

Modelling the impact of preventive measures on the transmission of SARS-CoV-2 in secondary schools in the Netherlands



Reopening secondary schools in fall

Comparison of risk-based testing and screening at different adherences additional to student vaccination

2nd August 2021

Collaborators

- Thi Mui Pham
- Ganna Rozhnova
- Ilse Westerhof
- Martin Bootsma
- Mirjam Kretzschmar
- Patricia Bruijning-Verhagen



Research question

- **Added value of**
 - Risk-based testing
 - Regular screening with 10%, 20%, 30% adherence when a proportion of students are vaccinated
- **What is the impact of these measures on**
 - Number of school-related infected individuals (infected in school or by school contact outside school)
 - Absenteeism of students/teachers after 1 month of reopening
- **At which level of community incidence can screening be halted?**



Met behulp van wiskundige modelering is onderzocht wat het effect is op aantal school-gerelateerde besmettingen van verschillende strategieën van testen (docenten en leerlingen) en vaccinatie (van docenten en leerlingen) bij halve en bij volledige bezetting in school. Het model beschrijft een 'gemiddelde' school in het VO.

Overview

Pilot study



School characteristics



Contact network

Agent-based model

- Agents: teachers, students
- Study period: 1 month
- Time steps: 8 hours
 - Within-school contacts
 - Outside-school contacts
 - No contacts (sleeping hours)
 - Week day, weekend
- Introductions from community (constant)

We hebben gebruik gemaakt van gegevens die zijn verzameld tijdens de pilot met risico gericht testen in het VO. In total hebben 46 scholen aan deze pilot meegedaan in de periode Februari-April 2021. Tijdens de pilot zijn gegevens verzameld over besmettingen in scholen, de uitvoering van het risico-gericht testen en de resultaten hiervan. Daarnaast zijn scholieren en docenten die voor een testronde werden uitgenodigd bevraagd over de contacten die zij zoal hebben met (mede)leerlingen en docenten binnen en buiten de school. Deze informatie is gebruikt om een 'contactennetwerk' van de school te maken. Zo'n contactennetwerk is van belang om verspreiding van coronainfecties binnen de school nauwkeurig te kunnen inschatten.

Pilot study: School characteristics

	No.
Number of students	944
Number of teachers	72
Number of grades	6
Number of classes per grade	7, 6, 8, 7, 5, 3
Number of students per class	23, 29, 23, 29, 30, 23

De gegevens uit de pilot zijn gebruikt om de samenstelling van een 'gemiddelde' VO school te bepalen. Deze bestaat uit 944 leerlingen en 72 docenten met opbouw van klassen over verschillende leerjaren en van variabele grootte.

Pilot study: Contact network

In-school contact network of students (per day)

Grade	1	2	3	4	5	6	Within same class
1	3	0	0	0	0	0	6
2	2	5	1	0	0	0	5
3	1	1	5	0	0	0	6
4	1	1	2	7	1	1	8
5	0	0	0	1	7	1	8
6	0	0	0	1	2	7	11

Het aantal contacten dat leerlingen gemiddeld hebben met andere leerlingen wordt in matrixvorm weergegeven. Er is een onderscheid in contacten binnen en buiten de klas en binnen en buiten het eigen leerjaar.

Pilot study: Contact network

Contact network between teachers and students

- Teachers educate 2-3 classes per day
- Students have 5 different subjects per day

	Teacher	Students
Teacher	6	$f \times \text{class size} \times \text{Number of taught classes (full occupancy)}$ approx. 8 contacts
Students	according to teacher-student contact (symmetric)	Contact matrix

Een 'contact' wordt gedefinieerd als een interactie tussen personen die relevant is voor eventuele overdracht van het virus. Dit zijn contacten waarbij bij er op korte afstand interactie is, bijvoorbeeld tijdens een conversatie, of fysiek contact.

Voor leerkrachten is de contactensamenstelling gebaseerd op het gegeven dat zij gemiddeld 2-3 verschillende klassen per dag lesgeven en dat leerlingen van 5 verschillende docenten les krijgen per dag. Op grond van bovenstaande definitie heeft een leraar niet met elke leerling uit een klas 'contact', maar met een deel van de klas zoals aangegeven in de tabel.

Pilot study: Contact network

Contact network outside school

- Students meet 2 other students outside school (randomly picked among school contacts)
- Teachers do not meet other teachers outside school (based on pilot study)

Er is eveneens rekening gehouden met contacten die leerlingen en docenten buiten schooltijd hebben met personen van dezelfde school.

Introductions from community

- **Introduction probability = probability to become infected in community (non-school related)**
- **Equal for teachers and students**
- **Reduced susceptibility of students**
- **Quarantined individuals cannot get infected**
- **Median = 1 , Mean = 3 per month**

Voor de berekeningen op de model-school is uitgegaan van het niveau van besmettingen in de samenleving van Juni 2021. Er wordt aangenomen dat docenten en leerlingen eenzelfde kans hebben om met een besmet person buiten school in contact te komen, maar bij leerlingen is obv gegevens uit andere studies rekening gehouden met een iets verminderde vatbaarheid voor het coronavirus.






Baseline measures (for all scenarios)

- **Quarantine of close contacts of symptomatic index cases**
 - Only students are eligible index cases
 - *Exempt if student is fully vaccinated*
 - 10 days, released if negative test after 5 days
 - Number of close contacts: 2 (1 class mate, 1 other contact in school)
 - Adherence: 87%
- **Isolation (stay-at-home orders) of symptomatic cases**
 - PCR test
 - 7 days
 - Adherence: 87%

Bij de berekeningen is aangenomen dat 87% van leerlingen en docenten zich houden aan de basismaatregelen t.a.v. quarantaine en isolatie. De getal is gebaseerd op cijfers uit het RIVM gedragsonderzoek.

Aangenomen wordt dat conform de huidige richtlijnen volledig gevaccineerde leerlingen en docenten niet in quarantaine hoeven na blootstelling aan een met coronavirus besmet persoon.

Strategies

Strategy	Occupancy	Quarantine & Isolation of symptomatic cases	Antigen testing of contacts of index case <small>(class mates, other contacts in school, teachers)</small>	Regular antigen testing	Vaccination of teachers and students
Full occupancy		✓	X	X	✓
Risk-based testing		✓	✓	X	✓
Screening twice weekly (10% adherence)		✓	X	Monday, Wednesday	✓
Screening twice weekly (20% adherence)		✓	X	Monday, Wednesday	✓
Screening twice weekly (30% adherence)		✓	X	Monday, Wednesday	✓

Full occupancy = scenario van heropenen van scholen onder volledige bezetting zonder testen, maar wel met huidige basismaatregelen t.a.v. quarantaine en isolatie.
 Risk-based testing = risico-gericht inzetten van antigeen sneltesten voor blootgestelde leerlingen en docenten; antigeentesten worden bij blootgestelde leerlingen tweemaal afgenomen in een periode van 3-5 dagen.
 Screening = Regelmatige screening d.m.v. antigeentesten. Hierbij is aangenomen dat twee keer per week wordt getest, op maandag en woensdag.
 In alle scenario's blijven de basismaatregelen t.a.v. quarantaine en isolatie van kracht.

Disease characteristics

Parameter	Value/Distribution	Source
Proportion of symptomatic infections		
Teacher	Uniform(0.75, 0.83)	Pilot study
Students	Uniform(0.4, 0.85)	Pilot study
Relative infectiousness of asymptomatic infections	Uniform(0.3, 0.7)	McEvoy et al (2021) Buitrago-Garcia et al (2021)
Relative susceptibility of students	Truncated Normal($\mu = 0.64, sd = 0.09$)	Dattner et al (2021)
Relative infectivity of students	Truncated Normal($\mu = 0.85, sd = 0.1$)	Munday et al (2021)
Relative susceptibility of vaccinated teachers	Uniform(0.04, 0.45)	Assumed
Seroprevalence among students (no reinfections)	25%	Assumed
Seroprevalence among teachers (no reinfections)	25%	Assumed
Incubation period	Weibull(shape=1.58, scale=7.11)	Sun et al (2021)
Generation time distribution	Weibull(shape=1.6, scale=6.84)	Sun et al (2021)
Reproduction number	1.18	Assumed

Bovenstaande tabel is een overzicht van de belangrijkste parameters die zijn gebruikt in het model. Er wordt voor sommige parameters gebruik gemaakt van een distributie van waarden vanwege onzekerheid, of variabiliteit in de exacte waarde.

Obv seroprevalentie wordt geschat dat ca. 25% van leerlingen en docenten reeds een coronavirusinfectie heeft doorgemaakt en dat zij immuun zijn. Voor het reproductiegetal wordt gerekend met de waarde van juni 2021, met een correctie voor de ca. 55% hogere besmettelijkheid van de delta variant.

Reproductiecijfer = 1.18 (i.e. $1.18 = 0.76 * 1.55$)

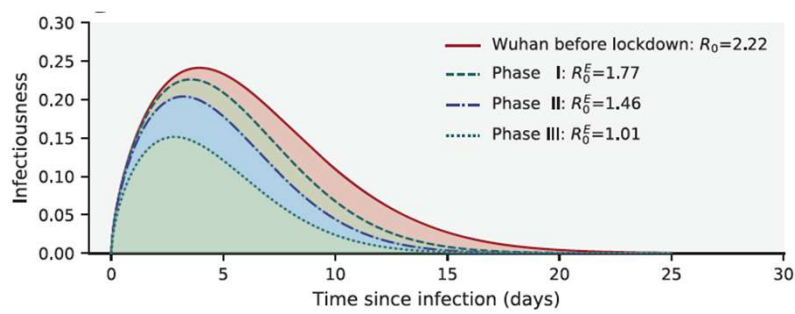
Infectiousness

RESEARCH ARTICLE SUMMARY

CORONAVIRUS

Transmission heterogeneities, kinetics, and controllability of SARS-CoV-2

Kaiyuan Sun^{*†}, Wei Wang[†], Lidong Gao[†], Yan Wang, Kaiwei Luo, Lingshuang Ren, Zhifei Zhan, Xinghui Chen, Shanlu Zhao, Yiwei Huang, Qianlai Sun, Ziyao Liu, Maria Litvinova, Alessandro Vespignani, Marco Ajelli, Cécile Viboud[‡], Hongjie Yu^{*‡}



De besmettelijkheid van individuen vanaf het moment van infectie is variabel over de tijd. Dit patroon wordt in de modellering verwerkt

Test sensitivity

medRxiv
THE PREPRINT SERVER FOR HEALTH SCIENCES



BMJ Yale

HOME | ABOUT

Search

Longitudinal assessment of diagnostic test performance over the course of acute SARS-CoV-2 infection

[Comments \(1\)](#)

Rebecca L. Smith, Laura L. Gibson, Pamela P. Martinez, Rui'an Ke, Agha Mirza, Madison Conte, Nicholas Gallagher, Abigail Conte, Leyi Wang, Rick Fredrickson, Darci C. Edmonson, Melinda E. Baughman, Karen K. Chiu, Hannah Choi, Tor W. Jensen, Kevin R. Scardina, Shannon Bradley, Stacy L. Gloss, Crystal Reinhart, Jagadeesh Yedetore, Alyssa N. Owens, John Broach, Bruce Barton, Peter Lazar, Darcy Henness, Todd Young, Alastair Dunnett, Matthew L. Robinson, Heba H. Mostafa, Andrew Pekosz, Yukari C. Manabe, William J. Heetderks, David D. McManus, Christopher B. Brooke

doi: <https://doi.org/10.1101/2021.03.19.21253964>

This article is a preprint and has not been peer-reviewed [what does this mean?]. It reports new medical research that has yet to be evaluated and so should not be used to guide clinical practice.



14

Er wordt in de berekeningen rekening gehouden met de gevoeligheid van de verschillende testen en de onderlinge relatie tussen gevoeligheid van de test en besmettelijkheid van de geïnfecteerde persoon. Hierbij wordt gebruik gemaakt van bronnen uit de literatuur

Test sensitivity

- Comparison of sensitivities of nasal and saliva RTqPCR tests with Quidel Sofia SARS Antigen Fluorescent Immunoassay

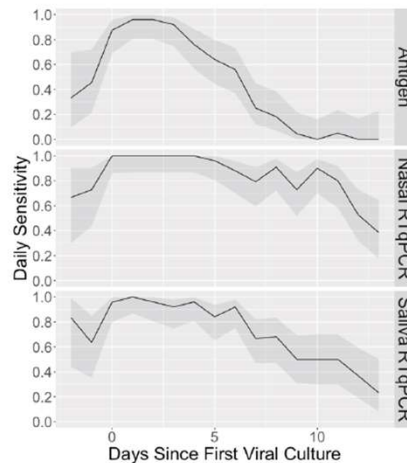
Participants

All on-campus students and employees of the University of Illinois at Urbana-Champaign are required to submit saliva for RTqPCR testing every 2-4 days as part of the SHIELD campus surveillance testing program. Those testing positive are instructed to isolate, and were eligible to enroll in this study for a period of 24 hours following receipt of their positive test result. Close contacts of individuals who test positive (particularly those co-housed with them) are instructed to quarantine and were eligible to enroll for up to 5 days after their last known exposure to an infected individual. All participants were also required to have received a negative saliva RTqPCR result 7 days prior to enrollment.

Er wordt in de berekeningen rekening gehouden met de gevoeligheid van de verschillende testen en de onderlinge relatie tussen gevoeligheid van de test en besmettelijkheid van de geïnfecteerde persoon. Hierbij wordt gebruik gemaakt van bronnen uit de literatuur

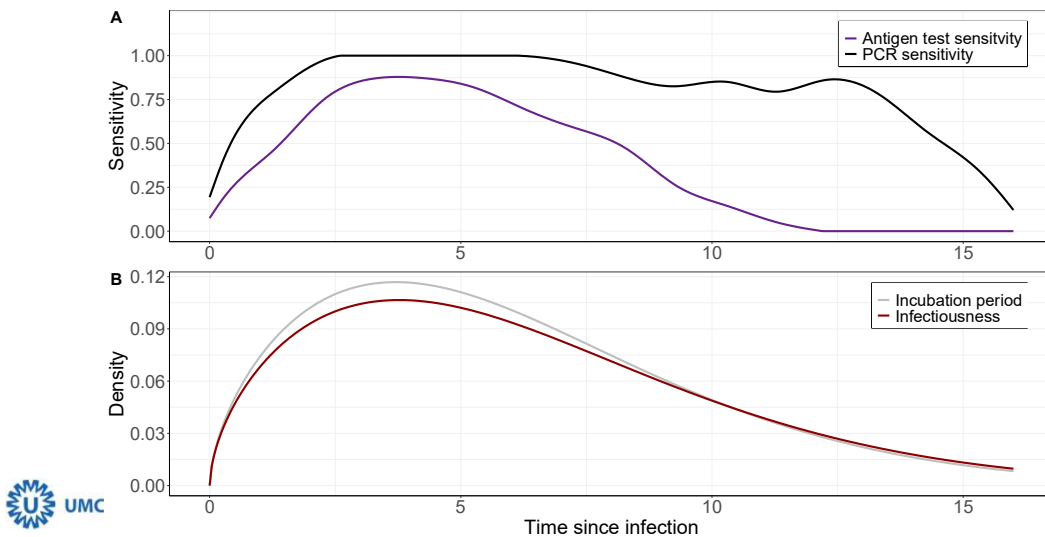
Test sensitivity

Figure 1: Daily sensitivity of each test platform by day relative to the day of first positive viral culture result. Shaded areas represent the 95% confidence interval around the observed proportion.



Er wordt in de berekeningen rekening gehouden met de gevoeligheid van de verschillende testen en de onderlinge relatie tussen gevoeligheid van de test en besmettelijkheid van de geïnfecteerde persoon. Hierbij wordt gebruik gemaakt van bronnen uit de literatuur

Test sensitivities, infectiousness, incubation period



17

De gegevens over test-sensitiviteit in relatie tot het moment van infectie leiden tot bovenstaande curves voor de tijds-afhankelijke gevoeligheid van de verschillende soorten testen. Bij de antigeentesten wordt daarnaast rekening gehouden met een 10% verlies in gevoeligheid vanwege het feit dat er wordt gewerkt met zelf-bemonstering, in plaats van monsterafname door een getrainde professional.

Vaccination

- **Vaccination coverage among teachers: 85% (2 doses)**
- **Vaccination coverage among students:**
 - Exactly one dose: 35%
 - Exactly 2 doses: 15%
- **Vaccine efficacies**
 - 1st dose: 20%-59% vaccine efficacy against infection (uniform)
 - 2nd dose: 78%-90% vaccine efficacy against infection (uniform)

Voor de geschatte vaccinatie graad onder docenten wordt gerekend met de gemiddelde vaccinatiegraad onder volwassenen. Voor leerlingen is de vaccinatiegraad per half/eind augustus nog onzeker. Bij de berekening is uitgegaan van 35% vaccinatie met 1 dosis en 15% volledig gevaccineerd. Hierbij moet rekening worden gehouden met het feit dat pas vanaf twee weken na vaccinatie de effectiviteit ervan intreedt. Momenteel wordt de vaccinatiegraad voor 1 dosis onder 12-17 jarigen geschat op ca. 43%.

Gevaccineerde personen hebben een verminderde vatbaarheid voor het oplopen van een infectie. Wanneer zij toch besmet raken, wordt aangenomen dat zij even besmettelijk zijn als een niet-gevaccineerde persoon, zij het dat een groter deel van de besmettingen asymptomatisch verloop, waarvoor in het model een verminderde besmettelijkheid wordt aangenomen.

Bron:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1001169/S1301_SPI-M-O_Summary_Roadmap_second_Step_4.2__1_.pdf

Vaccine efficacies

SPI-M-O: Summary of further modelling of easing restrictions – Roadmap Step 4 on 19th July 2021

Date: 7th July 2021

Appendix 1: Model assumptions

Given the dominance of the delta variant, parameter values shown here are for this strain of SARS-CoV-2. Other parameter values for alpha are given in the respective modelling papers, alongside further details of the models.

Parameter	Imperial College			LSHTM		Warwick					
		Central	Pessimistic	Optimistic		Central	Optimistic		Central	Pessimistic	Optimistic
Cross-protection against delta after infection with alpha or other strain	Against infection	85%	75%	100%	Against infection	100%	100%	Against infection	100%	100%	100%
	Against hospital admission	95%	90%	100%	Against hospital admission	100%	100%	Against hospital admission	100%	100%	100%
Vaccine reduction in risk of infection	AZ 1 dose	33%	20%	45%	AZ 1 dose	43%	48%	AZ 1 dose	34%	31%	37%
	AZ 2 dose	58%	45%	70%	AZ 2 dose	62%	63%	AZ 2 dose	64%	61%	65%
	PF/MD 1 dose	33%	20%	45%	PF/MD 1 dose	47%	52%	PF/MD 1 dose	56%	53%	59%
	PF/MD 2 dose	85%	78%	90%	PF/MD 2 dose	80%	81%	PF/MD 2 dose	80%	80%	80%

Voor de aanname over vaccin-effectiviteit tegen de delta variant is gebruik gemaakt van de meest recente data over werkzaamheid van het Pfizer vaccin die eind juli beschikbaar waren uit het VK.

Bron:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1001169/S1301_SPI-M-O_Summary_Roadmap_second_Step_4.2__1_.pdf

Vaccination

- **Proportion of asymptomatics**
 - Proportion of asymptomatic infections increases in vaccinated teachers → equal to respective proportion in students
 - Proportion of asymptomatic infections in vaccinated students does not change (conservative assumption)

Het percentage asymptomatische infecties neemt toe bij gevaccineerde leerkrachten en is vergelijkbaar met het percentage asymptomatische infecties bij leerlingen. Het percentage asymptomatische infecties voor gevaccineerde leerlingen verandert niet t.o.v. Niet-gevaccineerde leerlingen. Deze aanname is enigszins conservatief (depend op het vaccinatie-effect), maar gekozen omdat een groot deel van de infecties in deze leeftijdsgroep toch al asymptomatisch verloopt, ook bij niet-gevaccineerden, en er nog geen data zijn voor deze leeftijdsgroep die een andere aanname ondersteunen.

Willingness to test and vaccination

Regular screening (10%, 20%, 30% adherence)

- **No correlation:** Adherence is independent from vaccination status
- ✚ **Positive correlation:** Fully vaccinated students are more likely to adhere to regular screening
- **Negative correlation:** Fully vaccinated students do not participate in regular screening

Risk-based testing (50% adherence)

- **Only no correlation scenario**

Conform huidig landelijk beleid is preventief testen niet langer geadviseerd voor volledig gevaccineerde personen. In het basisscenario is daarom gerekend met de aanname dat preventief testen (screening) alleen wordt uitgevoerd door niet (volledig) gevaccineerde leerlingen en docenten (scenario negative correlation). Omdat deze strategie zou kunnen veranderen ivm de delta variant is ook gekeken naar scenario's waarbij preventief testen ook voor gevaccineerde personen wordt aanbevolen. Deze zijn beschreven in het scenario met 'no correlation'. Wanneer hierbij gevaccineerde leerlingen juist meer geneigd zijn zich te laten testen dan ongevaccineerde personen ontstaat een scenario met 'positive correlation'. Verder wordt er gerekend met drie niveaus van deelnamebereidheid aan preventief testen: 10%-20%-30%.

50% deelname aan risicogericht testen is gebaseerd om de pilotresultaten uit de periode voordat personen volledig gevaccineerd waren. Omdat het niet duidelijk is welk deel hiervan gevaccineerd zou zijn, is er geen correlatie verondersteld.

Willingness to test and vaccination

Regular screening (10%, 20%, 30% adherence)

- **No correlation:** Adherence is independent from vaccination status
- ✚ **Positive correlation:** Fully vaccinated students are more likely to adhere to regular screening
- **Negative correlation:** Fully vaccinated students do not participate in regular screening

Main analysis

Risk-based testing (50% adherence)

- **Only no correlation scenario**

Aerosol transmission

1. Simple aerosol transmission:

- When there is an infectious individual (student or teacher), there will be a (low) probability that the classmates or the teacher will be infected through aerosol
- Probability of transmission = 10% of the probability of transmission of a "normal" contact.

2. Aerosol transmission as a super spreading event:

- When there is an infectious individual, then only in 10% of the times the individual is in the classroom with others, all classmates are exposed to aerosol transmission.
- Probability of transmission = probability of transmission of a "normal" contact
- Aerosol transmission does not always take place but only in a small number of cases

Naast transmissie tussen 'contacten' is er in deze recente analyse tevens rekening gehouden met de mogelijkheid van aerosols transmissie, waarbij personen die geen directie interactie met elkaar hebben, maar wel in dezelfde ruimte verblijven, de kans lopen om elkaar te besmetten.

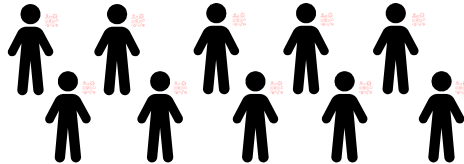
Twee scenario's voor aerosol transmissie zijn onderzocht:

Bij 'Simple aerosol transmission' wordt verondersteld dat bij iedere besmetting, er een geringe kans is voor een persoon die in dezelfde ruimte verblijft dat deze via aerosol transmissie besmet raakt. Deze kans is 10% van de normale kans op besmetting tussen personen die een contact van elkaar zijn.

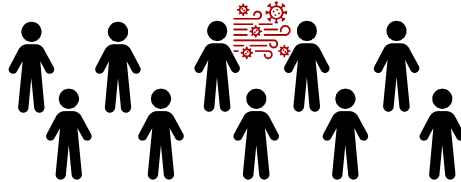
Bij 'Aerosol transmission as a super spreading event' wordt ervan uitgegaan dat slechts 10% van de besmettingen kan leiden tot aerosol transmissie. Bij de overige 90% treedt helemaal geen aerosol transmissie op. Bij de 10% met aerosol transmissie is het risico voor personen die in dezelfde ruimte verblijven even groot als de normale kans op besmetting tussen personen die een contact van elkaar zijn. Dit laatste scenario past beter bij het beeld van 'superspreaders', en lijkt obv data hieromtrent het meest waarschijnlijk. Dit type aerosol transmissie is daarom gebruikt in de het basisscenario.

Aerosol transmission

1. Simple aerosol transmission:

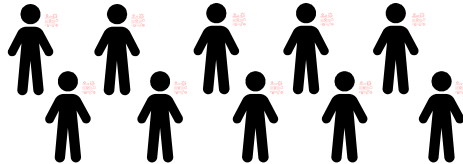


2. Aerosol transmission as a super spreading event:

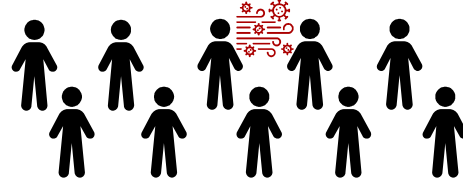


Aerosol transmission

1. Simple aerosol transmission:



2. Aerosol transmission as a super spreading event:



Main analysis

Outcome measures

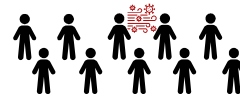
- **Outbreak size = Number of school-related infections**
 - Distribution (violin plots)
 - Mean (barplots) + 95% quantiles (black error bars)
- **Outbreak size vs number of introductions from community**
- **Reduction of MEAN outbreak size (baseline is full occupancy with quarantine)**
- **Absenteeism:**
 - Absent days per student/teacher
 - Total number of absent students/teachers

De volgende resultaten van de model analyses worden gepresenteerd;

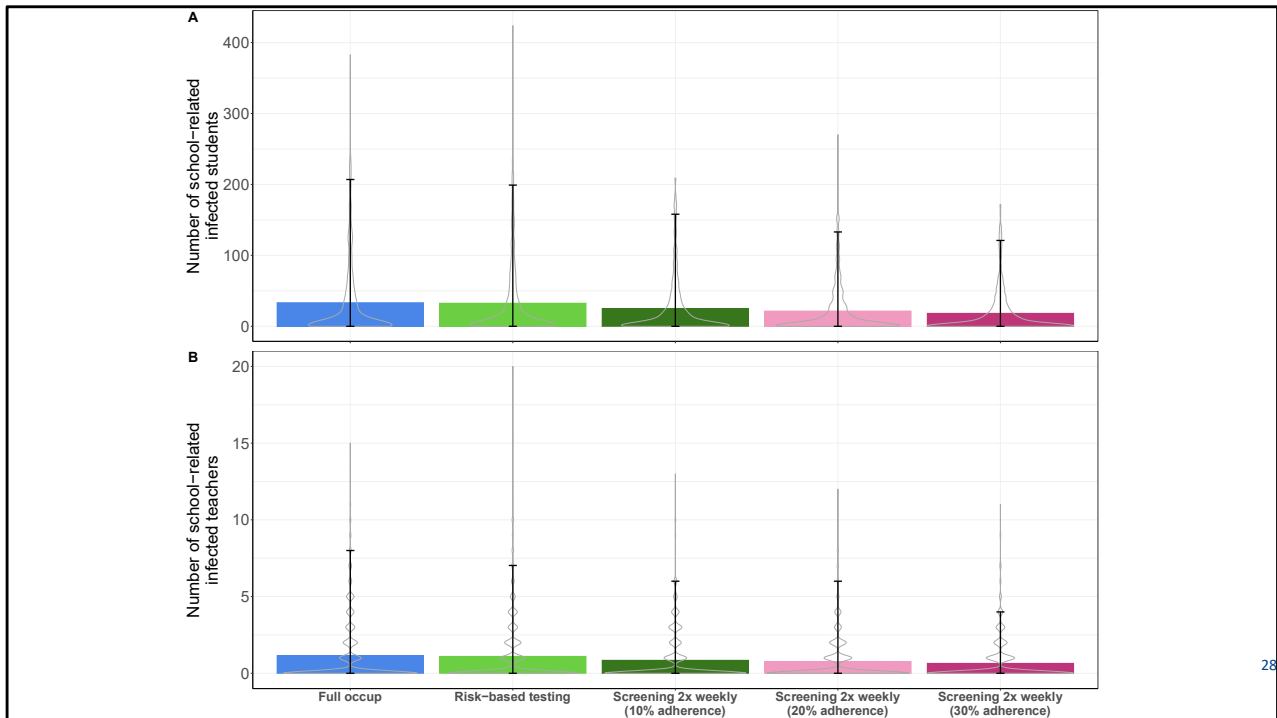
- Het aantal besmettingen dat school-gerelateerd is over de periode van 1 maand. Dit wordt aangegeven als uitbraakgrootte.
- Het aantal school-gerelateerde besmettingen in relatie tot het aantal besmettingen dat van buiten de school geïntroduceerd wordt (community)
- De reductie in gemiddelde uitbraakgrootte tov eerdere scenario's zonder vaccinatie van leerlingen.
- Resultaten voor het aantal absenties als gevolg van quarantaine en isolatie onder leerlingen.

Reopening in absence of student vaccination

- Delta variant ($R = 1.18$, increase in transmissibility: 55%)
- Imperfect compliance to quarantine and isolation (87%)
- Screening adherence = 10%, 20%, 30%
- Lifting quarantine for students who are fully vaccinated
- Introductions from community: Median = 1, Mean = 3
- Aerosol transmission as super spreading event
 - Aerosol transmission in only 10% of times
 - Probability of transmission = “normal” contact



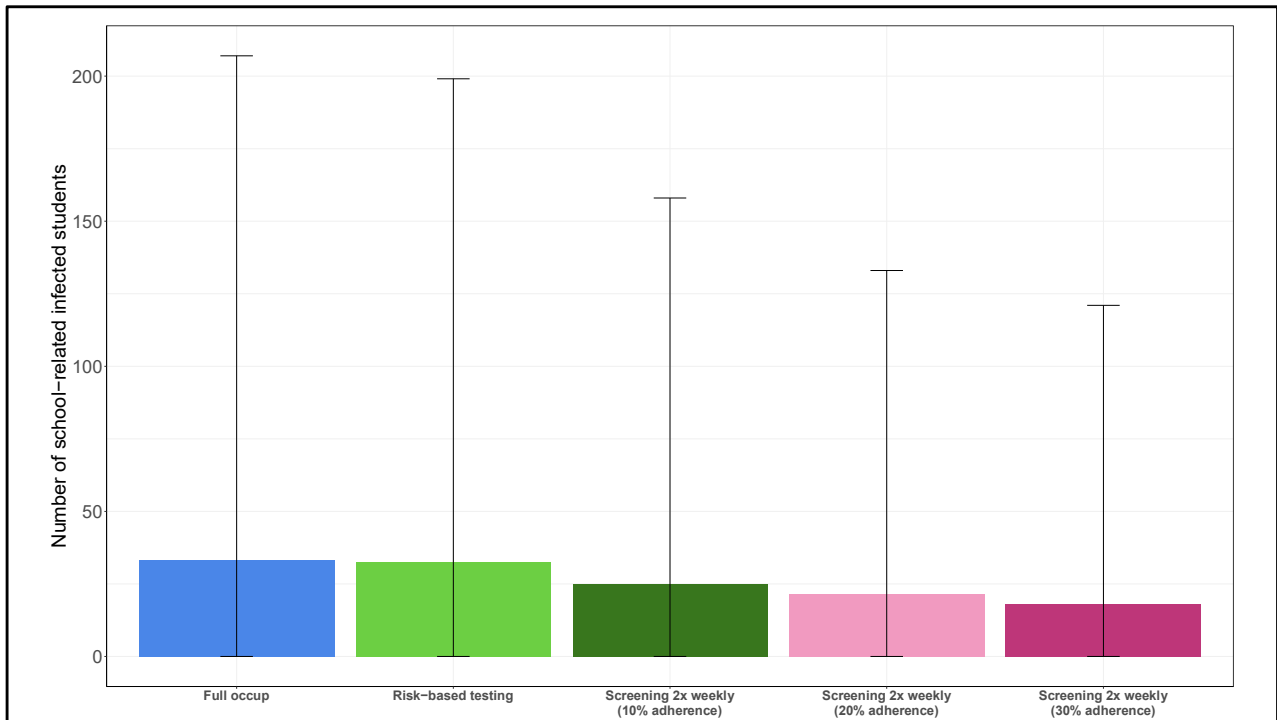
Hier nogmaals een samenvatting van de scenario's en aannames voor de basis-analyses met en zonder vaccinatie van leerlingen.



De figuur toont het aantal school-gerelateerde besmettingen voor leerlingen en docenten wanneer leerlingen niet gevaccineerd zouden zijn (docenten wel) voor verschillende test-strategieën. De resultaten van steeds 400 simulaties worden weergegeven met gemiddeld (balken), 95% waarschijnlijkheid sinter allen (dikke zwarte lijnen) en totale range van resultaten (dunne zwarte lijnen).

Als gevolg de toevoeging van aerosoltransmissie is er een grotere variatie in uitbraakgrootte t.o.v. eerdere analyses.

De uitbraakgrootte onder docenten is miniem in alle scenario's als gevolg van de hoge vaccinatiegraad en wordt in vervolgdia's niet meer getoond.



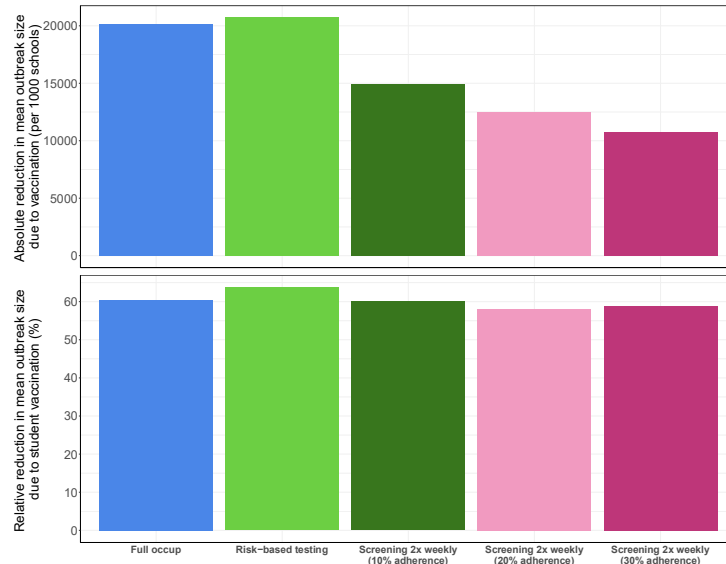
Zelfde resultaten maar nu enkel voor leerlingen.

Reopening with student vaccination

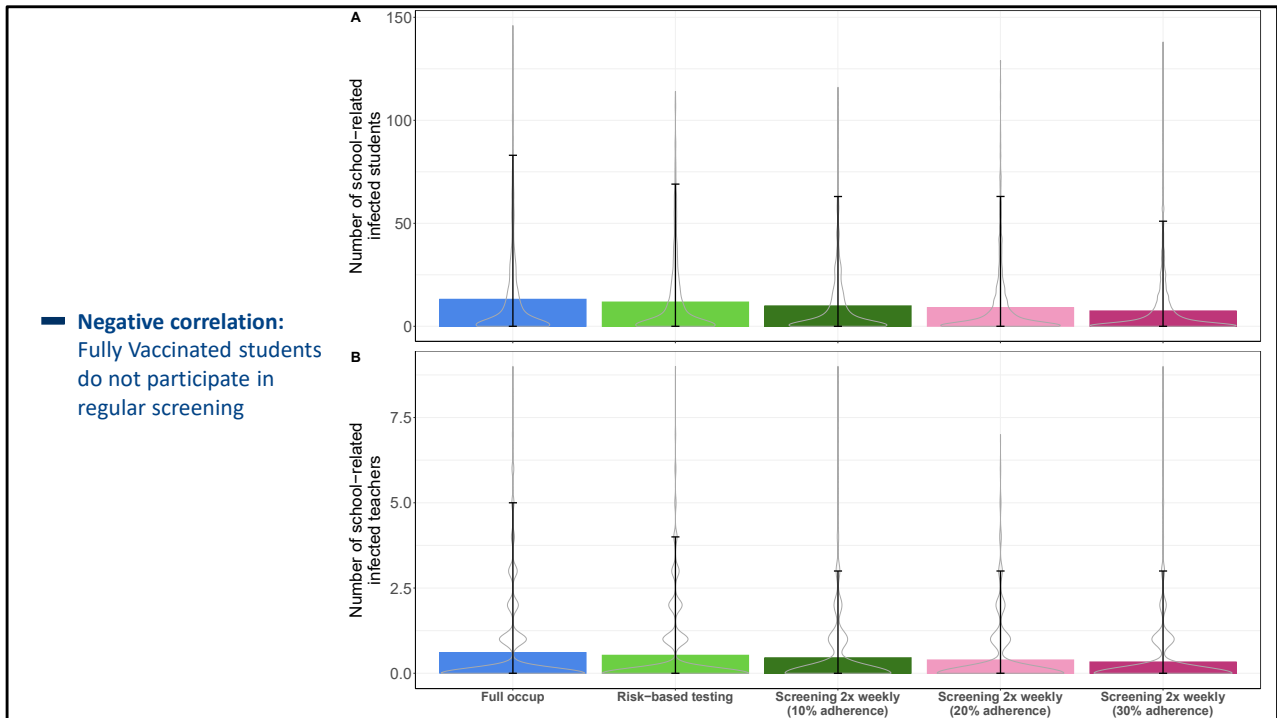
1st dose: 35%

2nd dose: 15%

Compare to reopening with student vaccination



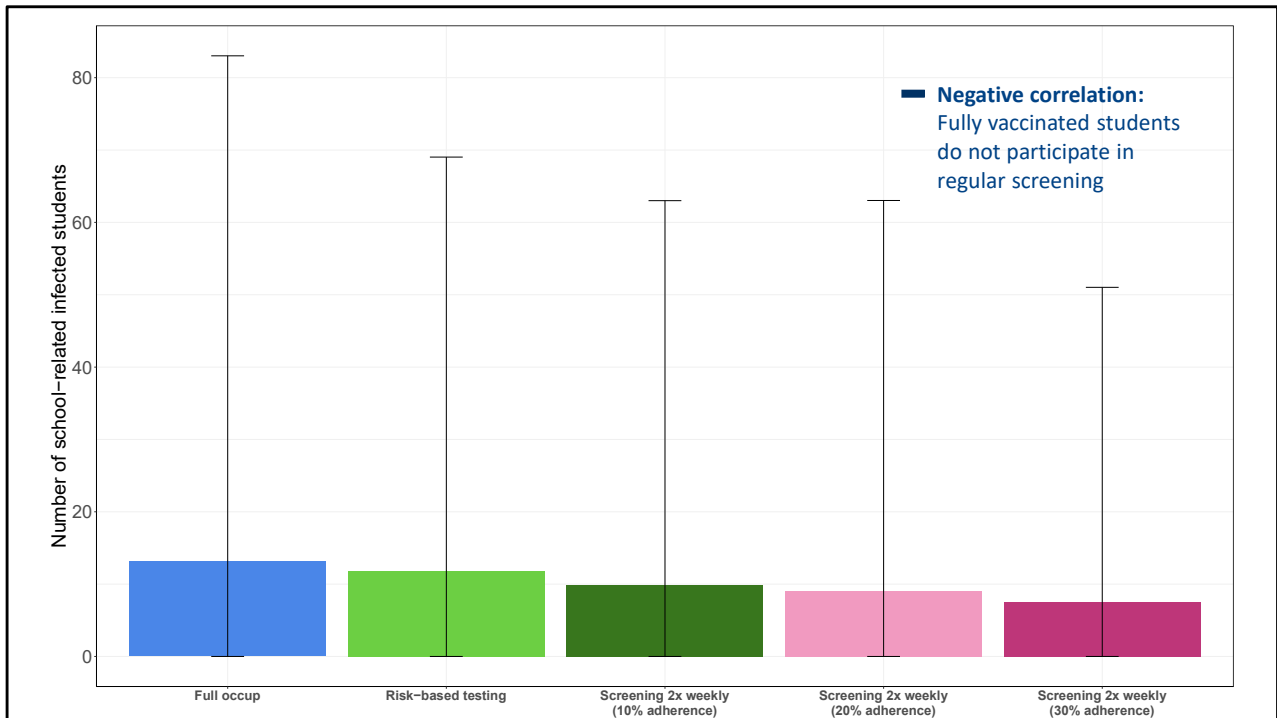
Met de vaccinatie graad (35/15%) onder leerlingen treedt een reductie van ca. 60% op in het aantal school gerelateerde infecties. In absolute aantallen is de reductie kleiner wanneer test strategieën worden toegevoegd aan scenario's met en zonder vaccinatie van leerlingen, maar in relatieve zin blijft de reductie als gevolg van vaccinatie voor de verschillende test strategieën gelijk.



De figuur toont het aantal school-gerelateerde besmettingen voor leerlingen en docenten wanneer (een deel van de) leerlingen gevaccineerd is voor verschillende test-strategieën. De resultaten van steeds 400 simulaties worden weergegeven met gemiddeld (balken), 95% waarschijnlijkheid sinter allen (dikke zwarte lijnen) en totale range van resultaten (dunne zwarte lijnen).

Als gevolg de toevoeging van aerosoltransmissie is er een grotere variatie in uitbraakgrootte t.o.v. eerdere analyses.

De uitbraakgrootte onder docenten is miniem in alle scenario's als gevolg van de hoge vaccinatiegraad en wordt in vervolgdia's niet meer getoond.



Screenen is in alle gevallen effectiever dan risicogericht testen, zelfs bij 10% deelname.

Gemiddelde waarden per school:

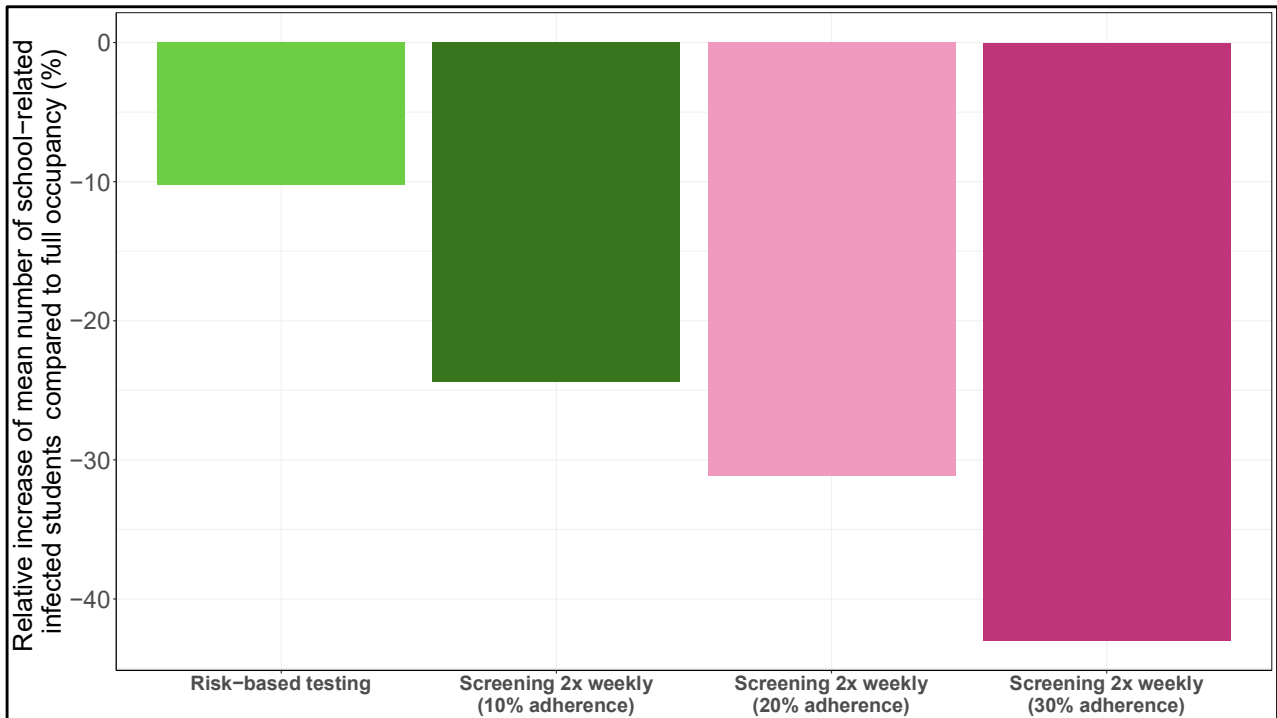
Full occupancy: 12.4

Risk-based testing: 11.9

Screening 10% adherence: 11.3

Screening 20% adherence: 8.7

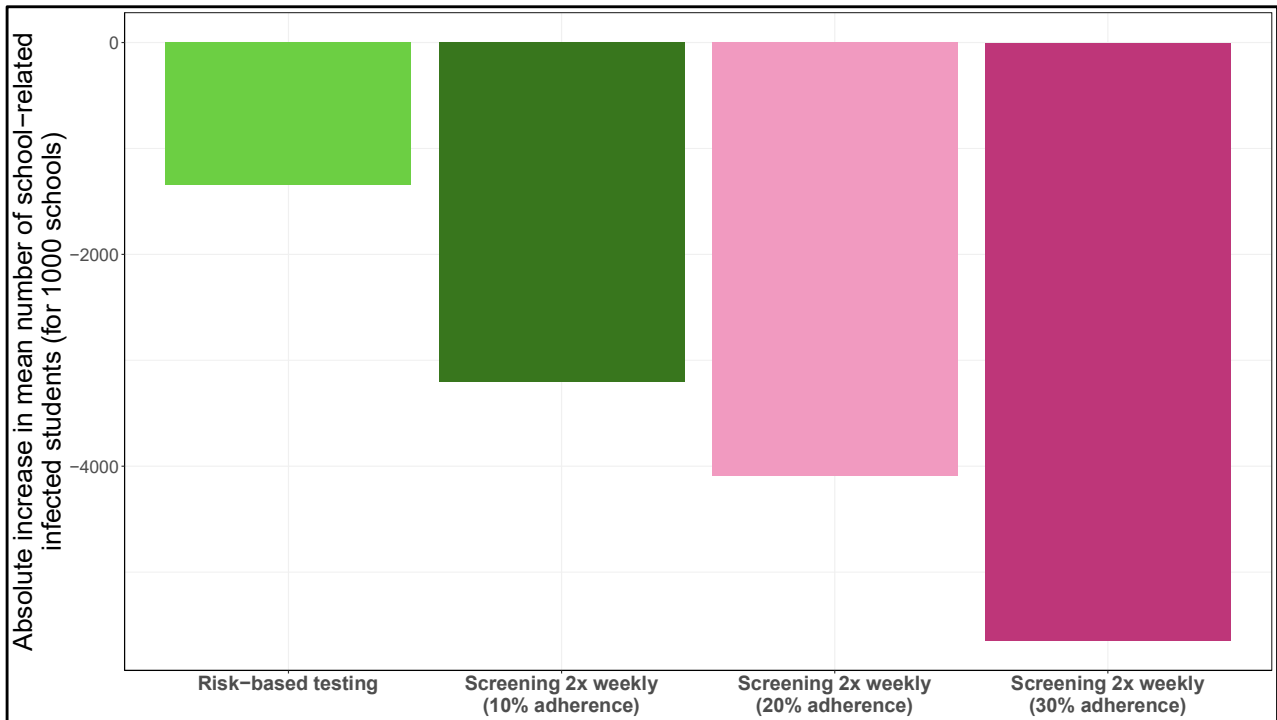
Screening 30% adherence: 7.8



Deze figuur toont de relatieve reductie in school-gerelateerde infecties van teststrategieën t.o.v. Full occupancy (zonder testen) in scenario met vaccinatie van leerlingen.

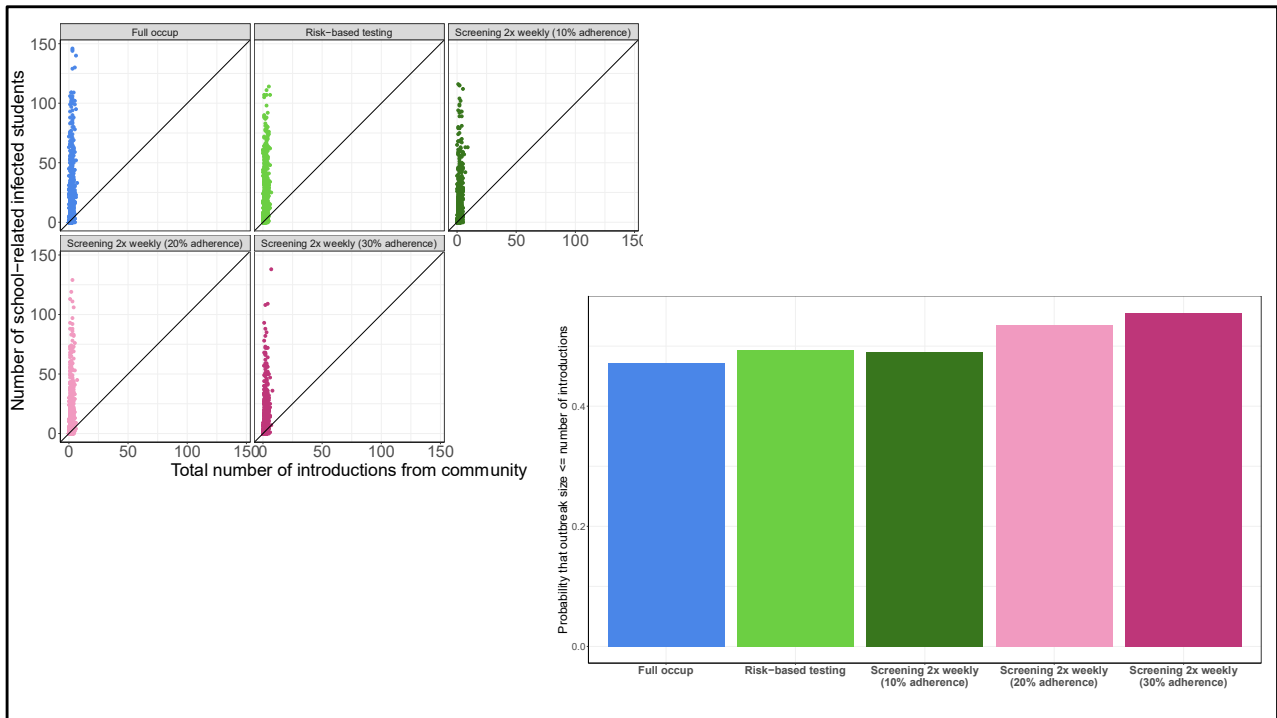
Risk-based testing reduceert de uitbraakgrootte, maar het effect is kleiner dan bij screenen.

Een mogelijke verklaring waarom risicogericht testen minder effectief is, is dat 1) dit alleen wordt ingezet na het opsporen van een symptomatische index, maar het percentage asymptomatisch gevallen hoog is onder adolescenten; en 2) klasgenoten worden alleen getest op de dag van het begin van de symptomen en kunnen naar school als de test negatief is. Als de transmissie recent was, zal deze test waarschijnlijk nog negatief zijn.

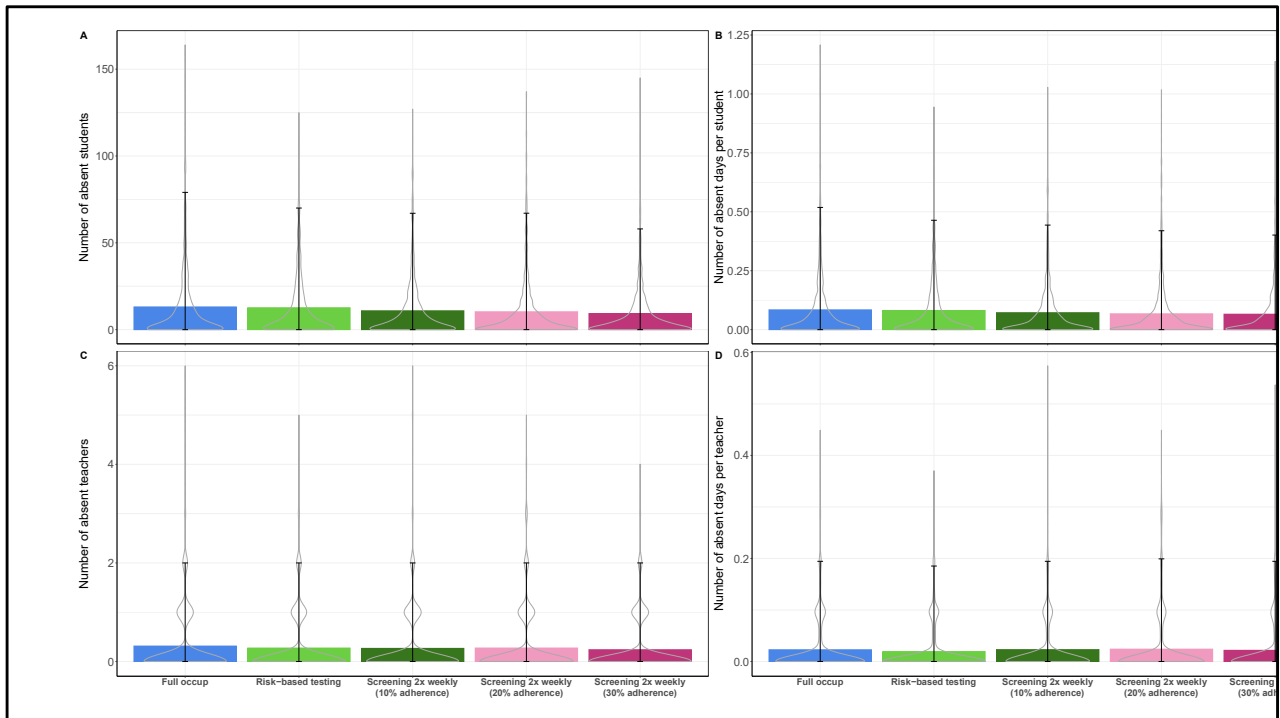


Deze figuur toont de absolute reductie in school-gerelateerde infecties van teststrategieën t.o.v. Full occupancy (zonder testen) in scenario met vaccinatie van leerlingen.

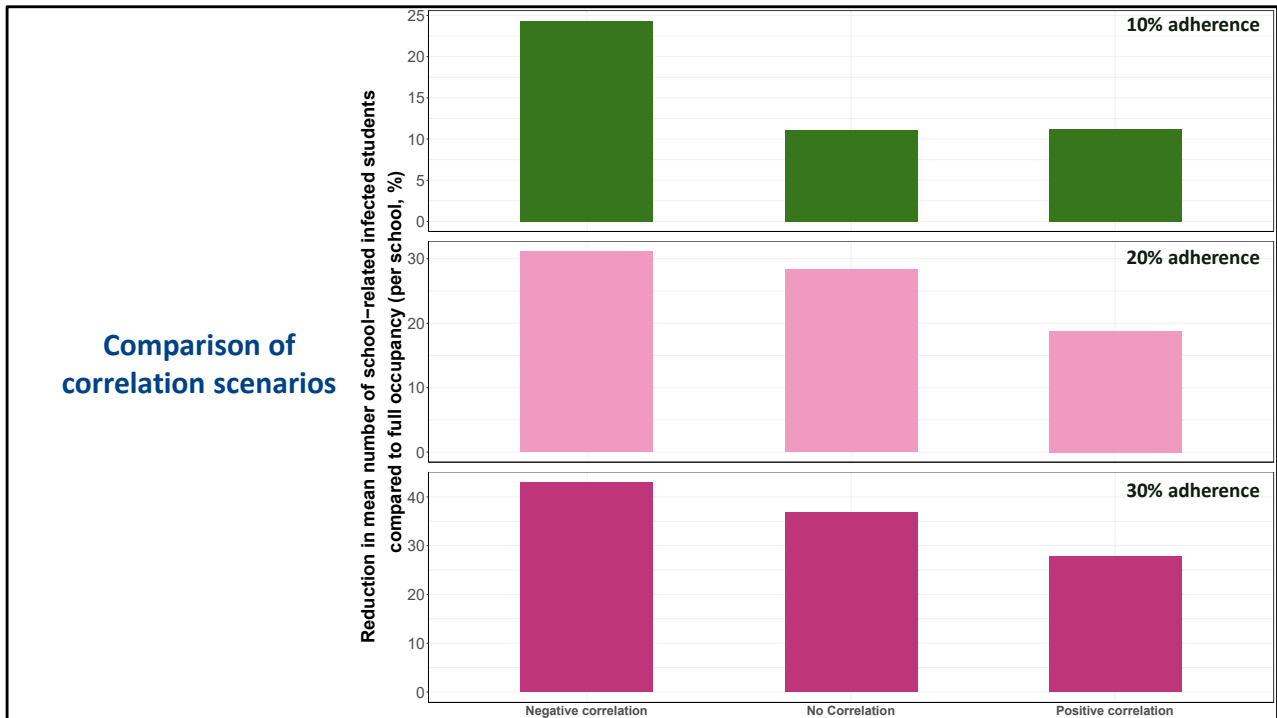
Risicogericht testen zal gemiddeld 1 schoolgerelateerde geïnfecteerde leerling per maand voorkomen.



Wanneer testen wordt ingezet, is het aantal simulaties waarin het aantal schoolgerelateerde infecties hoger ligt dan het aantal introducties in de school minder dan 50% (Figuur rechts). Wanneer de uitbraakgrootte wel het aantal introducties overschrijdt wordt de grootte ervan het meest gedempt door inzet van screening.



De figuren tonen de resultaten voor aantallen leerlingen absent en aantal dagen absent voor de verschillende test strategieën



Onderzocht is hoe de samenhang tussen vaccinatie en inzet van testen/testbereidheid het aantal school gerelateerde infecties beïnvloed bij inzet van screening (tov een scenario zonder testen). Negatieve correlatie leidt tot de hoogste reductie. Dit is een situatie waarbij niet-gevaccineerde leerlingen zich testen en gevaccineerde leerlingen niet.

De reductie in het bovenste paneel (bij 10% deelnamebereidheid) is het laagst bij geen correlatie, dit is te verklaren door stochastische effecten.

Vaccination and willingness to participate in screening

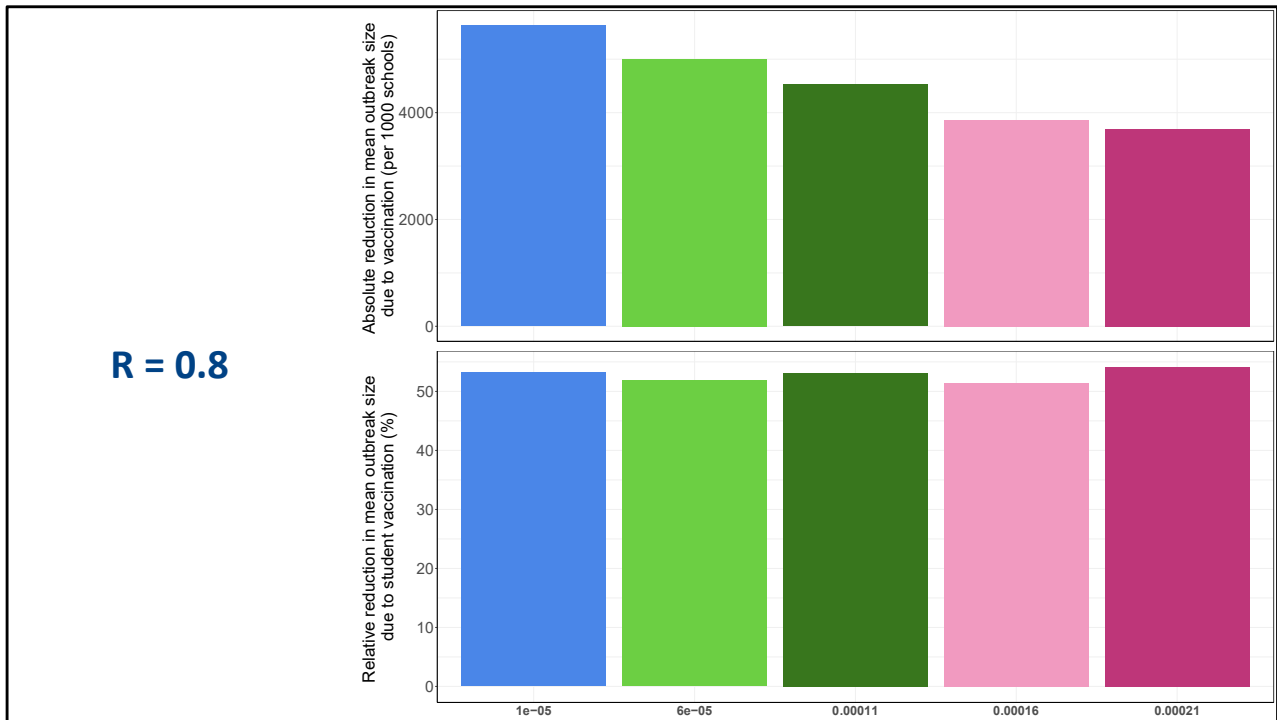
- Adherence in unvaccinated students is crucial
- Higher adherence in unvaccinated students leads to higher reductions in school-related infections

Sensitivity analyses

- Vary reproduction number
 - Relative effectiveness of testing strategies does not change (qualitatively) for lower and higher reproduction numbers ($R=0.8$, $R=1.4$)
 - Lower reduction compared to no vaccination scenario for lower reproduction number
- Simple aerosol transmission
 - Aerosol transmission every time infectious individual is in class room
 - Probability of transmission = 10% of “normal” contact
 - No qualitative difference
 - Smaller variations



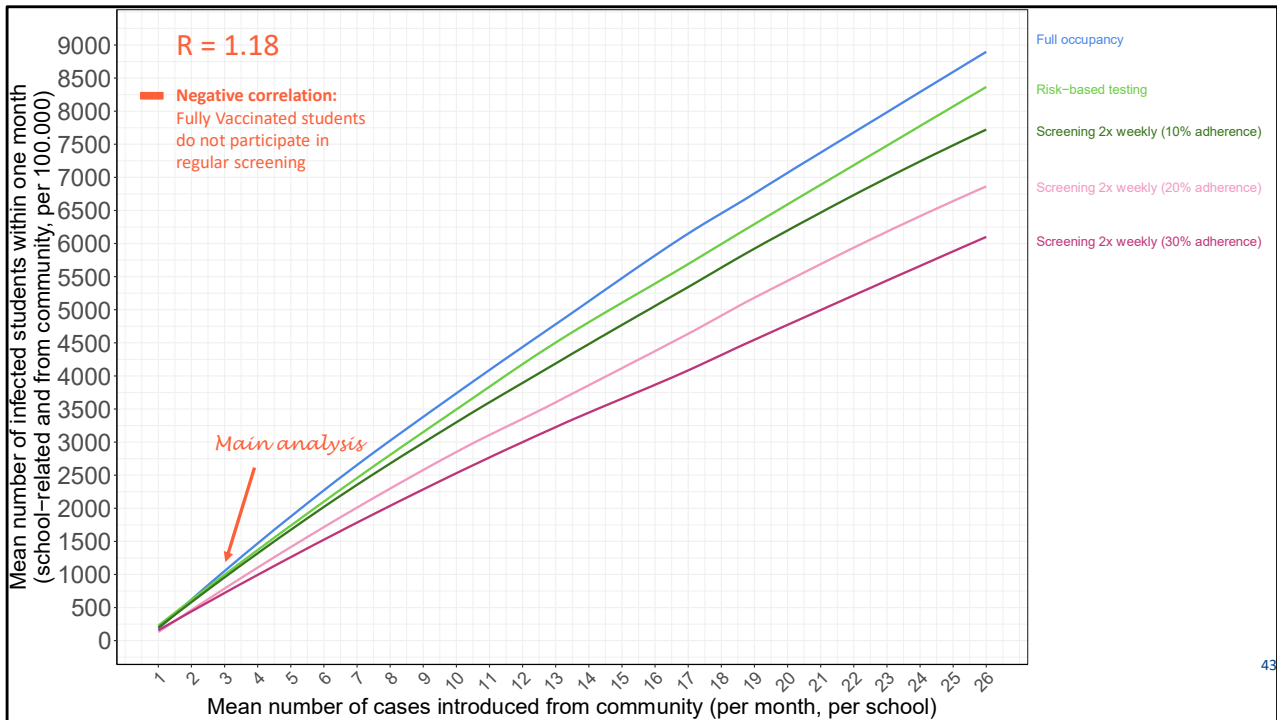
In sensitiviteitsanalyses hebben we de invloed van het variëren van enkele van de waardes in het model bekeken. De resultaten mbt relatieve effectiviteit van de verschillende test-strategieën verandert hierbij niet, i.e. screening is effectiever dan risico-gericht testen.



Bij een lagere R-getal is de relatieve reductie a.g.v vaccinatie van leerlingen rond 50% (ipv eerder 60%). Tussen de verschillende test strategieën verandert er niets in relatieve effectiviteit.

Vary introduction probability

- $R = 1.18$
- Screening with negative correlation between vaccination status and adherence



Deze figuur toont de resultaten voor aantallen infecties onder leerlingen wanneer het aantal introducties in school wordt gevarieerd tussen 1 en 26 per maand. Het aantal introducties is een maat voor de incidentie in de samenleving. De lijnen tonen dat de relatieve effectiviteit van verschillende test strategieën niet veranderd onderling, maar de absolute verschillen tussen strategieën nemen toe bij hogere aantallen introducties (i.e. hogere incidentie in de samenleving). De y-as toont in deze figuur niet enkel de school-gerelateerde infecties onder leerlingen, maar het totaal aantal besmettingen in de leeftijdsgroep per 100.000 personen. Voor deze resultaten is uitgegaan van screening onder ongevaccineerde leerlingen en een R-getal van 1.18. Voorbeeld:

3 introducties uit community (zoals gebruikt in hoofdanalyse) leidt tot 980/100.000 infecties bij leerlingen (schoolgerelateerd + vanuit community) na 1 maand. Dit komt neer op

310/100.000 infecties bij studenten per week. Het aantal gerapporteerde infecties zoals vermeld in de week rapportages van het RIVM ligt ongeveer 50% lager (naar schatting slechts 50% van de infecties wordt gedetecteerd en gemeld)

In de week rapportages komt deze situatie daarom overeen met een gemelde incidentie van rond de 155/100.000 positief getesten in de leeftijdsgroep.

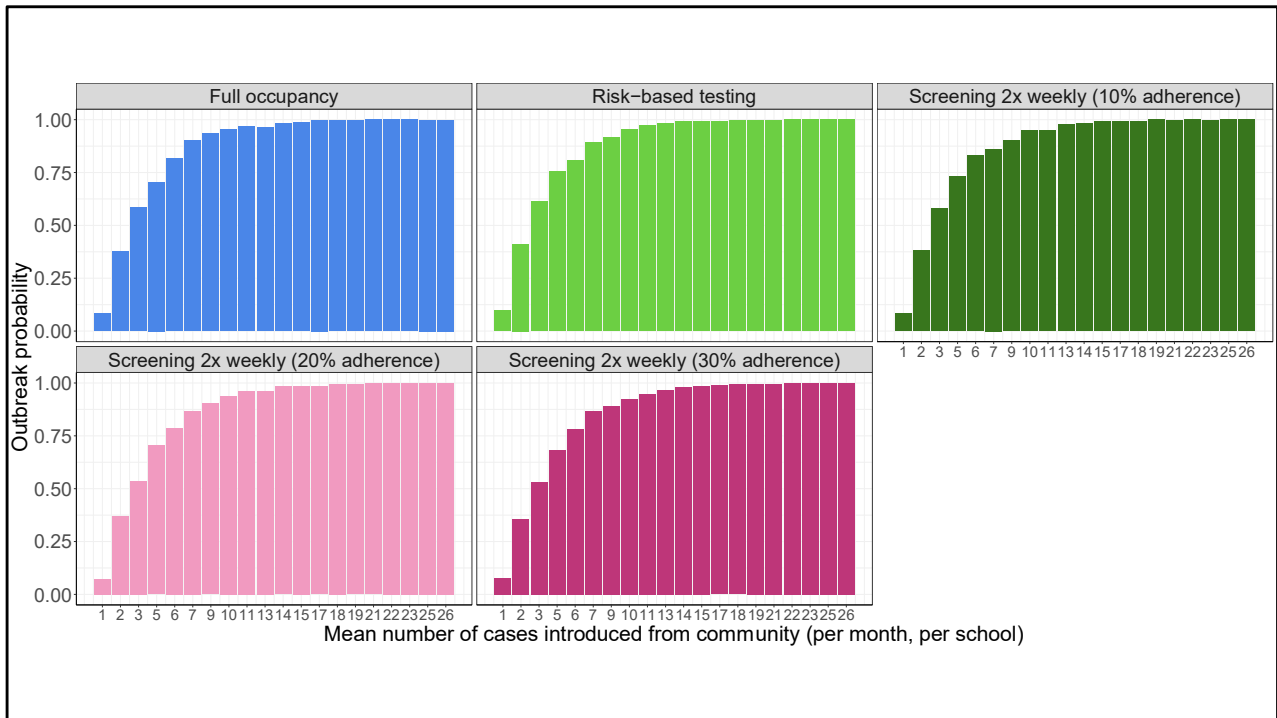
Vary introduction probability

- The lower introduction probability from community, the lower the outbreak size
- Relative impact of interventions does not change
- Risk-based testing similar to Screening at 10% adherence for low introduction risks

'Cost-effectiveness' of screening

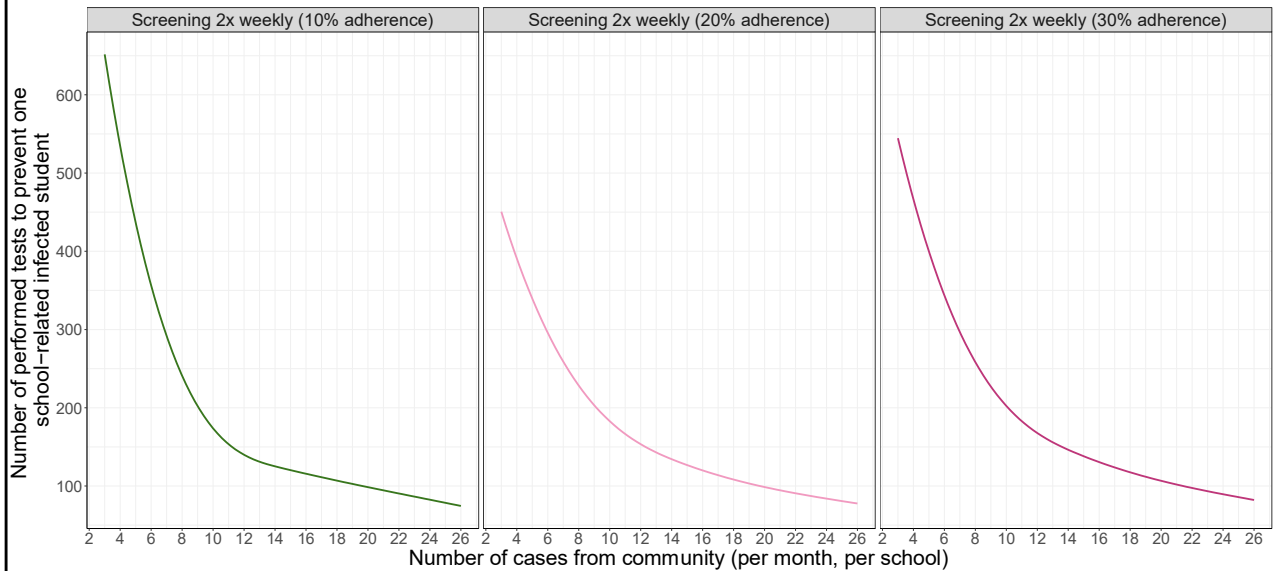
- **Outcomes:**

- Probability that number of school-related infected students $>$ number of introductions from community
- Number of tests to prevent one school-related infected student



Deze figuur toont de kans dat het aantal school-gerelateerde infecties groter is dan het aantal introducties. In een dergelijke situatie heeft de school een 'vliegwieleffect' op de epidemie. De kans hierop neemt sterk toe met het aantal introducties in de school. Met andere woorden, bij lage incidenties is het effect van scholen op de epidemie als geheel beperkt, maar bij hoge incidenties neemt dit effect toe.

Number of performed tests to prevent one school-related case Compared to full occupancy



Deze figuur toont de doelmatigheid van screening. Het aantal testen dat moet worden ingezet om 1 school-gerelateerde infectie te voorkomen. Dit aantal neemt af bij hogere incidentie; de doelmatigheid van screenen neemt dan toe.

Conclusion: Testing in combination with vaccination

- Approx. 60% reduction in school-related infections among students due to student vaccination (1st dose: 35%, 2nd dose: 15%)
 - High reduction due to assumed within-school $R=1.18$ → vaccination is able to reduce below 1 where outbreak sizes will be much lower
 - Lower reduction is within-school R is lower
- Screening more effective than risk-based testing
- Screening at 10% adherence also more effective if adherence in unvaccinated students
- Risk-based testing can also lead to reductions in school-related infections
- Risk-based testing comparable to screening at 10% adherence for very low introduction risks from community

Reasons why risk-based testing is less effective

- Risk-based testing is only a reaction to symptomatic index cases
- High proportion of non-symptomatic infections especially among students
- Classmates and other contacts are only tested on day of symptom onset of index case → sensitivity of test will be still low if contact was recent

Results for other school sizes

- Results probably comparable
- Results are expected to be more sensitive if contact network structure changes in different sized schools

Limitations

- **Constant introduction probability**
- **No reinfection**
- **Uncertainty around reduced susceptibility to infection due to vaccination**

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!