}}_{lC}$	Contact matrix at compensating events for location l
v_j	Proportion of individuals of age group j in V .
u_j	Proportion of individuals of age group j in U , $u_j = 1 - v_j$
$f_{u_j}^l$	Reduction in infectiousness at location l due to corona ticket measures of an type- U_j -individual who aims to attend location l
$f_{v_j}^l$	Reduction in infectiousness at location l due to corona ticket measures of an type V_j -individual who aims to attend location l
$\rho_{u_j}^l$	Reduced attendance at location l of a type- U_j individual due to corona ticket measures
$\rho_{v_j}^l$	Reduced attendance at location l of a type V_j individual due to corona ticket measures

To calculate $r_{u_j}^S$ and $r_{u_j}^I$, we do the following: If we only distinguish between naive individuals (fraction z_j) and unvaccinated individuals with an undocumented infection (fraction $1 - z_j$), and we assume that individuals with an undocumented infection have the same infectiousness/susceptibility as individuals in category V_j , we have:

$$r_{u_j}^S = z_j r_{u_j}^{S_n} + (1 - z_j) r_{v_j}^S. \quad (13)$$

To calculate $r_{u_j}^I$, we have to take into account that individual with a higher susceptibility are more likely to get infected. Hence we obtain:

$$r_{u_j}^I = \frac{z_j r_{u_j}^{S_n} r_{u_j}^{I_n} + (1 - z_j) r_{v_j}^S r_{v_j}^I}{z_j r_{u_j}^{S_n} + (1 - z_j) r_{v_j}^S}. \quad (14)$$

5 Examples of results

We use the pre-pandemic contact matrix from Prem et al. [2] for the Netherlands which is subdivided into contacts at home, at work, at school and elsewhere. The vaccination coverage of week 46 2021 is taken from the RIVM website for 2 doses. We assumed so far that 2G is performed perfectly, but there may be compensating behaviour of 30% for other contacts and 10% for work contacts if 2G is applied in these location. The lowest two age categories (0-5) and (5-10) are never part of a G-strategy. We assumed that the effective reproduction number 1.05 with either the pre-pandemic contact matrices or the pre-pandemic contact matrices for which the contribution of work and other contacts is reduced by 50% and the school contacts are reduced by 10%.

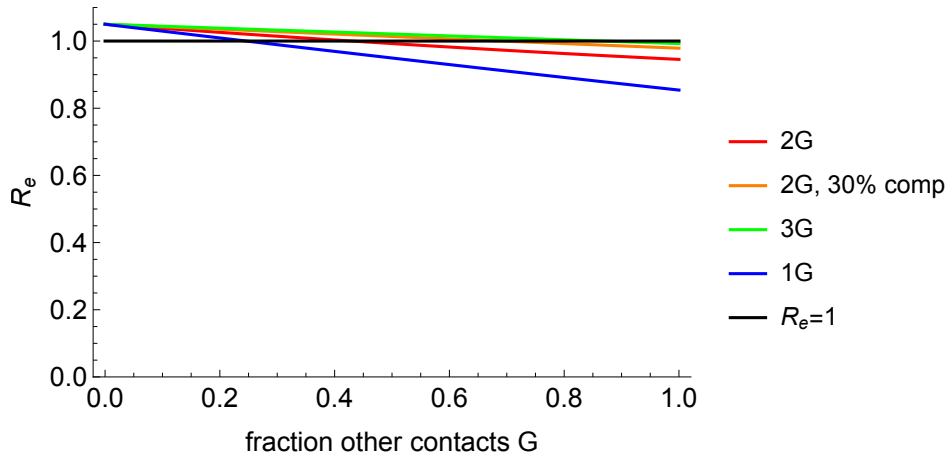


Figure 1: Effect of 1G, 2G and 3G on “other” contacts, work contacts are already reduced by 50%, school contacts by 10%, other contacts by 50%, home contact are not reduced compared to pre-pandemic levels. Default effect vaccines.

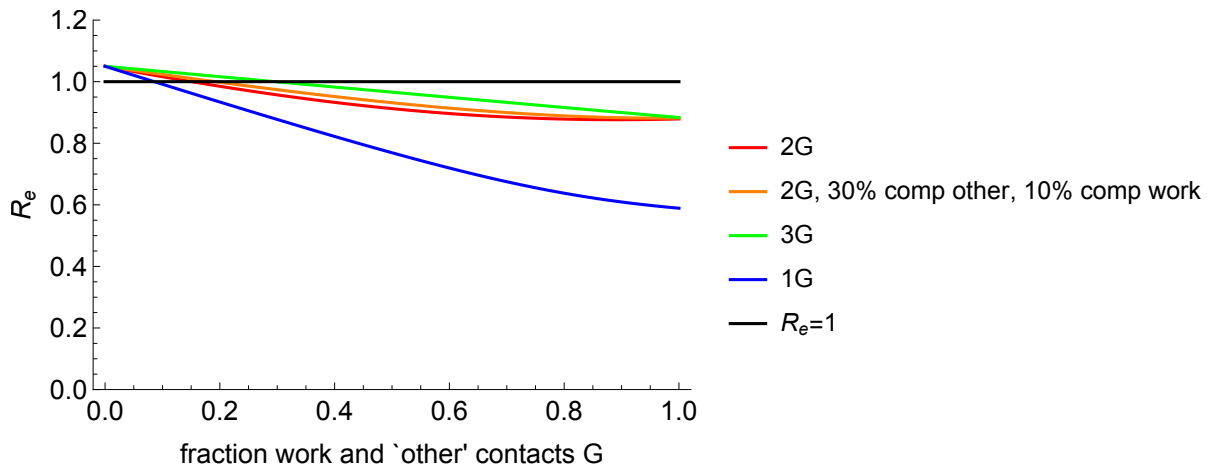


Figure 2: Effect of 1G, 2G and 3G on work and “other” contacts. Work contacts are already reduced by 50%, school contacts by 10%, other contacts by 50%, home contact are not reduced compared to pre-pandemic levels. Default effect vaccines.

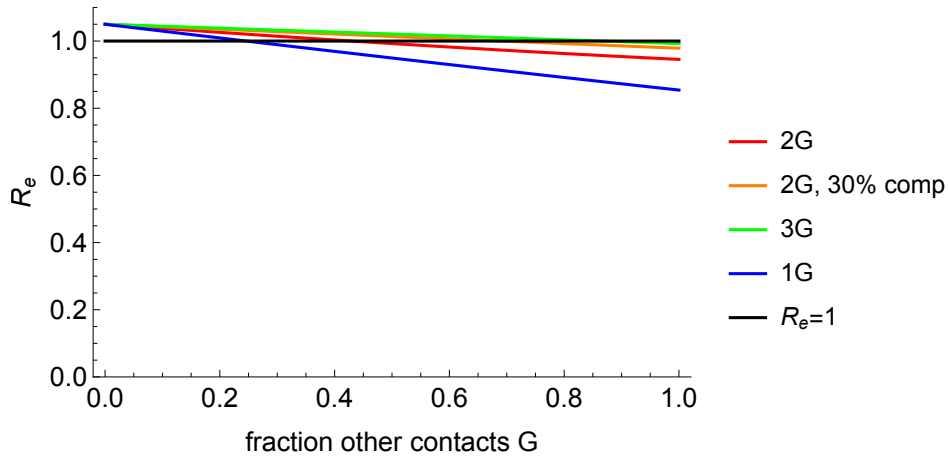


Figure 3: Effect of 1G, 2G and 3G on “other” contacts, work contacts are already reduced by 50%, school contacts by 10%, other contacts by 50%, home contact are not reduced compared to pre-pandemic levels. Optimistic effect vaccines.

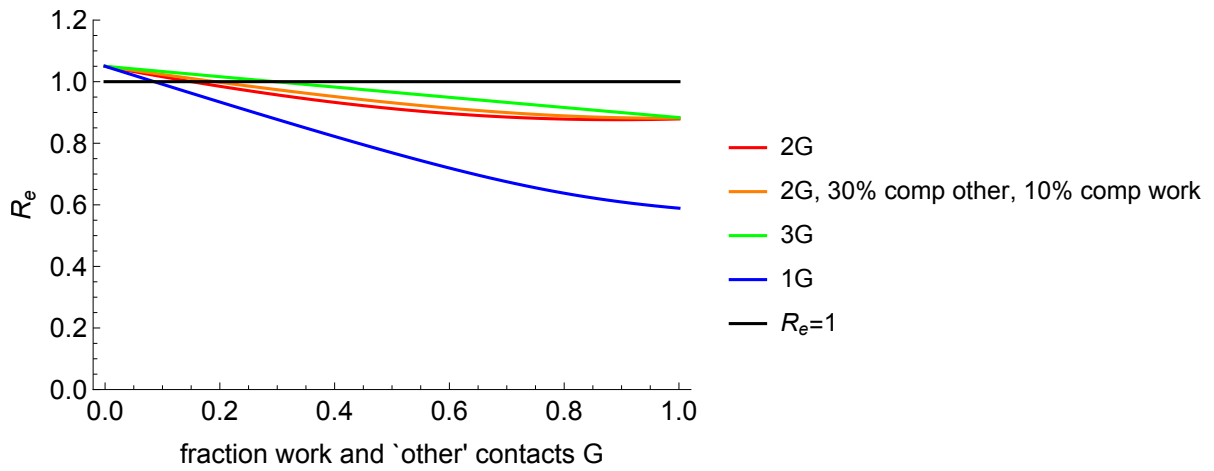


Figure 4: Effect of 1G, 2G and 3G on work and “other” contacts. Work contacts are already reduced by 50%, school contacts by 10%, other contacts by 50%, home contact are not reduced compared to pre-pandemic levels. Optimistic effect vaccines.

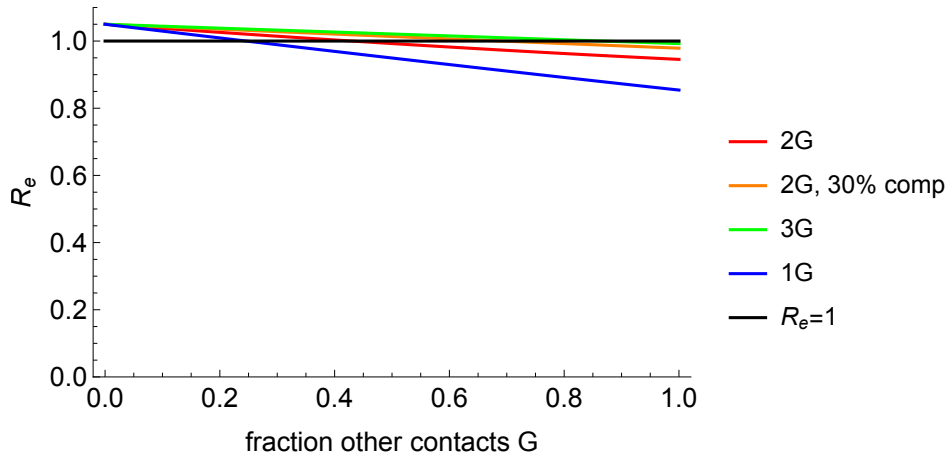


Figure 5: Effect of 1G, 2G and 3G on “other” contacts, work contacts are already reduced by 50%, school contacts by 10%, other contacts by 50%, home contact are not reduced compared to pre-pandemic levels. Pessimistic effect vaccines.

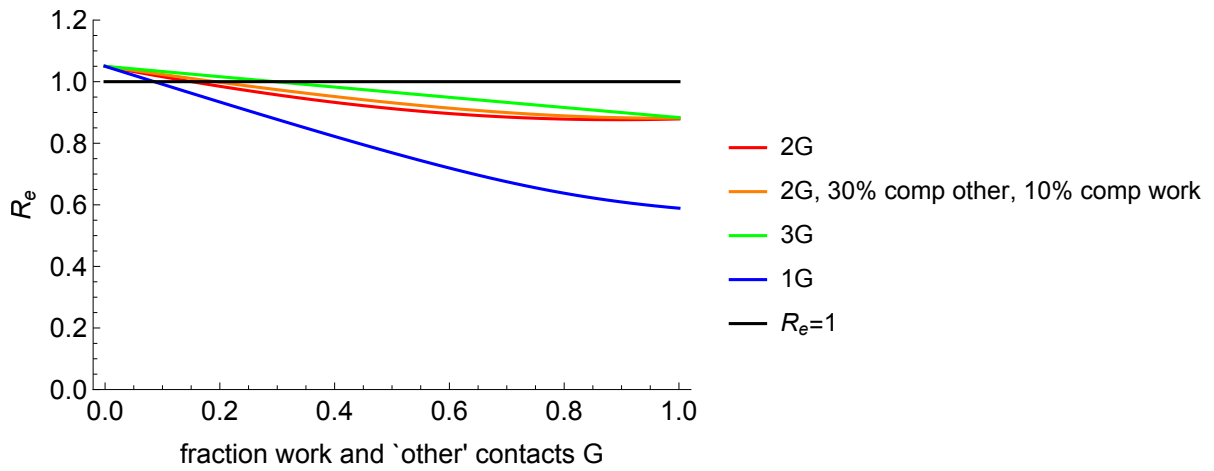


Figure 6: Effect of 1G, 2G and 3G on work and “other” contacts. Work contacts are already reduced by 50%, school contacts by 10%, other contacts by 50%, home contact are not reduced compared to pre-pandemic levels. Pessimistic effect vaccines.

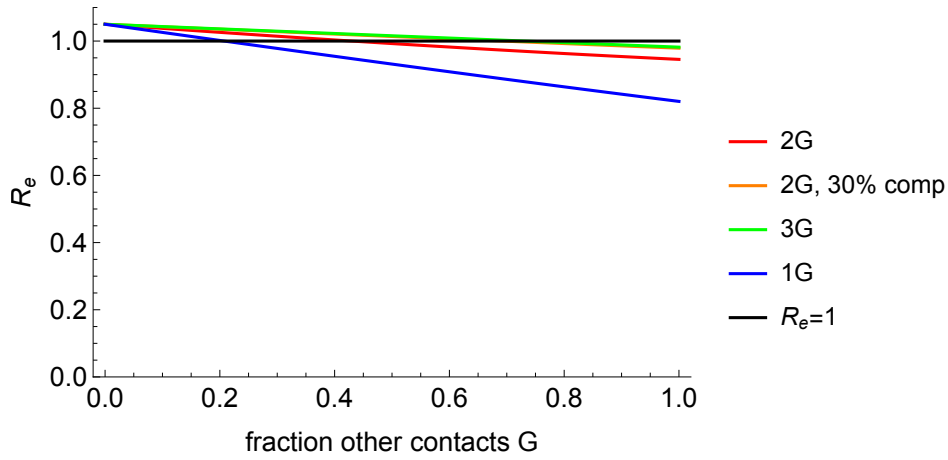


Figure 7: Effect of 1G, 2G and 3G on “other” contacts, work contacts are already reduced by 50%, school contacts by 10%, other contacts by 50%, home contact are not reduced compared to pre-pandemic levels. Optimistic effect testing.

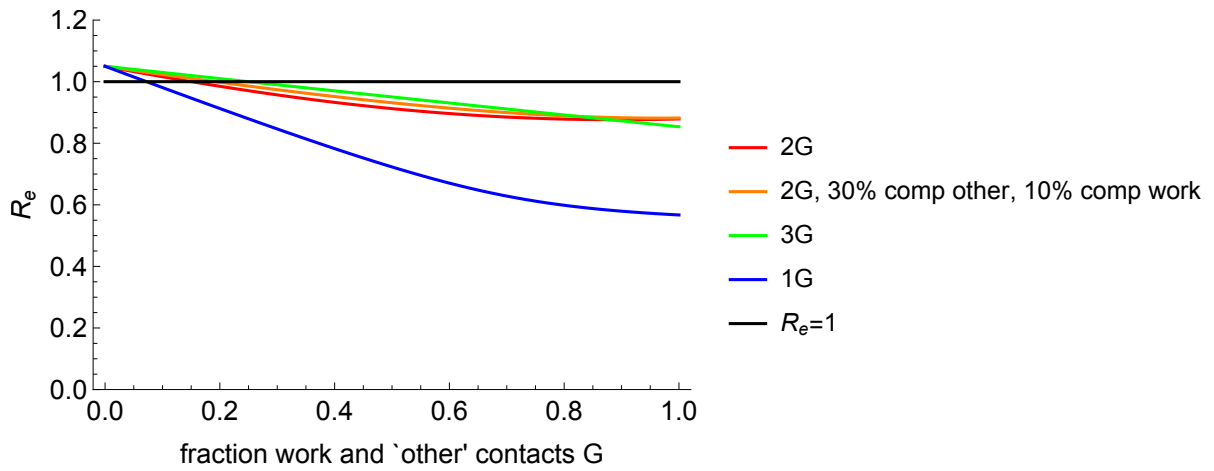


Figure 8: Effect of 1G, 2G and 3G on work and “other” contacts. Work contacts are already reduced by 50%, school contacts by 10%, other contacts by 50%, home contact are not reduced compared to pre-pandemic levels. Optimistic effect testing.

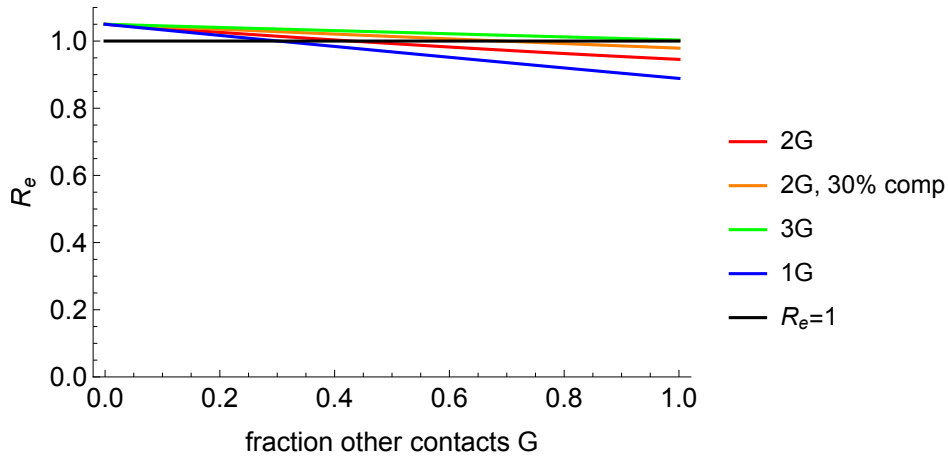


Figure 9: Effect of 1G, 2G and 3G on “other” contacts, work contacts are already reduced by 50%, school contacts by 10%, other contacts by 50%, home contact are not reduced compared to pre-pandemic levels. Pessimistic effect testing.

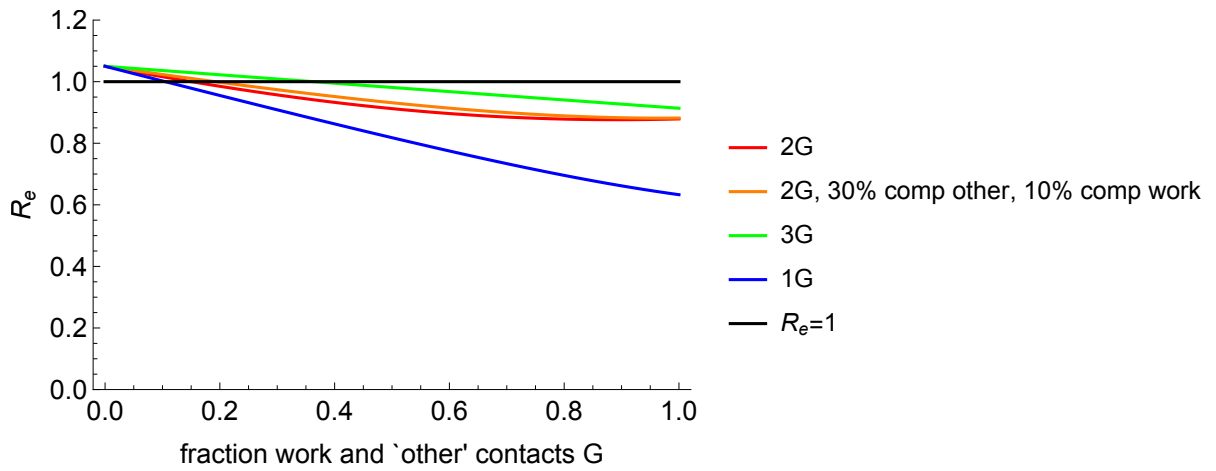


Figure 10: Effect of 1G, 2G and 3G on work and “other” contacts. Work contacts are already reduced by 50%, school contacts by 10%, other contacts by 50%, home contact are not reduced compared to pre-pandemic levels. Pessimistic effect testing.

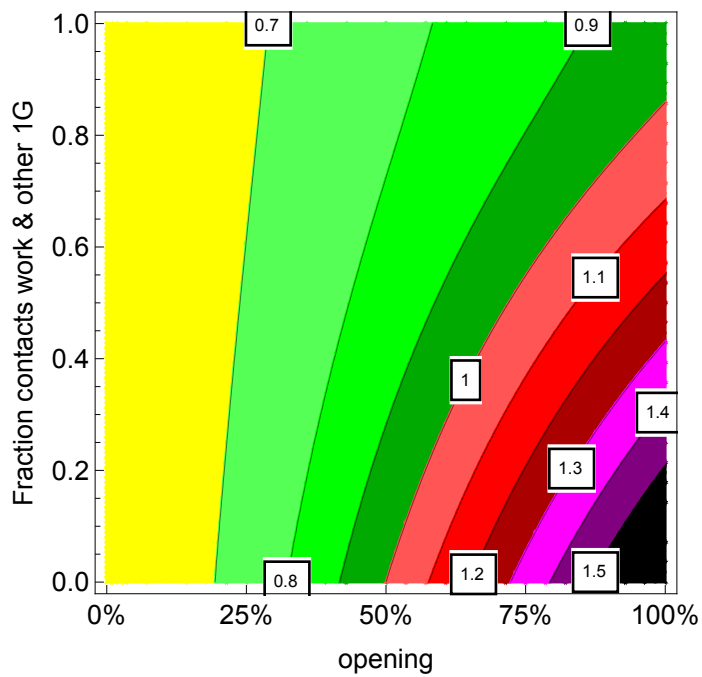


Figure 11: **Impact of reopening** (work and other contacts from 50% to 100%, school contacts from 90% to 100%) if 1G is applied. A value of 1 corresponds to equal effectiveness, values below 1 indicate that that level of reopening combined with 3G at a certain number of the work and other contacts reduces the reproduction number, values above 1 indicate a negative overall of reopening + 1G on the reproduction number.

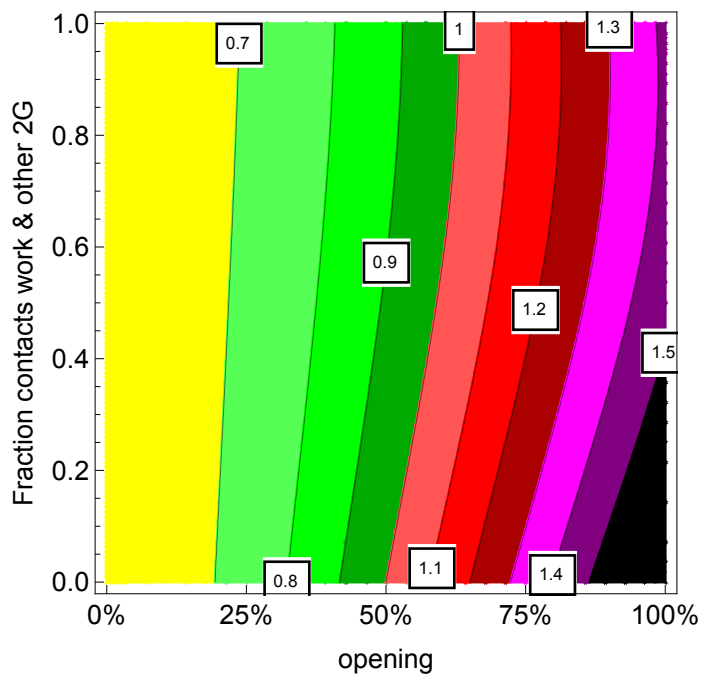


Figure 12: **Impact of reopening** (work and other contacts from 50% to 100%, school contacts from 90% to 100%) if 2G is applied. A value of 1 corresponds to equal effectiveness, values below 1 indicate that that level of reopening combined with 3G at a certain number of the work and other contacts reduces the reproduction number, values above 1 indicate a negative overall of reopening + 2G on the reproduction number.

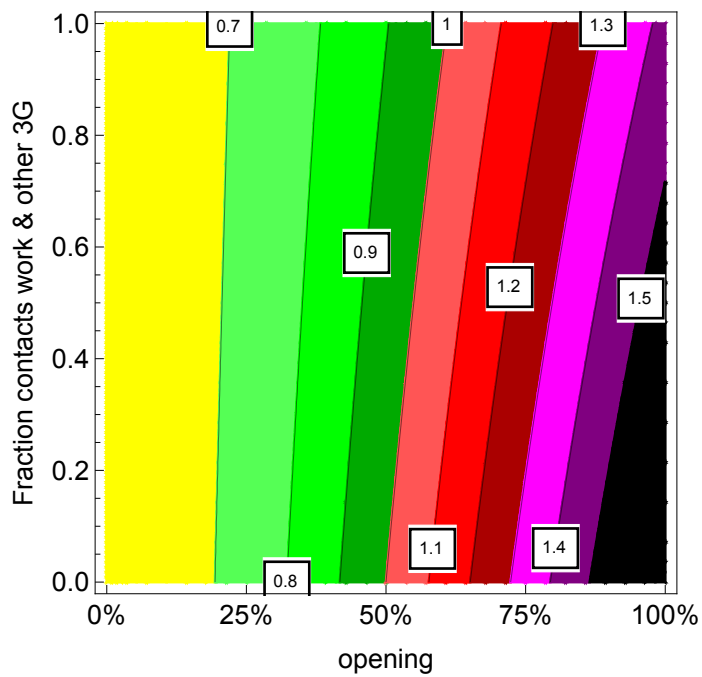


Figure 13: **Impact of reopening** (work and other contacts from 50% to 100%, school contacts from 90% to 100%) if 3G is applied. A value of 1 corresponds to equal effectiveness, values below 1 indicate that that level of reopening combined with 3G at a certain number of the work and other contacts reduces the reproduction number, values above 1 indicate a negative overall of reopening + 3G on the reproduction number.

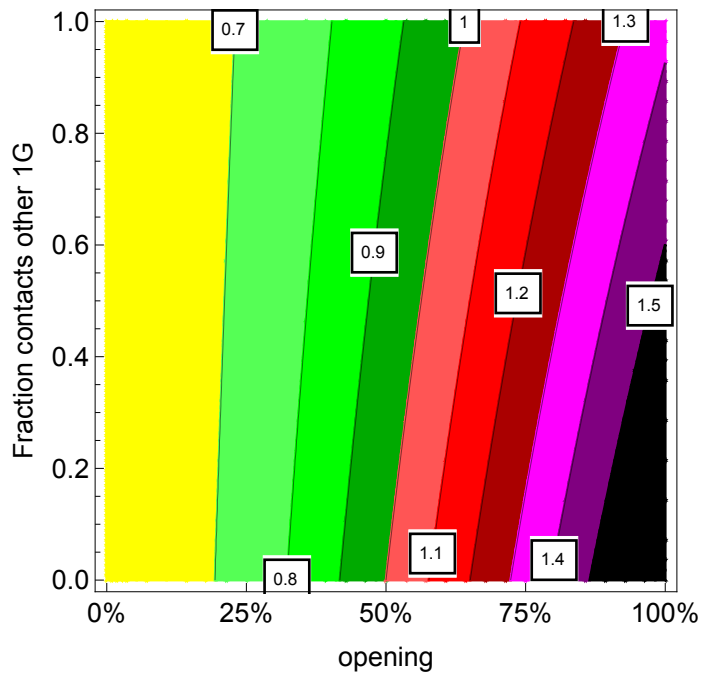


Figure 14: **Impact of reopening** (work and other contacts from 50% to 100%, school contacts from 90% to 100%) if 1G is applied. A value of 1 corresponds to equal effectiveness, values below 1 indicate that that level of reopening combined with 3G at a certain number of the other contacts reduces the reproduction number, values above 1 indicate a negative overall of reopening + 1G on the reproduction number.

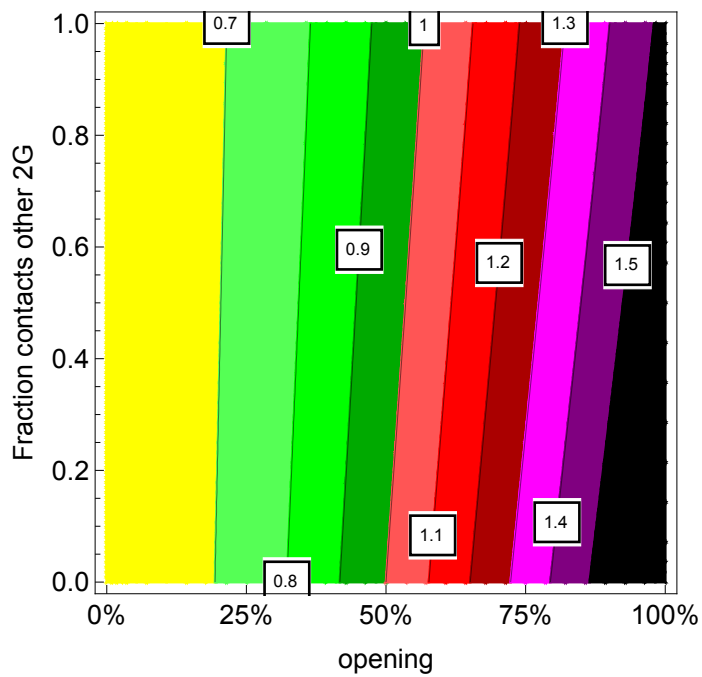


Figure 15: **Impact of reopening** (work and other contacts from 50% to 100%, school contacts from 90% to 100%) if 2G is applied. A value of 1 corresponds to equal effectiveness, values below 1 indicate that that level of reopening combined with 3G at a certain number of the other contacts reduces the reproduction number, values above 1 indicate a negative overall of reopening + 2G on the reproduction number.

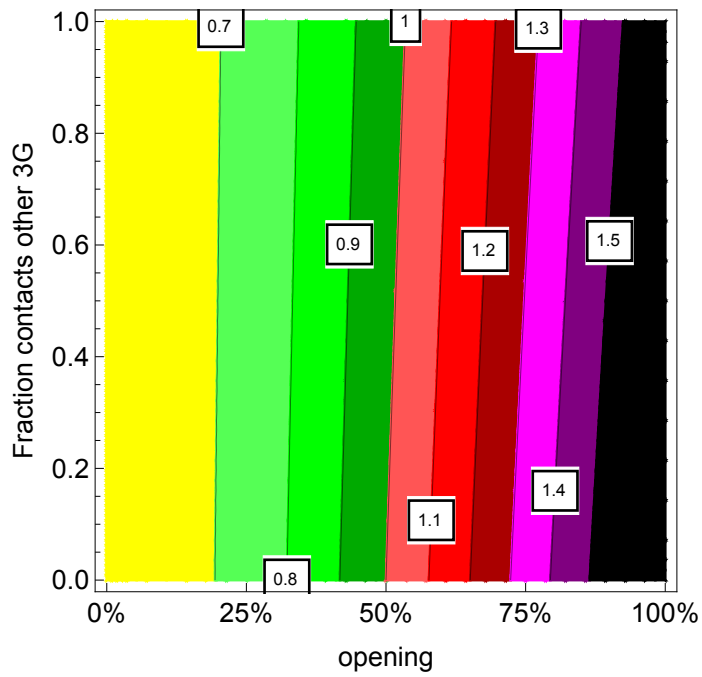
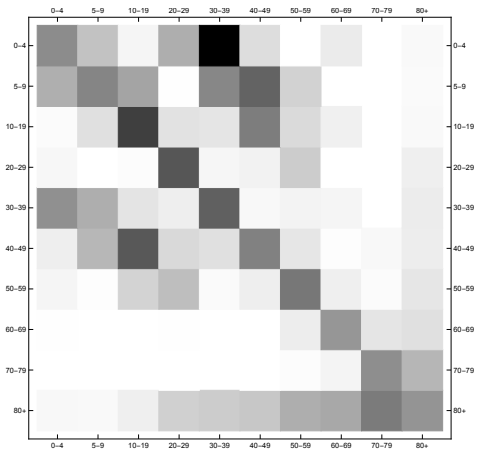
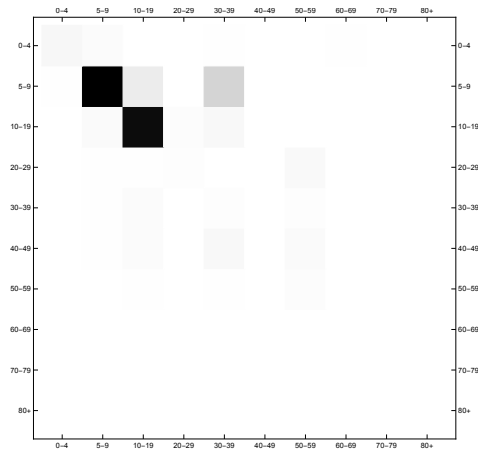


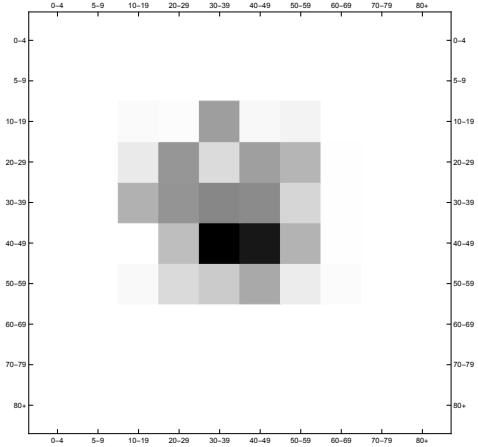
Figure 16: **Impact of reopening** (work and other contacts from 50% to 100%, school contacts from 90% to 100%) if 3G is applied. A value of 1 corresponds to equal effectiveness, values below 1 indicate that that level of reopening combined with 3G at a certain number of the other contacts reduces the reproduction number, values above 1 indicate a negative overall of reopening + 3G on the reproduction number.



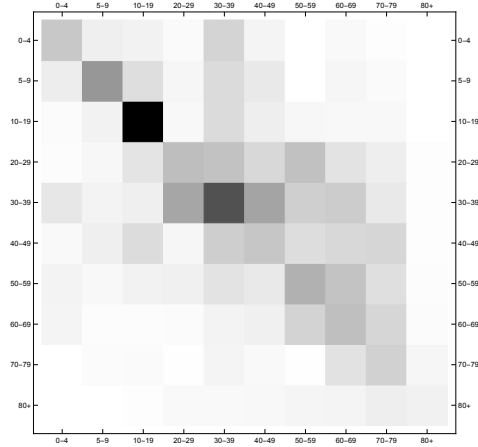
(a) Household contacts



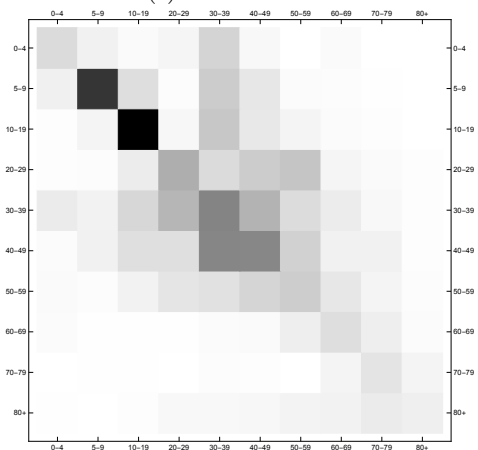
(b) school contacts



(c) work contacts



(d) Other contacts



(e) all contacts

Figure 17: Pre-pandemic contact matrices

References

- [1] Diekmann O, Heesterbeek H, Britton O. Mathematical Tools for Understanding Infectious Disease Dynamics *Princeton Series in Theoretical and Computational Biology*, 2013.
- [2] Prem K, Cook AR, Jit M (2017) Projecting social contact matrices in 152 countries using contact surveys and demographic data. PLOS Computational Biology 13(9): e1005697. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005697>

Onderzoek coronamaatregelen

(untitled)

Welkom bij dit onderzoek over coronamaatregelen.

De overheid zal de komende tijd een aantal keuzes moeten maken over welke maatregelen te nemen om de verspreiding van het coronavirus tegen te gaan. Met deze vragenlijst proberen wij een goed beeld te krijgen van wat verschillende maatregelen voor u zouden betekenen. We stellen straks eerst een aantal vragen over uzelf en daarna een aantal vragen over het coronabeleid.

Het onderzoek wordt uitgevoerd door onderzoekers van Populytics in samenwerking met onderzoekers van de TU Delft, de Erasmus Universiteit Rotterdam, Erasmus Medisch Centrum en Utrecht Medisch Centrum.

Wij verwerken al uw antwoorden **volledig anoniem** en verzamelen geen gegevens waarmee wij deelnemers kunnen identificeren. Het volledige privacy statement van deze studie is in te zien via: <https://populytics.nl/privacyverklaring-onderzoek/>.

Het onderzoek wordt uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport. De antwoorden van de deelnemers aan deze vragenlijst worden verwerkt in een onderzoeksrapport. Dit onderzoeksrapport zullen het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport en andere overheidsorganisaties gebruiken in de voorbereiding van de coronamaatregelen voor de komende tijd. We vragen u daarom zo eerlijk en volledig mogelijk op de vragen te antwoorden.

Wij willen u graag alvast hartelijk danken voor uw medewerking aan dit onderzoek!

(untitled)

1. Aan dit onderzoek mogen alleen burgers meedoen die 18 jaar of ouder zijn. Klik op de bovenste knop als u 18 jaar of ouder bent en wilt meedoen aan het onderzoek. Klik anders op de onderste knop.

*

- Ik ben 18 jaar of ouder en wil meedoen aan het onderzoek
- Ik ben jonger dan 18 jaar of wil niet meedoen aan dit onderzoek

(untitled)

2. Wat is uw leeftijd? *

- 18 tot en met 29 jaar
- 30 tot en met 39 jaar
- 40 tot en met 49 jaar
- 50 tot en met 59 jaar
- 60 tot en met 69 jaar
- 70 tot en met 79 jaar
- 80 jaar en ouder

3. Wat is uw geslacht? *

- Man
- Vrouw
- Anders

4. Wat is de hoogste vorm van onderwijs waarvoor u een diploma hebt behaald?

*

- Basisonderwijs
- Vmbo, Havo onderbouw, vwo-onderbouw, mbo 1
- Havo, vwo volledig afgemaakt, mbo 2-4
- Hbo Bachelor, Universiteit Bachelor
- Hbo Master, Universiteit Master

(untitled)

5. Met **hoeveel mensen** heeft u **gisteren** binnen **1,5 meter** contact gehad op de volgende locaties?

Indien u niet op deze locatie bent geweest, graag "n.v.t." selecteren. *

	N.v.t	0	1	2	3-5	6-10	11-20	meer dan 20
Thuis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Op uw werk (op locatie niet thuis)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
School, opleidingscentrum of universiteit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restaurant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Café of club	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bioscoop, theater, concertzaal, schouwburg	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Festival, congres of beurs op een locatie binnen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Museum of een tentoonstelling	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sport binnen (zaalsporten of fitnesszaal)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

(untitled)

7. Op welke manier heeft u (meestal) toegang gekregen tot deze locaties? *

- Met een QR-code op basis van vaccinatie
- Met een QR-code op basis van een herstelbewijs van besmetting
- Met een QR-code op basis van een test
- Met een geleende QR-code van iemand anders
- Met een valse QR-code
- Zonder een QR-code te laten zien

8. Kunt u een inschatting maken van het aantal keer dat u de volgende locaties bezocht tussen **13 november en 27 november**? *

niet 1x 2x 3x 4x 5x 6x 7x 8x 9x 10x Meer dan 10x

Werk (op locatie, niet thuis)

School, opleidingscentrum of universiteit

10. Op welke manier heeft u (meestal) toegang gekregen tot deze locaties? *

- Met een QR-code op basis van vaccinatie
- Met een QR-code op basis van een herstelbewijs van besmetting
- Met een QR-code op basis van een test
- Met een geleende QR-code van iemand anders
- Met een valse QR-code
- Zonder een QR-code te laten zien

11. Kunt u een inschatting maken van het aantal keer dat u deze locaties bezocht tussen **30 oktober en 12 november 2021**? *

niet 1x 2x 3x 4x 5x 6x 7x 8x 9x 10x Meer dan 10x

Museum of tentoonstelling

Binnen sporten in sportzaal of fitnesscentrum

Werk (niet thuis, op locatie)

School, opleidingscentrum of universiteit

13. Stel dat regering besluit om de coronamaatregelen **in januari** te veranderen naar 2G of 1G in plaats van 3G. Zou u dan vaker, minder vaak of even vaak een restaurant of café bezoeken in januari?

2G = je kan de getoonde locaties bezoeken als je gevaccineerd bent of als je genezen bent van corona.

1G = je kan de getoonde locaties alleen bezoeken met een negatieve test. *

	minimaal 3x meer dan bij 3G	1-2x meer dan bij 3G	Even vaak als bij 3G	1-2x minder dan bij 3G	minimaal 3x minder dan bij 3G
2G, met sluitingstijd van 17.00 uur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2G, met sluitingstijd van 20.00 uur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2G, met sluitingstijd van 24.00 uur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1G, met sluitingstijd van 17.00 uur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1G, met sluitingstijd van 20.00 uur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1G, met sluitingstijd van 24.00 uur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. U hebt zojuist aangegeven dat u bij bepaalde maatregelen minder vaak naar een restaurant zou gaan. Wat zou u in plaats daarvan gaan doen? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Nee, ik zou niet iets anders gaan doen
- Ja, ik zou vaker thuis eten/drinken alleen of met mijn gezin
- Ja, ik zou vaker met familie of vrienden gaan eten/drinken (bij mij thuis of bij hen thuis)
- Anders, namelijk

15. Met hoeveel mensen zou u gemiddeld genomen gaan eten/drinken?

- 1
- 2
- 3
- 4-6
- 7-10
- Meer dan 10

16. Indien u een toelichting wilt geven, dan kan dat hieronder.

(untitled)

17. Stel dat de coronamaatregelen de komende maanden hetzelfde blijven als nu. Dus 3G, bioscoop, theater, schouwburg, concertzaal sluiten om 17.00 uur. De besmettingen en ziekenhuisopnamen zijn weer aan het dalen. Kunt u een inschatting maken hoe vaak u denkt deze locaties te bezoeken **in januari**? *

0x 1x 2x 3x 4x 5x 6x 7x 8x 9x 10x Meer dan 10x

Hoe vaak bent u van plan om in januari bioscoop, theater, concertzaal of de schouwburg te bezoeken als 3G geldt met een sluitingstijd van 17.00 uur (zoals nu)?

18. Stel dat regering besluit om de coronamaatregelen **in januari** te veranderen naar 2G of 1G in plaats van 3G. Zou u dan vaker, minder vaak of even vaak een bioscoop, theater, concertzaal of schouwburg bezoeken in januari? *

minimaal 3x
meer dan bij
3G

1-2x meer
dan bij 3G

Even vaak
als bij 3G

1-2x minder
dan bij 3G

minimaal 3x
minder dan bij
3G

2G met sluitingstijd van 17.00 uur

2G met sluitingstijd van 24.00 uur

1G met sluitingstijd van 17.00 uur

1G met sluitingstijd van 24.00 uur

19. U hebt zojuist aangegeven dat u in bepaalde situaties minder vaak naar de bioscoop, het theater, de schouwburg of de concertzaal zal toegaan. Zou u deze activiteit op een andere manier invullen? En zo ja, hoe? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Nee, ik zou deze activiteit niet op een andere manier invullen
- Ja, ik zou thuis een film kijken of iets anders gaan doen alleen of met mijn gezin
- Ja, ik zou thuis een film kijken of iets anders gaan doen met familie en/of vrienden
- Ja, ik zou buiten de deur iets anders gaan doen alleen of met mijn gezin
- Ja, ik zou buiten de deur iets anders gaan doen met familie en/of vrienden
- Anders, namelijk

20. Met hoeveel mensen zou u dit gemiddeld genomen gaan doen?

- 1
- 2
- 3
- 4-6
- 7-10
- Meer dan 10

21. Indien u een toelichting wilt geven, dan kan dat hieronder.

(untitled)

22. Op dit moment is het niet toegestaan om grote sportwedstrijden (zoals het betaald voetbal) te bezoeken als toeschouwer. Stel dat de regering besluit om in **januari** toeschouwers weer toe te staan bij grote sportwedstrijden. Hoe vaak zou u een wedstrijd bezoeken in **januari** in de volgende situaties? *

	0x	1 of 2 keer	3 of 4 keer	5x of vaker
3G: u moet een coronatoegangsbewijs laten zien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2G: coronatoegangsbewijs alleen voor gevaccineerden en mensen die genezen zijn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1G: iedereen met een negatieve test krijgt een coronatoegangsbewijs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. U hebt zojuist aangegeven dat u in bepaalde situaties een grote sportwedstrijd (zoals betaald voetbal) wil bezoeken in januari. Wanneer de overheid besluit om de maatregelen **niet** aan te passen in januari, kiest u dan voor een alternatief? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Nee, de grote sportwedstrijden die ik anders zou hebben bezocht kijk ik niet op televisie
- Ja, ik ga deze sportwedstrijd thuis alleen of met mijn gezin kijken
- Ja, ik ga deze sportwedstrijd met vrienden/familie ergens thuis kijken
- Ja, ik ga deze sportwedstrijd op een locatie kijken in een groep van minder dan 10 mensen
- Ja, ik ga deze sportwedstrijd op een locatie kijken in een groep van meer dan 10 mensen
- Anders, namelijk

24. Indien u een toelichting wilt geven, dan kan dat hieronder.

25. Op dit moment is het niet toegestaan om evenementen met meer dan 1250 mensen zoals festivals te organiseren. Stel dat de regering besluit om dit in **januari** wel weer mogelijk te maken. Kunt u een inschatting maken hoe vaak u denkt in **januari** een festival te bezoeken in de volgende situaties? *

	0x	1 of 2 keer	3 of 4 keer	5x of vaker
3G: u moet een coronatoegangsbewijs laten zien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2G: coronatoegangsbewijs alleen voor gevaccineerden en mensen die genezen zijn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1G: iedereen met een negatieve test krijgt een coronatoegangsbewijs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. U hebt zojuist aangegeven dat u in bepaalde situaties evenementen met meer dan 1250 mensen wil bezoeken in januari. Wanneer de overheid besluit om de maatregelen niet aan te passen in januari, kiest u dan voor een alternatief? (meerdere antwoorden mogelijk)

*

- Nee
- Ja, ik ga naar een andere activiteit die binnen plaatsvindt met minder dan 10 mensen
- Ja, ik ga naar een andere activiteit die buiten plaatsvindt met minder dan 10 mensen
- Ja, ik ga naar een andere activiteit die binnen plaatsvindt met meer dan 10 mensen
- Ja, ik ga naar een andere activiteit die buiten plaatsvindt met meer dan 10 mensen

29. Hoe lang was u gemiddeld onderweg naar de testlocatie?

- 0 - 10 minuten
- 11 - 20 minuten
- 21- 30 minuten
- 31 - 45 minuten
- Meer dan 45 minuten

30. Denkt u dat u de **laatste zes maanden** besmet bent of besmet bent geweest met het coronavirus?

- Ja, dit is bevestigd met een test
- Ja, maar dit is niet bevestigd met een test
- Nee, dit is bevestigd met een test
- Nee, ik denk het niet maar dit is niet bevestigd met een test
- Ik weet het niet
- Ik wil deze vraag niet beantwoorden

(untitled)

31. Hoe schat u op dit moment de volgende risico's in voor uzelf?

	Geen risico	Laag risico	Redelijk risico	Hoog risico	Extreem hoog risico
Besmet raken met het coronavirus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ziek worden na besmetting met het coronavirus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Overlijden na besmetting met het coronavirus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

32. Geef uw gezondheid een cijfer. De '0' staat hierbij voor de slechtste gezondheid die u zich kunt voorstellen, de '10' voor de beste gezondheid die u zich kunt voorstellen.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

33. Heeft u een chronische aandoening, die tenminste al 12 maanden duurt of gaat duren en waarvoor u regelmatig op controle moet bij een arts en/of medicijnen gebruikt?

- Ja
- Nee
- Ik wil deze vraag niet beantwoorden

34. Heeft u een huisgenoot met een chronische aandoening, die tenminste al 12 maanden duurt of gaat duren en waarvoor zij/hij regelmatig op controle moet bij een arts en/of medicijnen gebruikt?

- Ja
- Nee
- Ik wil deze vraag niet beantwoorden

(untitled)

35. Heeft u het eerste vaccin direct genomen toen u een uitnodiging kreeg?*

- Ja, ik heb direct een afspraak gemaakt
- Ik heb een paar weken gewacht nadat ik de uitnodiging kreeg en ben toen gevaccineerd
- Ik heb een paar maanden gewacht nadat ik de uitnodiging kreeg en ben toen gevaccineerd
- Ik ben niet gevaccineerd en twijfel of ik het ga nemen
- Ik ben niet gevaccineerd en weet zeker dat ik het niet ga nemen

36. Wat zijn voor u de belangrijkste redenen waarom u nog niet bent gevaccineerd? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Ik weet niet wat de langetermijneffecten zijn van het vaccin
- Dit vaccin is er te snel, ik vertrouw het niet
- Ik vertrouw de overheid niet
- Ik vertrouw de farmaceutische industrie niet
- Ik heb twijfels of het vaccin voldoende werkt
- Ik ben bang voor de bijwerkingen
- Ik behoor niet tot de risicogroep
- COVID-19 is geen ernstige ziekte
- Mijn immuunsysteem kan COVID-19 weghouden
- Ik ben bang onvruchtbaar te raken
- Ik laat mij niet vaccineren om principiële redenen/geloofsredenen
- Ben tegen dierproeven waarmee het vaccin is getest
- Ik ben al besmet geweest, en verwacht niet nog een keer besmet te raken
- Ik heb een vaccinatie nog niet nodig gehad
- Ik heb een ziekte (bijvoorbeeld een auto-immuunziekte) waardoor bij mij het vaccin niet werkt
- Het is beter om via besmetting met het virus immuun te worden dan via een vaccin
- Ik ben bang voor naalden
- Ik ben tegen vaccins (in algemene zin)

37. Wat zou voor u een reden kunnen zijn om het vaccin **wel** te nemen? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Ik zal het vaccin nooit nemen
- Als de overheid stopt met het coronatoegangsbewijs (de QR code)
- Als de overheid op meerdere plaatsen het coronatoegangsbewijs invoert (zoals werk en onderwijs)
- Als de overheid beslist dat het coronatoegangsbewijs alleen geldt voor gevaccineerden en mensen die genezen zijn (2G)
- Als ik zelf erg ziek wordt van corona
- Als iemand in mijn directe omgeving erg ziek wordt van corona
- Als de huisarts mij belt voor een gesprek over bewijs over voordelen en nadelen van een vaccin
- Als er voldoende wetenschappelijk bewijs is dat er geen lange termijneffecten zijn van een vaccin
- Als ik kinderen heb gekregen en geen kinderen meer wil
- Als je een boete krijgt als je niet gevaccineerd bent
- Anders, namelijk

38. Indien u een toelichting wilt geven, dan kan dat hieronder.

39. Wanneer u straks wordt uitgenodigd voor een extra booster vaccinatie. Zou u deze nemen?

- Ja, als de boosterprik beschikbaar is neem ik hem direct
- Ik twijfel of ik de boosterprik ga nemen
- Ik ga de boosterprik zeker niet nemen

40. Indien u een toelichting wilt geven, dan kan dat hieronder.

(untitled)

42. In hoeverre bent u het eens met de volgende stellingen?

	Zeer mee eens	Mee eens	Neutraal	Mee oneens	Zeer mee oneens
Gevaccineerden moeten meer vrijheden krijgen dan ongevaccineerden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het corona toegangsbewijs leidt tot verdeeldheid in de samenleving	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Een coronatoegangsbewijs is gevoelig voor misbruik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Een coronatoegangsbewijs is een bedreiging voor de privacy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het coronatoegangsbewijs moet in de horeca en de cultuursector alleen gelden voor gevaccineerden en mensen die genezen zijn (2G)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het coronatoegangsbewijs (3G) moet ook kunnen worden ingezet in het hoger onderwijs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het coronatoegangsbewijs (3G) moet ook kunnen worden ingezet op het werk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik vind het goed om op een aantal plaatsen 2G in te voeren als we daardoor eerder coronamaatregelen kunnen versoepelen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik vind het goed om op een aantal plaatsen 1G in te voeren als we daardoor eerder coronamaatregelen kunnen versoepelen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

43. In welke mate bent u het eens met onderstaande stellingen? Alle stellingen gaan over de overheid. Als het gaat om de bestrijding van corona, dan...

	Zeer mee eens	Mee eens	Neutraal	Mee oneens	Zeer mee oneens
Vind ik de overheid heel kundig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voert de overheid haar taak zeer goed uit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doet de overheid haar best om burgers te helpen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Handelt de overheid in het belang van burgers	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Legt de overheid eerlijk uit wat er aan de hand is	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vind ik de overheid oprecht over haar bedoelingen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

44. Indien de maatregelen van de regering om het coronavirus in te dammen blijven zoals ze nu zijn, hoelang denkt u de situatie **financieel** nog vol te kunnen houden?

- Minder dan een week
- Meer dan een week, maar minder dan een maand
- Meer dan een maand, maar minder dan drie maanden
- Meer dan drie maanden, maar minder dan zes maanden
- Meer dan zes maanden, maar minder dan een jaar
- Meer dan een jaar

45. Indien de maatregelen van de regering om het coronavirus in te dammen blijven zoals ze nu zijn, hoelang denkt u de situatie **mentaal** nog vol te kunnen houden?

- Minder dan een week
- Meer dan een week, maar minder dan een maand
- Meer dan een maand, maar minder dan drie maanden
- Meer dan drie maanden, maar minder dan zes maanden
- Meer dan zes maanden, maar minder dan een jaar
- Meer dan een jaar

(untitled)

46. Hoe ziet uw huishouden er normaal gesproken uit? *

- Ik woon alleen
- Ik woon alleen met een kind of kinderen
- Ik woon samen met een partner
- Ik woon samen met een partner en kind of kinderen
- Ik woon samen met één of meer huisgenoten
- Ik woon bij mijn ouders
- Ik woon in een beschermde woonomgeving of instelling

47. Wat is uw huidige arbeidsstatus? Als er meerdere mogelijkheden van toepassing zijn (bijvoorbeeld als u parttime werkt en studeert), selecteert u de activiteit die de meeste tijd in beslag neemt.

*

- werkzaam in loondienst
- werkzaam als zelfstandige
- arbeidsongeschikt
- gepensioneerd
- huisvrouw, huisman
- niet werkzaam, werkzoekend
- student, scholier

48. In wat voor omgeving woont u? *

- Hele kleine gemeente (minder dan 5.000 inwoners)
- Kleine gemeente (5.000 - 25.000 inwoners)
- Middelgrote gemeente (25.000 - 100.000 inwoners)
- Grote gemeente (meer dan 100.000 inwoners)

49. In welke provincie woont u? *

- Drenthe
- Flevoland
- Friesland
- Gelderland
- Groningen
- Limburg
- Noord-Brabant
- Noord-Holland
- Utrecht
- Overijssel
- Zeeland
- Zuid-Holland

50. Als u denkt aan het totale inkomen per maand van uw huishouden, hoe goed kan uw huishouden rondkomen?

- Met veel moeite
- Met enige moeite
- Niet met moeite, maar ook niet gemakkelijk
- Vrij gemakkelijk
- Gemakkelijk

Hartelijk dank voor uw deelname!