



**TNO** innovation  
for life

**SIMULATIE VOOR CRISISBEHEERSING**  
USE CASE: COVID-19, MAATREGELEN EN NALEVING |

(10)(2e)

(10)(2e)

(10)(2e)

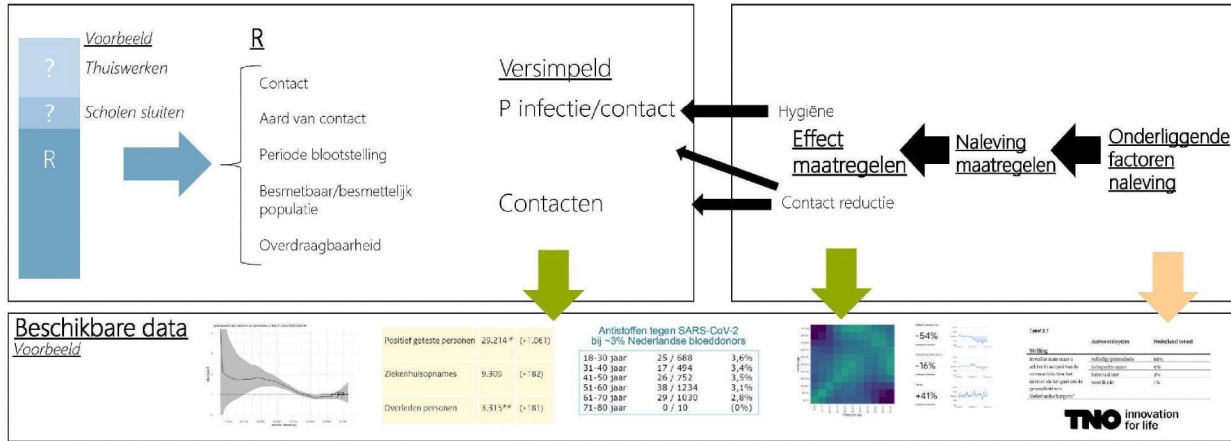
TNO.NL

## › MODELLERING IMPACT EN NALEVING MAATREGELEN

- › 'Proof-of-concept'
  - › Onderzoek naar de mogelijkheid van een generiek simulatieplatform waarmee data-gedreven prognoses gemaakt kunnen worden voor het verloop van een crisis
  
- › Naleving geselecteerd als eerste verdieping
- › Koppeling naar COVID verspreidingsmodel Van Wees et al.
  
- › Naleving
  - › Eerder signaleren trend (ten opzichte van ziekenhuisopname)
  - › Verkleinen onzekerheid (naleving is nu grote bron van onzekerheid in simulatie Van Wees et al.
  - › Impact (afbouw) maatregelen en naleving is een belangrijke driver voor beslissingen.

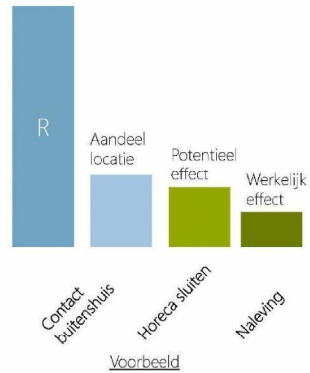
# DILEMMA MODELLERING

- › Bijdrage maatregelen aan R onbekend
- › R is een afgeleide, een container, met veel onderliggende factoren
- › Versimpeling is mogelijk (P, Contact) maar mengt ook effect van maatregelen.
- › Maatregelen beïnvloeden R0 op verschillende wijze
- › Potentieel effect en effect van naleving maatregelen zijn niet te onderscheiden
- › We observeren alleen indirect het gedrag van mensen
- › Weinig data, en niet frequent, over onderliggende factoren van gedrag



## › AANPAK

- › Contacten bepalen pre-corona
- › Locatie van contacten
- › Besmettingskans per contact per locatie
- › Per (set van) maatregelen
  - › Maximaal effect %
  - › Naleving %
- › Validatie door fit op
  - › Gerapporteerde contacten
  - › Gerapporteerde R
  - › Ziekenhuisopnames
  - › Enquête
  - › Mobiliteit



## CONTACTEN BEPALEN PRE-CORONA

› Data

- › Contact matrix (RIVM, 2<sup>e</sup> kamer briefing)

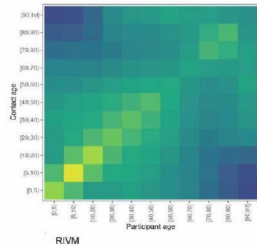
Leeftijden

- › Verdeling contacten over locaties (obv. Prem et al., 2017)

Thuis, Werk, School, Overig

- › Besmettingskans (afgeleid van R0, RIVM)

Locatie, Leeftijd



		Thuis									
		90-inf	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	00-10
90-inf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,41	0,13	0,64	0,58	0,46
80-90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70-80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60-70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50-60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40-50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30-40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20-30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10-20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
00-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

		Werk									
		90-inf	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	00-10
90-inf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80-90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70-80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60-70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50-60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40-50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30-40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20-30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10-20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
00-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

		School									
		90-inf	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	00-10
90-inf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80-90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70-80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60-70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50-60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40-50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30-40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20-30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10-20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
00-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

		Overig									
		90-inf	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	00-10
90-inf	0,12	0,23	0,45	1,00	1,01	0,88	1,30	0,75	0,58	0,54	
80-90	0,22	0,25	0,45	0,86	0,61	0,63	1,23	1,11	1,53	0,58	
70-80	0,35	0,34	0,36	0,71	0,56	0,55	1,30	1,45	0,96	0,64	
60-70	0,60	0,42	0,35	0,65	0,54	0,92	0,92	1,30	0,13	0,13	
50-60	0,38	0,40	0,38	0,58	0,38	0,61	0,92	0,55	0,29	0,41	
40-50	0,43	0,46	0,43	0,94	0,87	0,38	0,64	0,56	0,01	0,02	
30-40	0,47	0,71	1,18	1,50	0,94	0,58	0,65	0,71	0,86	1,00	
20-30	1,01	1,01	1,44	1,18	0,43	0,38	0,35	0,36	0,45	0,45	
10-20	1,78	1,78	1,01	0,71	0,46	0,40	0,42	0,34	0,25	0,23	
00-10	3,08	1,78	1,01	0,47	0,43	0,38	0,60	0,35	0,22	0,12	

		Thuis									
		90-inf	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	00-10
90-inf	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
80-90	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
70-80	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
60-70	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
50-60	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
40-50	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
30-40	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
20-30	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
10-20	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
00-10	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%

		Werk									
		90-inf	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	00-10
90-inf	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
80-90	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
70-80	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
60-70	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
50-60	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
40-50	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
30-40	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
20-30	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
10-20	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
00-10	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%

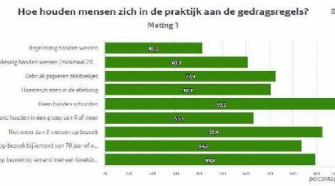
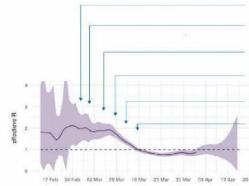
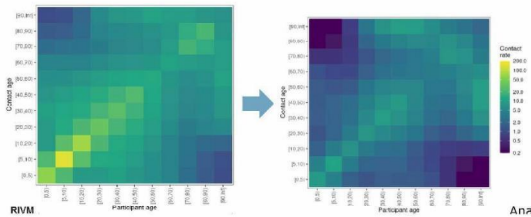
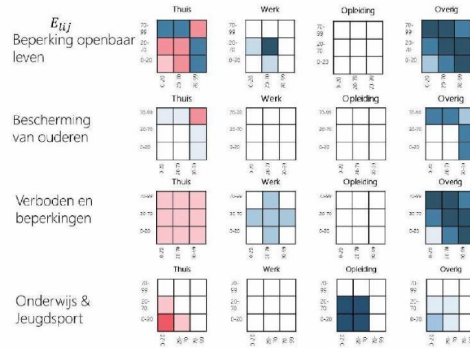
		School									
		90-inf	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	00-10
90-inf	0%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
80-90	0%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
70-80	0%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
60-70	0%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
50-60	0%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
40-50	0%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
30-40	0%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
20-30	0%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
10-20	0%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
00-10	0%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%

		Overig									
		90-inf	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	00-10
90-inf	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
80-90	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
70-80	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
60-70	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
50-60	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
40-50	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
30-40	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
20-30	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
10-20	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
00-10	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%

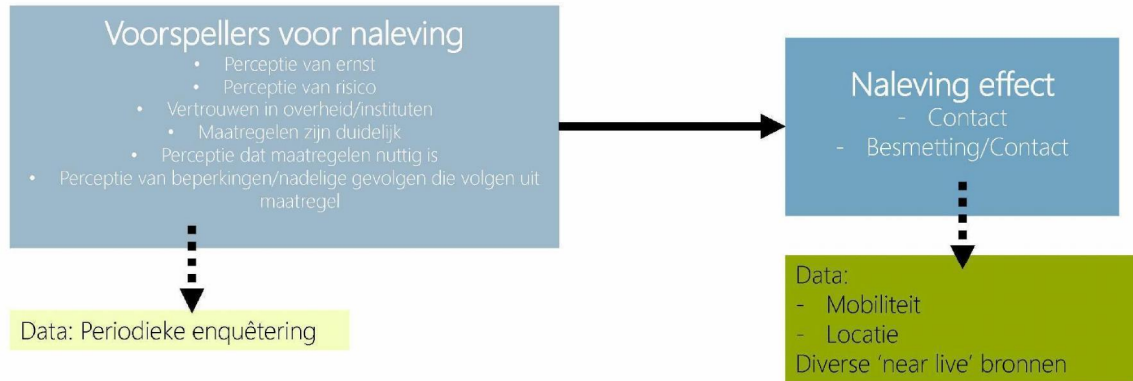
## MAXIMAAL EFFECT MAATREGELEN

- › Gemodelleerd als reductie van effectieve contacten (inc. onzekerheid)
- › Rekening houdend met verplaatsingseffecten
- › Meest waarschijnlijke waarden afgestemd op contactmatrix en  $R_e$  (RIVM)
- › Maatregelen (Contact reductie)
  - › Beperking openbaar leven
  - › Bescherming van ouderen
  - › Verboden en beperkingen
  - › Onderwijs & Jeugdsport
- › Gezondheidsadviezen (Hygiëne)



## › NALEVING

- › Inmiddels een aantal metingen van voorspellers beschikbaar
- › 'Near realtime' data over gedrag beschikbaar

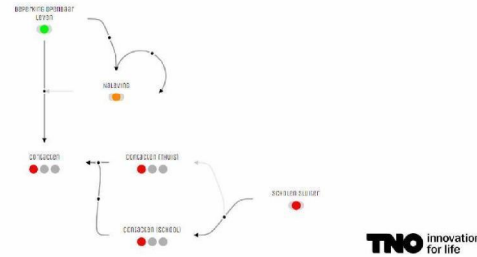
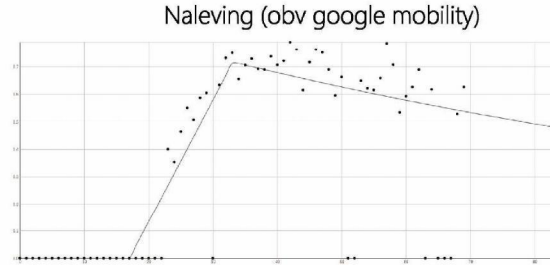
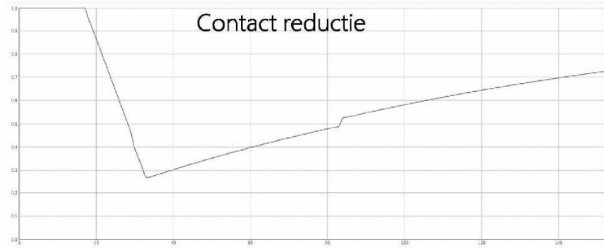


Oa. Taylor, S. (2019). *The Psychology of Pandemics: Preparing for the Next Global Outbreak of Infectious Disease*. Cambridge Scholars Publishing.



› **SIMULATIE**

MAATREGELEN, NALEIVING, BESMETTING, ZIEKENHUISBEZETTING





› **BEDANKT VOOR**  
UW AANDACHT

**TNO** innovation  
for life

(10)(2e)

**TNO.NL**

## NALEVING MAATREGELEN

### MONITORING VAN GEDRAG

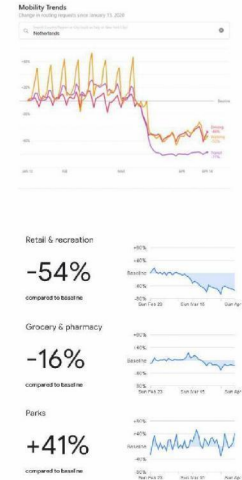
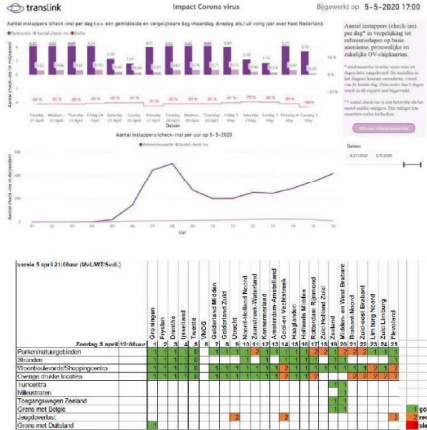
Diverse (open source) databronnen zijn (*near realtime*) beschikbaar

#### Mobiliteit

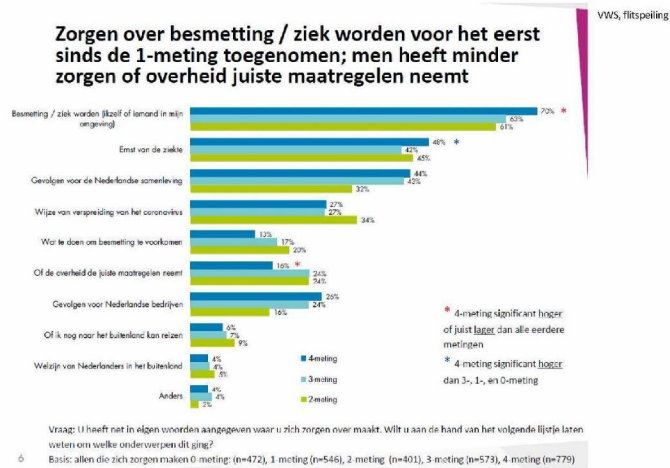
- › OV gebruik: [CBS/Translink](#)
- › Verkeerslussen (weg en fiets): [NDW](#)
- › Reis [Apple](#) [Facebook](#) ([US](#))

#### Locatie / Activiteit

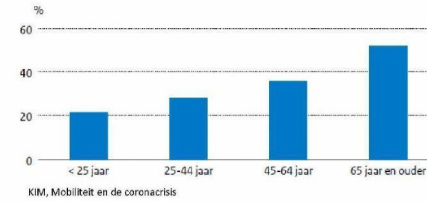
- › Locatie [Facebook](#) [Google mobility](#)
- › Druktemonitor veiligheidsregio's (LCMS)
- › [Strava](#)
- › Consumptie (Pin transacties) [ING](#)



## VOORBEELD BESCHIKBARE DATA ONDERLIGGENDE FACTOREN



Figuur 32: Percentage mensen dat bang is voor besmetting met het coronavirus naar leeftijd



## › BELANGRIJKSTE MAATREGELLEN

- › **M1 Beperking openbaar leven (Specifieke maatregel)**
  - › Blijf zoveel mogelijk thuis
  - › Ga alleen naar buiten als dat nodig is voor werk wanneer u niet thuis kunt werken, voor boodschappen, een frisse neus of om iets voor een ander te doen
  - › Ga alleen naar buiten als dat nodig is
  - › Gebruik het openbaar vervoer alleen als het echt niet anders kan. Openbaar vervoer is geen uitje.
- › **M2 Bescherming van ouderen (Specifieke maatregel)**
  - › Verpleeghuizen zijn gesloten voor bezoek
  - › Wijs bij zelfstandig wonende ouderen (70-plussers) één of twee vaste personen aan die de oudere met enige regelmaat blijven bezoeken
  - › Mensen die ernstiger ziek kunnen worden van het coronavirus zijn mensen van 70 jaar en ouder en mensen met een onderliggende aandoening. Behoort u tot deze groep? Blijf thuis, ontvang zo min mogelijk bezoek
- › **M3 Verboden en beperkingen (Specifieke maatregel)**
  - › Het verbod op vergunnings- en meldplichtige evenementen
  - › Bioscopen, theaters, concertzalen, bibliotheken, musea en erfgoed met een publieksfunctie blijven gesloten
  - › Ook culturele activiteiten, zoals voorstellingen, tentoonstellingen en concerten zijn verboden
  - › Uitvaarten en huwelijksvoltrekkingen kunnen doorgaan als er maximaal 30 personen bij elkaar zijn
  - › Religieuze en levensbeschouwelijke bijeenkomsten vinden bij voorkeur online plaats
  - › Alle eet- en drinkgelegenheden zijn gesloten
  - › Gesloten zijn ook: sportverenigingen, sport- en fitnessclubs, sauna's, casino's, speelhallen, seksinrichtingen.
  - › Het uitoefenen van alle vormen van contactberoepen is verboden
- › **M4 Onderwijs (Specifieke maatregel)**
  - › Scholen in het basisonderwijs, inclusief het speciaal (basis)onderwijs, de dag- en gastouderopvang openen op 11 mei hun deuren
  - › Scholen in het voortgezet (speciaal) onderwijs blijven gesloten
- › **A1 Maatregel 'Gezondheidsadviezen' (Algemene maatregel)**
  - › Was uw handen
  - › Hoest en nies in de binnenkant van uw elleboog handen
  - › Gebruik papieren zakdoekjes om uw neus te snuiten en gooi deze daarna weg
  - › Schud geen handen
  - › Houd 1,5 meter afstand (2 armlengtes) van anderen
  - › Winkels en het openbaar vervoer nemen maatregelen om ervoor te zorgen dat mensen afstand houden, bijvoorbeeld via een deurbeleid en afspraken over reizigersgedrag.