



Resultaten pilot TU Delft

Onderwijs op locatie tijdens de coronapandemie

Dr. ir. Sascha Hoogendoorn-Lanser
Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn

 **TU Delft** Delft
University of
Technology

 **MICO**
Mobility Innovation Centre Delft

Resultaten pilot TU Delft

**Onderwijs op locatie
tijdens de coronapandemie**

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
1. De opdracht van OCW	6
2. Onze aanpak: monitoren binnen de poorten	10
3. Wat is er nog meer mogelijk met onze data?	18
4. Alle lessen van de pilot	28
Colofon	38



Voorwoord

Eind januari 2021 kreeg ik een telefoontje van het College van Bestuur van de TU Delft. Of ik voor het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) een pilot wilde trekken voor het zo veilig mogelijk heropenen van het middelbaar en hoger onderwijs.

Ik heb geen moment getwijfeld. De coronaperiode is voor veel studenten zwaar geweest. Eerst en vooral in *mentaal* opzicht: verplicht vanuit huis studeren is niet wat je wil als student. Maar ook omdat online onderwijs niet altijd dezelfde kwaliteit biedt als onderwijs op locatie. Ook de onderwijsinstellingen benadrukken het belang van de lijfelijke aanwezigheid van studenten, al was het maar om tentamineren zo eerlijk mogelijk te laten plaatsvinden. Dus ja, aan een pilot om het onderwijs te heropenen werkte ik graag mee.

Onze TU Delft-pilot was een van in totaal acht pilots in opdracht van OCW. In het wekelijkse voortgangsoverleg met m'n collega-projectleiders voelde ik me soms een buitenbeentje. De meeste pilots hadden een medische insteek, terwijl wij vanuit de TU Delft een meer technische en gedragsgeoriënteerde aanpak hadden. Tegelijkertijd geloofde ik dat we daarmee juist een belangrijke bijdrage zouden kunnen leveren.

Ik heb als projectleider de mooiste rol gehad die je in een project kan hebben. M'n taken varieerden van het schrijven van ons voorstel tot het samenstellen van een onderzoeksteam en het aanhaken van bedrijven. Samen met een onderwijsinstelling heb ik de knelpunten en de oplossingen bepaald. We hebben gekeken hoe je mensen bij een project betrokken houdt. En dan waren er die praktische zaken, zoals het in alle vroegte



ophangen van monitoringapparatuur. Variatie genoeg dus – het project heeft een flink beroep gedaan op mijn improvisatievermogen en creativiteit. Ik leerde ook nieuwe collega's kennen met wie ik zeker vaker zal samenwerken.

Wat me echter het meest is bijgebleven, is het applaus dat we kregen van studenten toen we de eerste keer binnenkwamen bij de Dutch Academy of Performing Arts, DAPA, in Den Haag. Hun dankbaarheid benadrukte het belang van het werk dat

we doen. Studenten horen op de campus, op school, op de universiteit: op de plek waar ze het beste kunnen studeren en samenwerken.

Ik hoop van harte dat dit onderzoek daaraan kan bijdragen.

Dr. ir. Sascha Hoogendoorn
september 2021

1

De opdracht van OCW

Acht regionale consortia hebben in opdracht van het ministerie van OCW onderzocht hoe het middelbaar en hoger onderwijs tijdens en ondanks de coronapandemie zo veilig mogelijk open kan. TU Delft was de trekker van een pilot met een meer *technologische* insteek.



Resultaten pilot TU Delft

Onderwijs op locatie tijdens de coronapandemie

COVID-19 heeft een enorme impact gehad op ons dagelijks leven. De maatregelen om de verspreiding van het corona-virus te beperken, waren voor niemand makkelijk, maar voor studenten misschien wel éxtra zwaar. Zij hebben een grote behoefte om fysiek samen te komen, om medestudenten en docenten te ontmoeten. Ook is online onderwijs meestal een *second best*, hoe hard scholen, hbo's en universiteiten ook aan de kwaliteit van online onderwijs trekken.

Begin 2021 vroeg het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) daarom aan acht consortia van middelbaar en hoger onderwijs om pilots op te zetten voor een zo veilig mogelijke heropening van het onderwijs. Het doel: helder krijgen wat er op het gebied van zelftesten en aanvullende maatregelen nodig is. De planning: duidelijkheid scheppen vóór

de start van het academische jaar 2021/2022. OCW stelde de TU Delft aan als trekker van een van deze acht pilots.

Uiteraard was het OCW niet alleen te doen om het 2021/2022-jaar. Veel specialisten zijn het erover eens dat we voorlopig niet van corona af zijn. En al is corona van het toneel verdwenen, dan kan er zo een andere pandemie de kop opsteken. In onze TU Delft-pilot zijn we dan ook uitgegaan van de iets bredere vraag: wat kunnen we nú leren om een vergelijkbare crisis de volgende keer sneller en beter het hoofd te bieden? Hoe worden we meer *resilient*? We hebben dus bewust verder gekeken dan de start van het 2021/2022-jaar en hebben ook onderzocht wat interessante oplossingsrichtingen zijn om na de pilot op door te gaan.



Focus op techniek

Bij de meeste pilots die OCW had laten opzetten, stonden de (zelf-)teststrategieën centraal. Dat testen had ook in onze pilot een belangrijke plek: je kan het virus daarmee buiten de poort van de onderwijsinstelling houden. Maar we hebben daarnaast *technologie* ingezet om risico's ook binnen de poort

zo klein mogelijk te houden. We hebben bijvoorbeeld een monitoringaanpak ontwikkeld om risicovolle interacties – situaties waar mensen te lang op minder dan anderhalve meter afstand van elkaar zijn geweest – te signaleren. Ook hebben we maatregelen ontwikkeld en getoetst om de gesignaleerde problemen aan te pakken, bijvoorbeeld met een aangepast vloerplan en 'bubbelconcepten'.

Deze technologische insteek past niet alleen bij de signatuur van de TU Delft, maar heeft ook een nadrukkelijke meerwaarde. Een te grote focus op alleen testen gaat voorbij aan de nadelen ervan: testen kan nooit verplicht worden en het is ook niet toegestaan een uitslag op te vragen. Je kan dus nooit garanderen dat je met testen het virus volledig buiten de poort houdt.

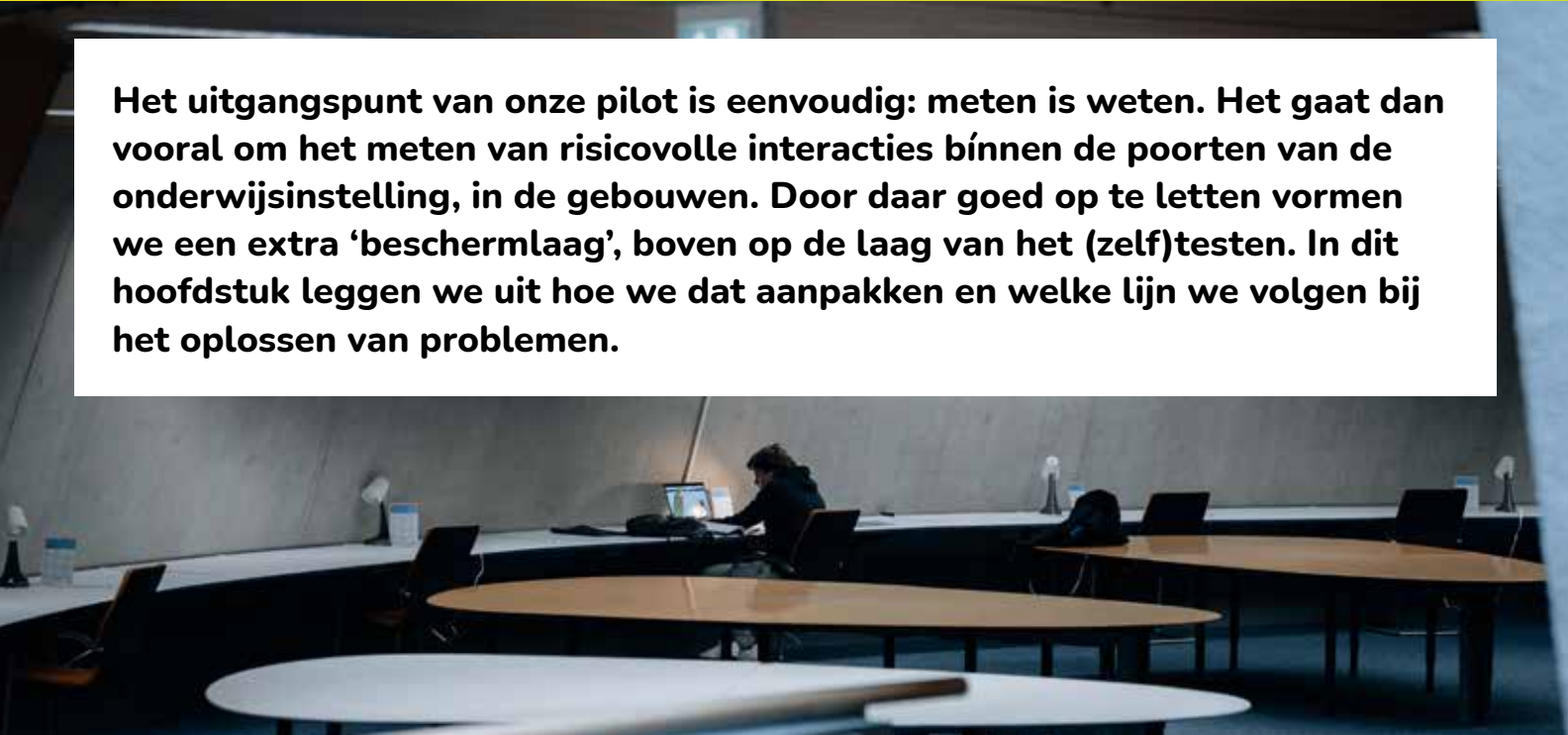
In de volgende hoofdstukken beschrijven we onze aanpak en de ervaringen daarmee. Ook delen we enkele lessen.



2

Onze aanpak: monitoren binnen de poorten

Het uitgangspunt van onze pilot is eenvoudig: meten is weten. Het gaat dan vooral om het meten van risicovolle interacties binnen de poorten van de onderwijsinstelling, in de gebouwen. Door daar goed op te letten vormen we een extra 'beschermlaag', boven op de laag van het (zelf)testen. In dit hoofdstuk leggen we uit hoe we dat aanpakken en welke lijn we volgen bij het oplossen van problemen.



Resultaten pilot TU Delft

Onderwijs op locatie tijdens de coronapandemie

Een belangrijk doel van ons project was leren en ervaring opdoen. Daarom hebben we niet slechts op een enkele locatie getest, maar op zeven verschillende locaties. De keuze voor deze locaties is zo gemaakt dat we onze aanpak goed en breed konden beproeven. We hebben bijvoorbeeld gevarieerd met type onderwijs (tentamen, zelfstudie of praktijkonderwijs), soort onderwijsinstelling (universitair, hbo of mbo), teststrategie (PCR, begeleide en onbegeleide zelftesten) en toegepaste maatregelen.

In al deze locaties hebben we een monitoringsysteem opgezet en beproefd waarmee we scherp in beeld brengen waar en wanneer mensen té dicht bij elkaar komen. Volgens experts is te weinig afstand houden (drukke) immers een belangrijke 'besmettingsfactor'. Ook de studenten zelf waren zich daar

goed van bewust, zo bleek uit ons voorbereidend onderzoek: in open interviews over mogelijke coronamaatregelen op de campus, noemden TU Delft-studenten 'afstand houden' het vaakst. Voor ons was dat een extra motivatie om in de pilot juist op dat aspect te focussen.

Uit hetzelfde voorbereidende onderzoek bleek trouwens ook dat onder (TU Delft-) studenten de bereidheid om op corona te testen – de basisbeschermlaag – op voorhand goed was en de bereidheid om monitoringsystemen te gebruiken *redelijk goed*. Zie ook figuur 4 en 5 op pagina 17.



Bakens, polsbandjes en een app

Om een monitoringsysteem samen te stellen dat aan onze specifieke eisen kon voldoen, hebben we de samenwerking gezocht met het bedrijfsleven. Voor het meten van risicovolle interacties tussen mensen viel onze keuze op de oplossing van de Noorse startup Forkbeard, die werkt met bakens, een smartphone-app en polsbandjes. Deze oplossing was nog in de ontwikkelfase, dus het systeem heeft mede in onze pilot vorm gekregen.

Figuur 1

Het meetsysteem dat we in de pilot hebben gebruikt, bestaat uit bakens, polsbandjes en een app. De app staat via de telefoon van de gebruiker in verbinding met de 'backoffice' van het systeem (cloudoplossing).

De bakens hangen we op locaties waar veel mensen bij elkaar komen of waar we om andere redenen afstandsproblemen verwachten, zoals in de hal, kantine, aula of gang. Elk baken heeft een bereik van zo'n 20 tot 30 meter en fungeert als 'referentiepunt'. De polsbandjes en smartphone-apps weten dankzij bluetooth- en ultrasound-technologie in de buurt van welk baken ze zich bevinden én wat de afstand is met andere polsbandjes of smartphones – oftewel: welke afstand mensen tot elkaar aanhouden. Dat laatste werkt tot op de centimeter nauwkeurig. Met het systeem is zo duidelijk óf mensen te dicht bij elkaar komen en zo ja, hoe lang en waar (= bij welk baken).¹

¹ Die gegevens worden via de Forkbeard-app op de smartphone van deelnemers gedeeld met de 'backoffice' van het systeem (in de cloud). Dat kan via wifi of via de dataverbinding van de smartphone, afhankelijk van de instellingen. Noch de bakens, noch de polsbandjes beschikken over een internetverbinding. De polsbandjes slaan hun 'interacties' op en kunnen worden uitgelezen via bluetooth. Dat gebeurt als het polsbandje bluetooth-contact legt met een smartphone met de Forkbeard-app.



Foto: Kickens Visual Xpressions

Die afstandsdetectie gebeurt trouwens geheel anoniem: het systeem is zo ingericht dat data niet tot individuele personen te herleiden zijn. Wel kunnen we de polsbandjes en apps (smartphones) aan *groepen* toewijzen. Dat is nuttig wanneer in een klas of werkgroep afstand houden géén optie is. Neem de Dutch Academy of Performing Arts, DAPA, in Den Haag:

Figuur 2

De Dutch Academy of Performing Arts, DAPA, is een van de opleidingen waar onze aanpak is uitgerold. De studenten zijn er ingedeeld in groepen, bubbels, waarbinnen de anderhalvemetermaatregel tijdens bijvoorbeeld danslessen niet hoeft te worden aangehouden. Als die groepen veilig afstand houden, hoeft bij een eventuele besmetting alleen de getroffen groep in quarantaine.

studenten die samen een dansvoorstelling voorbereiden, kunnen zich onmogelijk aan de anderhalvemetermaatregel houden.² Voor hen maken we dan een *bubbel* aan, een groep waarbinnen de anderhalvemetermaatregel niet geldt. Bij het monitoren letten we erop dat er tussen de verschillende bubbels geen risicovolle interacties plaatsvinden. Als alle groepen veilig afstand weten te houden, hoeft bij een besmetting alleen de bubbel van de besmette leerling in quarantaine. De rest van de opleiding kan gewoon openblijven.

² Afstand houden hoefde in hun geval ook niet: de overheid had bij het instellen van de anderhalvemetermaatregel een uitzondering gemaakt voor dans, mocht de choreografie daarom vragen. Dat maakt andere oplossingen extra nuttig.

Eenvoudig te installeren, goedkoop en herbruikbaar

Het meetsysteem dat in de TU Delft-pilot is gebruikt, is eenvoudig te installeren: het is een kwestie van de bakens ophangen en de polsbandjes, de app en het dashboard configureren. Het systeem is goedkoop in aanschaf, maakt geen gebruik van lokale ICT-netwerken en heeft geen lokale stroomvoorziening nodig. Verder zijn de bakens en polsbandjes gemakkelijk opnieuw te gebruiken. Na gebruik in het ene gebouw kan het systeem eenvoudig in een volgend gebouw worden geplaatst. Hierdoor kunnen onderwijsinstellingen in relatief korte tijd op meerdere locaties nagaan of zich risicovolle situaties voordoen, en zo ja, welke maatregelen effectief zijn.

Dashboard

Een andere component van ons monitoringsysteem is de zogeheten Proximity Monitor van EY.³ Dit is een gebruiksvriendelijk dashboard dat al onze meetdata visualiseert. Hebben zich risicovolle interacties voorgedaan? Zo ja, binnen of tussen welke groepen? In welke ruimte (= bij welk baken) kwamen mensen te dicht bij elkaar? Enzovoort. Met het dashboard brengen we ook eenvoudig trends in kaart. Hoe verhoudt deze dinsdag zich tot vorige week dinsdag? Wat is het verloop gedurende de dag? Op welke locaties is het vooral druk?

Met dit dashboard kunnen we snel en goed inschatten hoe veilig het onderwijs op locatie is. Een voorbeeld: in de Library van de TU Delft wilden we het aantal zelfstudieplekken verhogen van 50 naar 250. We hebben met onze meetapparatuur en het dashboard gecontroleerd of die opschaling wel veilig was. Op het dashboard konden we precies volgen en terugkijken dat het verhogen van de capaciteit niet tot meer risicovolle interacties leidde.

³ Ook hier geldt dat het product zich nog in de ontwikkelingsfase bevond en dat het in onze pilot gezamenlijk is 'doorontwikkeld' en verbeterd.

Schatten en voorspellen

Met het Forkbeard-meetsysteem en het EY-dashboard als basis meten we of – binnen het bereik van de bakens – de anderhalvemetermaatregel gerespecteerd wordt. Maar de data van de verschillende bakens *samen* geven ons ook een beeld van het gebruik van het gebouw: hoe druk is het over de dag en waar is het druk?

In de pilot hadden we op de verschillende locaties meer bakens dan nodig opgehangen, vooral uit onderzoeksoverwegingen. Het beeld van al die bakens samen was dus al redelijk 'gebouwendekkend'. Maar onderwijsinstellingen zullen normaliter alleen het hoognodige aan bakens willen ophangen. Hoe dan toch een dekkend beeld te krijgen van de drukte in een gebouw? In de pilot hebben we met succes kunstmatige intelligentie ingezet om de 'witte vlekken' in de monitoring in te vullen. Ook is het ons gelukt om de drukte in een gebouw te *voorspellen*: waar is het hoe druk over een kwartier, een uur of meerdere uren? In het volgende hoofdstuk komen we hier uitgebreider op terug.

Interventies

Een belangrijk doel van het monitoren is natuurlijk om in te kunnen grijpen als er knelpunten ontstaan. In de pilot hebben we verschillende interventies (ingrepen) uitgewerkt en beproefd.





Figuur 3

De Proxemy Bubble is een van de interventies die gedurende het project is uitgetest. Het systeem geeft een licht- en geluidsignaal als de drager te dicht in de buurt komt van een andere drager. De Proxemy Bubbles zijn nuttig om mensen bewust te maken van de anderhalvemetermaatregel.

Welke interventies op een bepaalde locatie geschikt zijn, hangt af van de context. Als een ruimte de hoeveelheid mensen niet aankan – afstand houden is op dat knelpunt onmogelijk – is het zaak de druk op de betreffende locatie te beperken. Dat kan door het vloerplan of de bewegwijzering aan te passen, de roosters te wijzigen (bijvoorbeeld: niet iedereen tegelijk pauze) of door het aantal mensen dat gelijktijdig een gebouw binnen mag, te beperken.

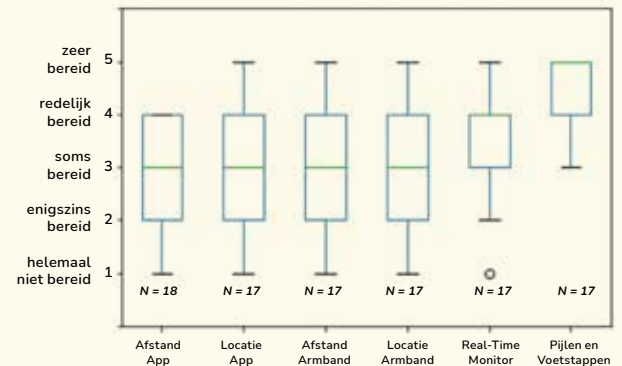
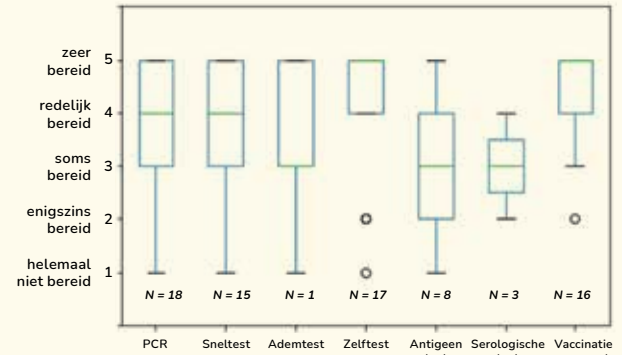
Figuur 4 (boven)

Bereidheid van studenten om gebruik te maken van COVID-19-testen om toegang te krijgen tot de campus op een schaal van 1 tot 5 (onderzoek voorafgaand aan project).

Figuur 5 (onder)

Bereidheid van studenten om gebruik te maken van monitoringtechnologieën om toegang te krijgen tot de campus op een schaal van 1 tot 5 (onderzoek voorafgaand aan project).

Maar het kan ook zijn dat er op zich ruimte genoeg is voor afstand houden, maar dat mensen zich toch niet, bewust of onbewust, aan de anderhalvemetermaatregel houden. In dat geval kan de interventie bestaan uit het informeren van mensen, feedback geven, bewust maken van hun gedrag en/of hun gedrag beïnvloeden. Eén oplossing die we in dit verband hebben getest, zijn de 'Bubbles' van het Nederlandse bedrijf Proxemy. Deze kleine apparaatjes hang je met een keycord om je nek en geven een licht- en geluidsignaal als de drager te dicht in de buurt komt van een andere drager. De personen worden zo 'getraind' voldoende afstand te houden.



3

Wat is er nog meer mogelijk met onze data?

Voor onze pilot hebben we een monitoringsysteem samengesteld en beproefd waarmee onderwijsinstellingen gemakkelijk en goedkoop risicovolle interacties in beeld brengen. Maar daar hebben we het niet bij gelaten: onze wetenschappers hebben onderzocht wat er nog meer mogelijk is met de meetdata. We hebben kunstmatige intelligentie ingezet, een nieuw model beproefd en datatools ontwikkeld.

Resultaten pilot TU Delft

Onderwijs op locatie tijdens de coronapandemie

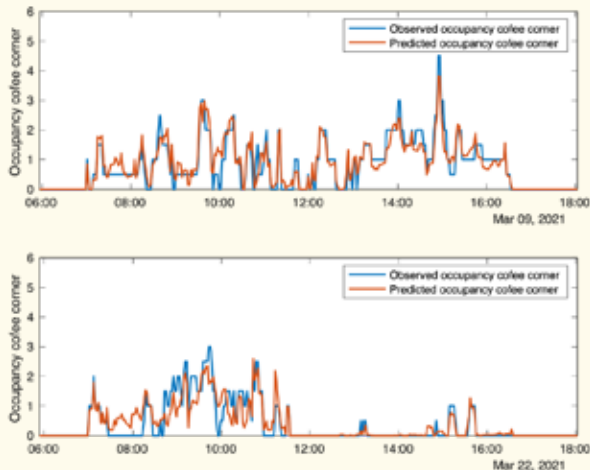
1. Kunstmatige intelligentie voor het schatten en voorspellen van drukte

Voor het meten van de interacties in onderwijsfaciliteiten gebruiken we het Forkbeard-meetsysteem met bakens. Die hebben we steeds slim gepositioneerd, namelijk op die plekken waar we 'afstandsproblemen' verwachten en waar we willen vaststellen in hoeverre mensen afstand houden. Maar wat als we ons een beeld willen vormen van het gebouw als geheel, om te kijken waar het druk is en waar juist nog ruimte is?

Het is niet praktisch en vaak niet mogelijk om overal bakens op te hangen. Gelukkig is dat ook niet nodig: in de pilot hebben we kunstmatige intelligentie ingezet om drukte 'bij te schatten'. We hebben ons bij wijze van proef gericht op de coffee corner in de



“ONZE MONITORING LEVERT OOK VEEL BRUIKBARE INFORMATIE OP ALS ER GEEN PANDEMIE IS.”



TU Delft Library. Daar hingen twee bakens. Maar we hebben tegelijkertijd geprobeerd om met de data van de *overige* bakens in het gebouw de drukte bij de coffee corner te schatten. Figuur 6 toont de resultaten: in blauw de werkelijke drukte bij de coffee corner en in rood de geschatte drukte. Duidelijk is dat het schatten van de bezetting op deze manier goed mogelijk is.

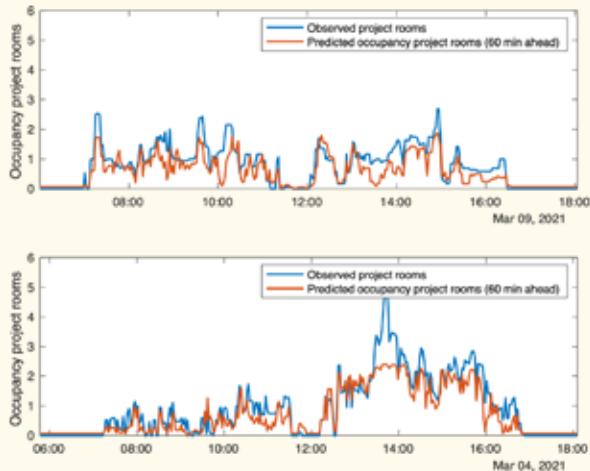
Figuur 6

De werkelijke (blauw) en geschatte (rood) drukte in de coffee corner van de TU Delft Library.

Die nauwkeurige aanvulling van data is allereerst nuttig binnen het kader van onze pilot. Een ‘gebouwdekkend’ beeld van de drukte helpt de onderwijsinstellingen om eventuele andere risicolocaties in beeld te brengen. Ook is dat overzicht belangrijk bij het uitwerken van interventies. Stel bijvoorbeeld dat je de loopstromen wil aanpassen om te veel drukte bij een zeker punt te voorkomen. Met het gebouwdekkende plaatje als basis weet je dan vanzelf hoe je die looproutes moet verleggen (= waar nog ruimte is) en hoe niet.

Er zijn ook toepassingen denkbaar *lós* van corona en onderwijs. Een goed zicht op het gebruik van het gebouw – we spreken in dit verband van de ‘hartslag’ van het gebouw – is bijvoorbeeld nuttig om te bepalen welke locaties meer aandacht behoeven met het oog op schoonmaak, onderhoud en bevoorrading.

Dan een tweede interessante toepassing van kunstmatige intelligentie: het bleek goed mogelijk om op basis van de



beschikbare meetdata drukte te *voorspellen*. We hebben ons hierbij op de projectruimtes van TU Delft Library gericht. Uitgaande van de actuele meetdata hebben we geprobeerd om de situatie 15 minuten, een uur en een dag vooruit te voorspellen. Figuur 7 laat zien dat de kortetermijnvoorspellingen in principe prima bruikbaar zijn.

Figuur 7

De werkelijke (blauw) en voorspelde (rood) drukte in projectruimtes van de TU Delft Library.

Die informatie is weer nuttig om te kunnen anticiperen: waar is wellicht extra toezicht nodig op de loopstromen? Ook hier geldt dat de toepassingen breder zijn dan alleen de pilot. Het voorspellen van drukte is bijvoorbeeld cruciaal voor crowd-management bij evenementen en festivals.

2. Een nieuw model om de verspreiding van een virus in kaart te brengen

In het project hebben we gewerkt aan een nieuw model om de verspreiding van ziekten in kaart te brengen, het Markov Mobiliteitsmodel. Hiermee is het mogelijk om, mede op basis van monitoringdata, risicoanalyses uit te voeren: 'stel dat er x besmette leerlingen op school zijn, hoe groot is dan de kans op een uitbraak?'

Het in onze pilot onderzochte model is uniek in de zin dat het niet alleen het *virale proces* van een besmetting meeneemt. Dit betreft de overdracht van het virus tussen twee gastheren en het effect (infectie en genezing) van de ziekte op een gastheer. Ons model neemt namelijk ook het *mobilityproces* mee, door te beschrijven wanneer en waar twee gastheren op voldoende korte afstand gedurende een voldoende lange tijd met elkaar in contact zijn om een virale overdracht te laten plaatsvinden. Alleen met die mobilitycomponent kunnen we de aanhoudende verspreiding van een epidemie als de huidige verklaren.

Dat het nieuwe model overweg kan met mobilityproces, is omdat het gebruikmaakt van de zogenaamde markovprocessen, waarmee we de toevalligheden van verplaatsingen en ontmoetingen kunnen nabootsen. We hebben de toepassing van deze processen getest met de gegevens uit de pilot in de TU Delft Library. Omdat de hoeveelheid data relatief bescheiden was, waren de resultaten minder nauwkeurig dan bij de simulaties, maar wel voldoende bemoedigend om op door te gaan.

Het mobilityproces verdient hoe dan ook meer onderzoek en verdere modellering om de wisselwerking met de ziekte-dynamiek (het virusproces) volledig te kunnen begrijpen. Daarbij zullen de onderzoekers gebruik blijven maken van de data die onze monitoringsystemen hebben gegenereerd: de data zijn echt en geografisch goed behapbaar. Dat laatste is van belang omdat het rekenen met markovprocessen enorm complex is en al snel te veel rekencapaciteit kost.

Is het model eenmaal gereed, beproefd en gekalibreerd, dan zal het ook in de buitenwereld ingezet kunnen worden. De kennis die dat oplevert, zullen we hard nodig hebben om toekomstige epidemieën in de kiem te smoren.

3. Datatools voor het analyseren van gedrag en impact maatregelen

Om te meten hoeveel gevaarlijke interacties plaatsvinden tussen (groepen) studenten en personeelsleden, hebben we een aantal nuttige datatools ontwikkeld. Met die tools kunnen

we gemakkelijk ruwe data filteren (bijvoorbeeld: korte, veilige interacties verwijderen) en samenvoegen (om risicovolle interacties tussen individuen en de duur hiervan te berekenen). Ook is het mogelijk om groepen te detecteren, via geavanceerde clusteringstechnieken.⁴

Deze mogelijkheden helpen ons bij het analyseren van het gedrag van studenten in relatie tot veranderingen. Wat verandert er bijvoorbeeld als onze angst voor een besmetting toeneemt of juist afneemt? En welke impact hebben de verschillende coronaregels en voorschriften op ons gedrag?

Op pagina 24 tot en met 27 beschrijven we een case van onderwijsinstelling DAPA. Op basis van input uit enquêtes hebben we voor deze onderwijsinstelling een aantal maatregelen geselecteerd en beproefd. Het effect op die maatregelen hebben we vervolgens met ons monitoringsysteem en de datatools geanalyseerd. Zie voor een voorbeeld van een analyse met de tools figuur 8 op pagina 27.

⁴ Het EY-dashboard doet ook een aantal eenvoudige bewerkingen op de data, zodat deze op de juiste wijze weergegeven kunnen worden. De bedoelde datatools gaan een stuk verder en bieden de mogelijkheid om complexere bewerkingen en analyses mee uit te voeren.





Case DAPA: Coronamaatregelen invoeren en analyseren

Op de Dutch Academy of Performing Arts, DAPA, in Den Haag hebben we verschillende *physical distancing*-interventies beproefd. Dat zijn extra maatregelen om risicovolle interacties zo veel mogelijk te voorkomen. Met behulp van enquêtes, het monitoringsysteem en onze datatools hebben we de effecten van deze interventies goed kunnen analyseren en evalueren.

Het project op de DAPA strekte zich uit van 9 april tot 16 juli 2021. Bij aanvang waren al een aantal basisregels van kracht, zoals het houden van anderhalve meter afstand, het dragen van mondkapjes in de gangen, het contact met anderen beperken tot je eigen bubbel, éénrichtingsverkeer op de trappen en rechts houden in de gangen. Ook verplaatsten de studenten zich zo min mogelijk door het gebouw: niet de studenten veranderden na een les van lokaal, maar de docenten. Deze basis hebben we gedurende

de looptijd uitgebreid met enkele extra maatregelen (interventies).

Hoe hebben we dat aangepakt? We hebben eerst gekeken naar de 'ruimtelijke knelpunten', locaties waar het soms zo druk is dat voldoende afstand houden niet mogelijk is. Om geen knelpunten over het hoofd te zien, hebben we de hulp van de studenten ingeroepen: we hebben ze in een enquête gevraagd in welke ruimtes afstand houden moeilijk was. Dat



bleken vooral de kleedkamers en de gangen te zijn.

De twee kleedkamers in de school bieden inderdaad weinig 'afstandsruimte' voor één groep, laat staan voor twee groepen, wat ook vaak voorkwam. Daarom hebben we de omkleedcapaciteit meer dan verdubbeld door ook een groot klaslokaal als kleedkamer beschikbaar te stellen.

Op de gangen waren er vooral problemen bij aanvang van de schooldag. Er ontstonden dan opstoppingen voor de deuren van de lokalen: de studenten konden nog niet naar binnen, dus ze wachtten dan voor die deur op de gang. Om dit type knelpunt tegen te gaan, hebben we de eenvoudige maar effectieve maatregel ingevoerd om de deuren van de klaslokalen eerder in de ochtend open te doen, zodat studenten ín het lokaal konden wachten tot de lesdag begon.

Na het aanpakken van de ruimtelijke knelpunten hebben we ons gericht op de component gedrag. In veel gevallen is er namelijk wel degelijk voldoende ruimte, maar kruipen studenten toch – bewust of onbewust – bij elkaar. Eén interventie was om studenten met een eenvoudige oefening in

de warming-up te laten ervaren hoe groot die anderhalve meter afstand precies is. Ook hebben we ze frequent, via posters en via docenten, herinnerd aan het belang van afstand houden.

Analyse en evaluatie: enquêtes

De maatregelen hebben we op een aantal manieren geëvalueerd. We hebben hierbij opnieuw de hulp van de studenten ingeschakeld: in vervolgenquêtes hebben we hun gevraagd naar hun ervaringen. Dat leverde interessante inzichten op. Zo bleek dat een aantal klassen de kleedkamers bleef gebruiken, ook nadat er een klaslokaal als extra ruimte beschikbaar was gesteld. Het sec instellen van een maatregel leidt dus niet automatisch tot naleving. Wat de interventie op de gangen betreft, bleek dat de deuren van de klaslokalen niet altijd open waren als studenten op school aankwamen. Ook de uitvoering van een interventie kan dus stokken. Conclusie: het monitoren van maatregelen is niet alleen van belang richting studenten, maar ook richting docenten en ondersteunend personeel.

Analyse en evaluatie: monitoringsysteem en datatools

We hebben de verschillende interventies ook geanalyseerd en geëvalueerd met ons monitoringsysteem (bakens, polsbandjes, dashboard) en met de door ons ontwikkelde datatools. Figuur 8 toont enkele interessante resultaten. De tabel is verdeeld in vier perioden, waarbij periode 1 geldt als nulmeting. Dit is namelijk de periode dat alleen de basisregels golden van anderhalve meter, mondkapje enzovoort. Dat was wel een periode waarin de onzekerheid over en de angst voor de pandemie groot was. In periode 2 hebben we verschillende extra maatregelen doorgevoerd: extra kleedruimte, deuren van klaslokalen open om opstoppen op de gang te voorkomen en oefeningen om studenten bewust te maken van wat anderhalve meter afstand inhoudt. In periode 3 hebben we, naast de basisregels en de interventies uit periode 2, vooral gehamerd op het 'scherp houden' van de leerlingen. In deze periode was de angst voor corona wat weggeëbd. In periode 4 zijn we hiermee

doorgegaan, met het verschil dat de angst voor corona weer was toegenomen.

De cirkels in de tabel geven de interacties aan tussen individuen (boven) en groepen (onder). Elke kleur representeert een individu dan wel een groep. Een 'sprong' naar een anders gekleurd deel van de cirkel staat voor een interactie. Merk op dat de interventies van periode 2 op groepsniveau veel effect hebben gesorteerd: er was vergeleken met periode 1 nog nauwelijks sprake van risicovolle interacties tussen de groepen. Duidelijk is echter ook dat de perceptie van het risico (de angst voor het virus) een belangrijke rol speelt: zie het beeld in periode 3, toen alles even wat beter leek te gaan.

Figuur 8 (pagina 27)

De interacties tussen individuen en groepen tijdens vier perioden van de proef op DAPA. De verschillende kleuren staan voor verschillende individuen of groepen. De 'sprongen' naar een ander deel van de cirkel duiden op interacties.

	19 april 2021	17 mei 2021	14 juni 2021	21 juni 2021
	Periode 1 • Wel basisregels, geen interventies • Angst voor pandemie	Periode 2 • Basisregels • Aparte omkleedruimten • Vroegtijdig deuren openen van lokalen • Bewustwording 1,5 m afstand door oefeningen • Angst voor pandemie	Periode 3 • Basisregels + interventies uit periode 2 • Reminders afstand houden door posters • Reminders afstand houden door docenten • Beperkte angst voor pandemie	Periode 4 • Basisregels + interventies uit periode 2 + 3 • Reminders dragen polsbandje en mondkapje door docenten • Angst voor pandemie (toename besmettingen)
Interacties tussen individuen				
Interacties tussen groepen				

4

Alle lessen van de pilot

Het doel van deze pilot was om onderwijsinstellingen veilig te openen en veilig open te houden. We hebben hiertoe een monitoringsysteem opgezet en interventies beproefd. Die aanpak heeft gewerkt – maar we hebben ook geleerd dat de oplossing meer is dan technologie en interventies. ‘Zachte’ factoren als communicatie en een goede aansturing spelen een minstens zo belangrijke rol. In dit afsluitende hoofdstuk zetten we al deze *lessons learnt* bij elkaar.

Resultaten pilot TU Delft

Onderwijs op locatie tijdens de coronapandemie

1. Het meetsysteem is de basis

Ons meetsysteem werkte goed. Het was eenvoudig, breed inzetbaar en leverde goed bruikbare data op. Met die data kunnen onderwijsinstellingen de veiligheid monitoren, vroegtijdig risico's inschatten en passende interventies uitwerken.

Het deelnemen aan het meetsysteem was vrijwillig: de studenten is vooraf om toestemming gevraagd. Die toestemming om de studenten (anoniem) te volgen via een polsbandje of app was over het algemeen geen probleem, maar daarmee waren we er niet. Om data te genereren moesten de studenten het polsbandje wel dragen en aanzetten tijdens hun aanwezigheid in het school- of universiteitsgebouw, of ze moesten de app op hun smartphone aanzetten. Dat is iets wat gemakkelijk vergeten wordt en het is dan ook van groot belang studenten

erop te blijven wijzen dat we alleen kunnen monitoren als ze actief deelnemen. Zie ook onze (lange) les over communicatie verder in dit hoofdstuk.

Deelname met een polsbandje bleek overigens effectiever dan via de app. Een polsbandje heb je altijd bij je en het is zichtbaar, wat het makkelijker maakt iemand die geen bandje draagt aan te spreken op deelname. Bij een app kun je niet zien of deze gedownload is en aanstaat en een telefoon blijft ook makkelijker liggen op de werkplek – bijvoorbeeld als je even meekijkt op iemands scherm. Een ander nadeel van de app was dat studenten uit privacyoverwegingen huiverig waren om hun smartphone voor het onderzoek te gebruiken, ook al zijn zowel de app als het polsbandje even *privacy proof*. In een latere fase van de pilot zijn we daarom grotendeels op polsbandjes

overgegaan. We hebben wel een minimaal aantal apps (smartphones) aangehouden, omdat het doorzetten van data naar de cloud alleen via de smartphones mogelijk is.⁵

2. Werken met bubbels werkt

Op verschillende locaties hebben we studenten en medewerkers ingedeeld in groepen of *bubbels*, die we zoveel mogelijk apart hielden van elkaar. Daarmee kan het aantal studenten en medewerkers dat bij een eventuele besmetting in quarantaine moet, worden beperkt: alleen studenten uit de bubbel van de besmette student en de docenten die aan deze bubbel les hebben gegeven, hoeven dan in quarantaine. Tenzij er natuurlijk onderling contact is geweest tussen bubbels – dan moeten ook de studenten uit deze andere bubbels in quarantaine. Zelfs tijdens een forse uitbraak van het virus bij DAPA kon 75% van de studenten alsnog veilig naar school.

⁵ De apps nemen dan ook data van polsbandjes mee, als ze daarmee via bluetooth in contact komen.



3. Koppel interventie aan oorzaak

Bij het ontwikkelen van interventies is het belangrijk om goed te kijken naar de oorzaak van risicovolle interacties. Risicovolle interacties ontstaan als mensen langere tijd geen anderhalve meter afstand houden, maar dit kan verschillende oorzaken hebben. Als er in principe genoeg ruimte is om afstand te houden, hebben maatregelen die de bezetting van een gebouw

beperken weinig effect. Er kan dan beter gekeken worden naar maatregelen voor gedragsverandering: communicatie, voorlichting en bewustwording, of systemen die waarschuwen als mensen onvoldoende afstand tot elkaar houden.

Als het echter op een bepaalde locatie zo druk is, dat er niet genoeg afstand kán worden gehouden, liggen interventies die de drukte beperken wel voor de hand. Voorbeelden zijn bezoekers spreiden in ruimte en tijd, het voorkomen van stagnatie op doorstromingslocaties en het beperken van de instroom in het gebouw.

De drukte in een gebouw en de locatie in het gebouw bepalen dus welke interventies zinvol zijn. Dat maakt het meten van deze drukte en het aantal interacties ook zo belangrijk: het bepaalt mede het type maatregelen dat nodig is.

Het is bij het bepalen van interventies trouwens ook zaak oog te hebben voor lesroosters, type onderwijs en andere 'eigenheden' van de opleiding. Wanneer staan er bijvoorbeeld veel studenten voor een leslokaal? Waar en hoe werken ze samen in groepen, in of buiten de les? Waar lunchen ze?

4. Geef testen een belang mee

Naast het monitoren b́innen de poorten van de opleiding, was er natuurlijk ook nog het testen aan de poort: voelde je je ziek of was je in contact geweest met iemand met corona, dan was het de bedoeling dat je je zou laten testen. Het probleem is alleen dat het testen niet kan worden verplicht – en in het onderwijs is ook het vragen naar een testuitslag niet toegestaan (dat was in ieder geval de situatie tijdens de pilot). Daarom is het belangrijk het testen een belang mee te geven: het *What's in it for me?* moet heel duidelijk gecommuniceerd worden.

Dat de studenten daar gevoelig voor zijn, bleek bij de 'vliegproef', een practicum van de opleiding Lucht- en Ruimtevaart aan de TU Delft. We konden bij die proef nog gebruikmaken van de regelgeving in de burgerluchtvaart, waar testen wél geëist kan worden. Omdat dit practicum als hoogtepunt van de opleiding wordt gezien, bleek dat geen enkel probleem: 100% van de studenten deed de test. Bij DAPA waren we geheel aangewezen op de studenten: wilden zij meewerken? DAPA is een typische praktijkopleiding, waarbij leerlingen gezamenlijk aan bijvoorbeeld een dansvoorstelling werken, die ze



uiteindelijk ook zullen opvoeren. Eén enkele besmetting in een dansgroep is dan meteen een *show stopper* – en die urgentie zorgde ervoor dat ook bij DAPA de testbereidheid bijna 100% was. Dankzij die hoge bereidheid werden tijdens de pilot meerdere asymptomatische besmettingen vroegtijdig ontdekt. En door de combinatie van ons monitoringsysteem en het werken in bubbels, hoefde bij DAPA na een besmetting slechts een deel van de studenten in quarantaine en kon het grootste deel alsnog naar school komen.

Bij zelftesten is begeleiding erg belangrijk. Doordat het testen bij DAPA online begeleid werd, kon de testbereidheid, maar ook de besmettingsgraad, precies vastgesteld worden. Bij een groepsopdracht in het gebouw The Fellowship op de TU Delft werd het testen niet begeleid. Daardoor was het moeilijk om de testbereidheid vast te stellen en was het ook lastiger vroegtijdig inzicht te krijgen in eventuele besmettingen.

Een ander aandachtspunt is dat de testbereidheid mettertijd kan afnemen. Vooral sinds eind mei 2021 daalde die bereidheid op alle locaties, zelfs bij DAPA. Het beperkte aantal besmettingen, de snelle versoepelingen van de coronamaatregelen en de optimistische geluiden in de media over een spoedig einde van de pandemie speelden daarin een belangrijke rol.

5. Bewustwording via Proxemy Bubbles

Proxemy Bubbles zijn kleine apparaatjes die gebruikers om hun nek hangen. Met licht en geluid geven ze aan wanneer de gebruiker te lang te dicht bij anderen in de buurt is. Mensen

zijn zich daar vaak niet van bewust: als we een praatje maken of even met een collega meekijken op een scherm, vergeten we de afstandsregel gemakkelijk. Een paar uur een Proxemy Bubble gebruiken, helpt dan enorm: het maakt de drager bewuster van situaties waarin hij of zij te dicht bij anderen komt. Hoelang dit bewustwordingseffect blijft, wordt momenteel onderzocht.

De bereidheid om dit systeem te gebruiken lijkt wel afhankelijk van de aard van de opleiding. Bij de TU Delft, met technisch georiënteerde studenten, was het enthousiasme om deel te nemen groot. Bij de DAPA werd het apparaat eerder gezien als een koebel – en daar was het enthousiasme ook een stuk minder.

6. Communiceer doorlopend

Het succes van onze aanpak van meten en interveniëren valt of staat met de bereidheid van studenten en personeel om mee te werken. Een goede en voortdurende communicatie om iedereen betrokken te houden, is dan ook cruciaal. In onze pilot hebben we die communicatie in verschillende thema's opgesplitst:

testen, afstand houden, deelname aan het meetsysteem en maatregelen (interventie) opvolgen. Die gedifferentieerde aanpak heeft goed gewerkt.

Voor elk onderwerp geldt dat het goed is om niet slechts in het begin, maar voortdurend te communiceren. Het delen van tussenresultaten met studenten (tonen van het dashboard, benoemen van de impact van interventies en van herhaald zelftesten) helpt om dingen tastbaar te maken en is belangrijk om de deelnamebereidheid hoog te houden.

Naast het delen van informatie, is het ook van belang om informatie bij studenten 'op te halen'. Waar zien zij knelpunten? Welke oplossingen zien ze? Hoe ervaren ze de interventies? Enzovoort. Dat kan anoniem door vragenlijsten uit te zetten (bij DAPA hebben we dat elke drie weken gedaan), door het voeren van groepsgesprekken met studenten, en in persoonlijke contacten met een mentor of docent.

In elk 'communicatiecontact' is het essentieel om de doelgroep scherp voor ogen te houden. Relevante kenmerken zijn bijvoor-

beeld de aard van de opleiding (creatief of technisch), het niveau van de opleiding (middelbaar of hoger onderwijs), de beheersing van de Nederlandse taal en de achtergrond van studenten. Als voorbeeld: de COVID-19-persconferenties van de minister-president worden vertaald door een doventolk, maar werden tot voor kort niet ondertiteld in het Engels. Niet-Nederlandstalige studenten zijn daardoor vaak minder goed op de hoogte van de geldende coronaregels en het aantal besmettingen. Ook cultuur speelt mee in de manier waarop studenten tegen COVID-19, de overheid en het houden van afstand aankijken.

Communicatie over testen

De drempel voor de eerste coronatest is hoog, maar deze wordt snel lager als er eenmaal een test is gedaan. Verwachtingsmanagement, mond-tot-mondreclame en het benadrukken van wat er mogelijk weer kan als mensen getest zijn, zijn hierbij van belang. Het helpt als de communicatie wordt verzorgd door iemand die de studenten door en door kent en weet hoe hij of zij de boodschap moet overbrengen.

Communicatie over afstand houden

Een afstand van anderhalve meter is groter dan veel mensen denken. Bij DAPA begon de warming-up elke ochtend met een simpele oefening om de afstand te 'ervaren'. Met behulp van Proxemy Bubbles kunnen mensen ook ondervinden wat anderhalve meter is.

Bij DAPA hingen vanaf het begin van de pandemie kleine gele bordjes in de gangen die wezen op de anderhalvemeter-regel. Het bleek dat de bordjes veel studenten niet waren opgevallen. We hebben daarom een poster laten ontwerpen die aansloot bij de leefwereld van de studenten, waarop in één oogopslag zichtbaar was waar er wel en geen afstand gehouden moest worden.

Bij DAPA, maar ook bij andere opleidingen voor contactberoepen, is vooral de omschakeling lastig tussen de locaties waar geen afstand hoeft te worden gehouden (bepaalde leslokalen) en locaties waar dit wel moet (gangen). Op de punten van overgang – recht tegenover de deur van leslokalen – is het belangrijk goed te communiceren.



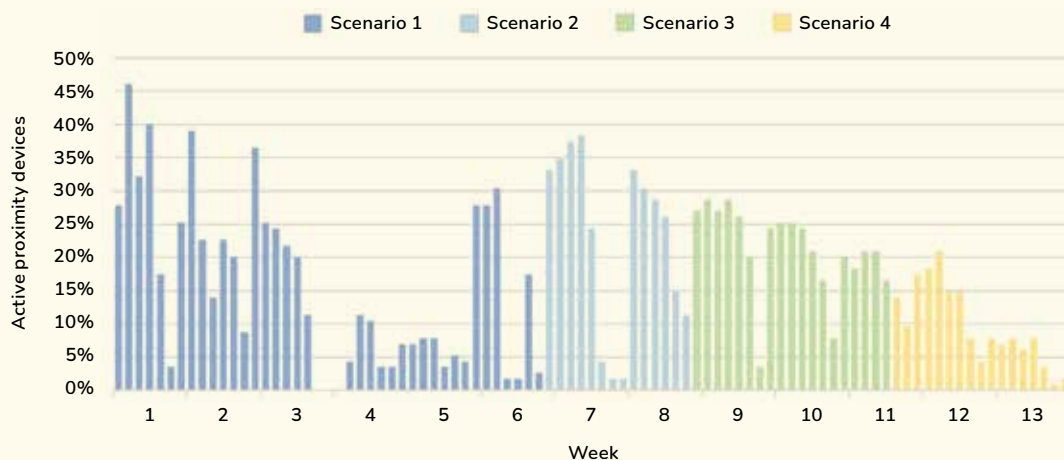
Figuur 9

Poster die we voor DAPA hebben laten ontwikkelen en die in één oogopslag laat zien waar wel en geen anderhalve meter afstand gehouden moet worden in de school.

Een interessante vraag voor eventueel vervolgonderzoek zou nog zijn: heeft het nut om de logica achter de verschillende regels per ruimtetype uit te leggen, of is het beter om strak te communiceren wat de regels zijn?

Communicatie over maatregelen

Ook bij nieuw te nemen maatregelen is het belangrijk om *vooraf* in gesprek te gaan over het nut van de maatregelen en om *achteraf* het effect te laten zien. We hebben dit in de pilot gedaan door gesprekken te voeren met groepen studenten. Met behulp van vragenlijsten werd duidelijk welke oude en nieuwe maatregelen gezien, begrepen, geaccepteerd en opgevolgd werden. Wat voor de een zichtbaar of logisch is, is dat voor de ander niet. De vragenlijsten waren anoniem.



Figuur 10

Het dagelijkse gebruik van de polsbandjes en apps om risicovolle interacties te monitoren. De data zijn van de opleiding DAPA. Elke staaf staat voor een dag in de week, elke kleur voor een periode ('wave') in de pilot. In week 12 en 13 waren er voorstellingen buiten de faciliteiten van de school en waren er minder studenten tegelijk in huis. Dat verklaart de scherpe afname in gebruik in die periode. Niettemin was het gebruik van de polsbandjes vanaf week 7 al aan het teruglopen. Dat onderstreept de noodzaak van continue communicatie over het belang van de monitoring.

Communicatie over het meetsysteem

Voor onze aanpak is het cruciaal dat studenten en medewerkers continu ‘aanhaken’ op het meetsysteem. Goede en voortdurende communicatie is daarbij een voorwaarde, zeker omdat het gebruik met het verstrijken van de tijd afneemt.

Naast wijzen op het individuele en het groepsbelang, is wijzen op de gegarandeerde privacy belangrijk. Het meetsysteem is volledig anoniem en deelnemers zijn niet traceerbaar. Privacy is op exact dezelfde manier gegarandeerd bij het gebruik van polsbandjes en mobiele telefoons, al ligt dat gevoelsmatig anders: deelnemers gebruiken liever niet hun smartphones.

Dat is jammer, want de polsbandjes hebben ook nadelen.⁶ Het gebruik van polsbandjes is iets duurder dan de inzet van smartphones. Ze moeten bij gebruik door verschillende mensen tussentijds schoongemaakt worden. Ze gaan sneller kapot en

raken makkelijk kwijt, vaak doordat mensen ze per ongeluk mee naar huis nemen.

7. Ondersteuning vanuit organisatie cruciaal

Het succes van een pilot hangt af van de mate waarin studenten bereid zijn om eraan deel te nemen. Dat geldt zowel voor het testen, als voor het deelnemen aan het meetsysteem, het houden van afstand en het opvolgen van maatregelen. Die bereidheid kan sterk worden vergroot als er ondersteuning plaatsvindt vanuit alle niveaus binnen een onderwijsinstelling, van conciërge tot directie. Welke boodschap draagt de directie uit en welk voorbeeldgedrag vertonen docenten in het contact met studenten? In welke mate informeren en helpen ze studenten bij deelname aan het meetsysteem, en hoelang blijven ze dat doen? Kijken ze mee met het dashboard en gebruiken ze de verkregen informatie om interventies te doen? In de praktijk vraagt zo’n actieve houding veel van de medewerkers van een onderwijsinstelling, die het – zeker in coronatijd – toch al druk hebben.

⁶ In een gebouw zijn altijd op z’n minst enkele smartphones met app nodig om meetdata naar de backoffice (cloud) door te zetten. Op DAPA gebruikten docenten en directie daarom de app – en dat bleek voldoende.

Colofon

Aan de pilot werkten mee:

TU Delft

Mobility Innovation Centre

Sascha Hoogendoorn-Lanser, Maïke Simmes

Civil Engineering & Geosciences

Serge Hoogendoorn, Marco Rinaldi, Panchamy Krishnakumari, Lucia van Schaik, Winnie Daamen, Alexandra Gavrilidou, Dorine Duives

Technology, Policy & Management

Nathalie van der Wal

Electrical Engineering, Mathematics & Computer Science

Piet van Mieghem, Mattia Sensi, Brian Chang, Liufei Yang

Forkbeard

Wilfred Booij

EY Nederland

Cees Stellema, Suehlay Koekoek

Proxemy

Marcel Schouwenaar

DAPA, ROC Mondriaan

Jan Willem Hoekstra

Haagse Hogeschool

Joost Muiser

GGD Haaglanden

Ingrid Snijdewind

NMSBA

Carla Nagel

Aan deze uitgave werkten mee:

Sascha Hoogendoorn-Lanser
tekst

Serge Hoogendoorn
tekst

Essencia Communicatie, Den Haag
eindredactie, vormgeving, productie

Natalie Hanssen
tekst, cartoons

Rick Wink
fotografie

Contact

Sascha Hoogendoorn-Lanser
Director Mobility Innovation Centre Delft

TU Delft | Innovation & Impact Centre
Building 26.C
Van den Burghweg 1
2628 CS Delft

tudelft.nl
micd.tudelftcampus.nl



