

Verkenning van lange termijn reisgedragsveranderingen als gevolg van de COVID-19 pandemie en de gevolgen voor stedelijke mobiliteit

Ir. L.P. Oirbans – TNO – leonard.oirbans@tno.nl
Dr. M. Snelder – TNO & TU Delft – maaike.snelder@tno.nl
Dr. J.A. Annema – TU Delft – j.a.annema@tudelft.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 25 en 26 november 2021, Utrecht

Samenvatting

De COVID-19 pandemie en de daarmee samenhangende beleidsmaatregelen hebben mobiliteit op een ongekende manier beïnvloed. Mede het disruptieve karakter en de duur van de COVID-19 pandemie maken het aannemelijk dat de manier waarop mensen reizen mogelijk blijvend is veranderd. Dit paper beschrijft welke mogelijke langetermijneffecten te verwachten zijn na de COVID-19 pandemie en in welke mate deze het mobiliteitssysteem zouden kunnen beïnvloeden in termen van bereikbaarheid en allocatie van publieke ruimte.

Aan de hand van een conceptueel model gebaseerd op reisgedragsveranderingstheorieën in combinatie met de directe effecten van de COVID-19 pandemie en de daarmee samenhangende beleidsmaatregelen is geschat dat de drie voornaamste lange termijn reisgedragsveranderingen na de COVID-19 pandemie waarschijnlijk zullen bestaan uit: (1) een verschuiving van onsite naar online activiteiten, (2) een verandering van reispatronen in zowel reismoment als -afstand, en (3) een verschuiving in vervoerswijzekeuze naar actieve vervoerswijze zoals fietsen en lopen. Op basis van een verkennende scenarioplanningsmethodologie blijken de potentiële ontwikkelingspaden van het reisgedrag na de COVID-19 pandemie afhankelijk te zijn van de ontwikkeling van de volgende vijf kritieke onzekerheden: (1) de waardering van reizigers voor actieve vervoerswijzen, (2) de houding (i.e. attitude) van reizigers ten opzichte van online-activiteiten, (3) technologische ontwikkelingen die de substitutie van onsite door online activiteiten nog meer mogelijk maken, (4) het beleid van werkgevers met betrekking tot de flexibiliteit van zowel werklocatie als kantooruren, alsmede de ondersteuning van thuiswerken, en (5) mobiliteitsbeleid.

Gebaseerd op deze kritieke onzekerheden zijn vier post-COVID-19 reisgedrag-scenario's geformuleerd voor het jaar 2030 en doorgerekend met het Verkeersmodel Amsterdam (VMA). De vier scenario's onderscheiden zich van elkaar met twee parameters: (1) de mate van thuiswerken van de modelpopulatie en (2) de aantrekkelijkheid (attitude) om de fiets te kiezen als vervoersmiddel.

Gebaseerd op de modelresultaten van de vier post-COVID-19 reisgedrag-scenario's zoals doorgerekend in het VMA kan worden geconcludeerd dat de verminderde werk gerelateerde activiteiten en de daaruit voortvloeiende veranderingen in werk gerelateerde reizen de congestiepercentages tijdens de ochtend- en avondspits sterk verminderen. Een beleidsimplicatie van dit onderzoek is dat het verstandig lijkt om na de pandemie meer openbare ruimte toe te wijzen aan fietsinfrastructuur.

Deze paper is geschreven op basis van de masterscriptie van Oirbans (2021), meer details en achtergrondinformatie van dit onderzoek staan in de scriptie beschreven.

1. Introductie

Als gevolg van de COVID-19 pandemie hebben overheden wereldwijd drastische beleidsmaatregelen genomen om de verspreiding van het virus te beperken. Deze beleidsmaatregelen, in combinatie met subjectieve percepties zoals angst voor besmetting met het virus, hebben mobiliteit op een ongekende manier beïnvloed (de Haas, Faber and Hamersma, 2020). Door de ontwrichtende invloed op zowel reis- als activiteitspatronen in combinatie met de duur van de pandemie is het mogelijk dat de manier waarop mensen reizen blijvend veranderd is (van Wee, 2020). Blijvende reisgedragsveranderingen zouden een discrepantie kunnen veroorzaken in de vraag en aanbod binnen mobiliteitssystemen. Bovendien zou de doeltreffendheid van vervoersbeleid ter discussie kunnen komen te staan (van Wee, 2020).

In tegenstelling tot het beschrijven van de huidige implicaties van de pandemie op stedelijke mobiliteit (i.a., Aloi *et al.*, 2020; Goscé *et al.*, 2020; Hadjidemetriou *et al.*, 2020), is wetenschappelijke literatuur over reisgedrag na de pandemie minder prominent aanwezig. Er zijn weliswaar verkennende studies op basis van enquêtes die mogelijk blijvende veranderingen in leefstijlen en reisgedrag na de pandemie aantonen (i.a., de Haas, Hamersma and Faber, 2020; Shamshiripour *et al.*, 2020; Echegaray, 2021) maar in welke mate deze veranderingen in reis- en activiteitenpatronen zullen optreden en welke invloed dit zal hebben op mobiliteitssystemen is onbekend. Dit paper draagt bij aan het verkennen en in beeld brengen van mogelijke toekomstscenario's na de COVID-19 pandemie door inzicht te verschaffen in (1) welke lange termijn reisgedragsveranderingen verwacht kunnen worden en (2) wat de omvang van de impact van deze veranderingen zou kunnen zijn op stedelijke mobiliteitssystemen. Dit onderzoek kent zowel een kwalitatief als kwantitatief methodologisch karakter en maakt gebruik van scenarioplanning, waarbij mogelijke toekomstige ontwikkelpaden van reisgedrag na de pandemie (voor het jaar 2030) gevormd zijn door vier mobiliteitsdeskundigen op basis van de 'intuitive logic scenario planning approach'. De scenario's zijn vertaald naar modelparameters van een 'tour-based' vijfstaps transportmodel waarbij de parameterwaarden zijn bepaald in lijn met het principe van causale logica binnen scenarioplanning, waarbij het uitgangspunt is dat de toekomst wordt gevormd door acties in het verleden (Pillkahn, 2008). De hoofd onderzoeksvraag is:

- Wat zouden de implicaties kunnen zijn van mogelijke lange termijn reisgedragsveranderingen veroorzaakt door de COVID-19 pandemie op de bereikbaarheid en allocatie van openbare ruimte in het stedelijke mobiliteitssysteem van Amsterdam?

Amsterdam is als casestudie genomen omdat deze stad reeds te maken heeft met bereikbaarheidsuitdagingen. Daarbij beschikt Amsterdam over een unieke fietsinfrastructuur en veel fietsers. Hierdoor zouden de potentiële implicaties van lange termijn reisgedragsveranderingen door de pandemie hier expliciet zichtbaar kunnen zijn.

2. Projecties van post-COVID-19 reisgedrag in literatuur

In wetenschappelijke literatuur zijn onderzoeken van post-COVID-19 reisgedrag beperkt. Wel zijn er enkele verkennende studies op basis van enquêtes die wijzen op mogelijk blijvende veranderingen in levensstijlen, zo beschrijven De Haas *et al.* (2020) dat een grote

groep mensen (45% van de respondenten) verwacht om ook na de pandemie meer vanuit huis te werken. Een aantal vooruitzichten van post-COVID-19 reisgedrag kunnen worden gevonden in grijze literatuur, tabel 1 geeft een overzicht hiervan.

Tabel 1: Overzicht van grijze literatuur over post-COVID-19 reisgedrag.

Publicatiedatum	Tijds kader	Perspectief	Bron
September 2020	2030	Europees	Lozzi <i>et al.</i> (2020)
Juli 2020	2030	Continentaal	Hatrup-Silberberg <i>et al.</i> (2020)
Mei 2020	Midden tot lange termijn	Mondiaal	Van Audenhove <i>et al.</i> (2020)
Mei 2020	2023 tot 2025	Mondiaal	Corwin <i>et al.</i> (2020)

Aangezien de rapporten gepubliceerd zijn op verschillende momenten tijdens de pandemie en daarbij ook de projecties baseren op verschillende tijds kaders en vanuit verschillende perspectieven is voorzichtigheid geboden bij het vergelijken van deze publicaties. Niettemin zijn er interessante gelijkenissen in de geprojecteerde effecten van de door COVID-19 versnelde maatschappelijke trends:

1. Digitalisering, bijvoorbeeld telewerken, online studeren en online winkelen, zou de vraag naar langeafstandsreizen tussen steden kunnen verminderen (Corwin *et al.*, 2020; Hatrup-Silberberg *et al.*, 2020; Lozzi *et al.*, 2020; Van Audenhove *et al.*, 2020);
2. Flexibele werktijden zouden een verandering van reispatronen in zowel reismoment als -afstand mogelijk kunnen maken door bijvoorbeeld buiten de spitsuren en meer lokaal te reizen (Corwin *et al.*, 2020; Hatrup-Silberberg *et al.*, 2020; Lozzi *et al.*, 2020; Van Audenhove *et al.*, 2020);
3. Toegenomen bewustwording met betrekking tot gezondheid, veiligheid en betrouwbaarheid zou kunnen leiden tot een verhoogde interesse in actieve vervoerswijze zoals lopen en fietsen (Hatrup-Silberberg *et al.*, 2020; Lozzi *et al.*, 2020; Van Audenhove *et al.*, 2020);
4. De pandemie biedt kansen voor beleidsmakers om de toekomst van mobiliteit vorm te geven door onder andere herverdeling van de openbare ruimte, heroverweging van investeringen in infrastructuur en het managen van nieuwe mobiliteitsvraag zoals bijvoorbeeld het stimuleren van e-bikes en gedeelde mobiliteit (Hatrup-Silberberg *et al.*, 2020; Van Audenhove *et al.*, 2020).

De ontwikkeling van stedelijke mobiliteitstrends vóór de pandemie verschilt per regio en land, evenals het verloop van de pandemie die zelfs per locatie kan verschillen (Hatrup-Silberberg *et al.*, 2020; Lozzi *et al.*, 2020; Roser *et al.*, 2020). Dit leidt tot grote onzekerheid over de werkelijke lange termijn reisgedragsveranderingen die kunnen plaatsvinden. Bovendien, zelfs als de langetermijneffecten van de pandemie tot op zeker hoogte kunnen worden voorzien is het nog steeds erg onzeker in welke mate of omvang dit het functioneren van een stedelijk transportsysteem zal beïnvloeden. Dit onderzoek beoogt om met een verkennende analyse binnen een stedelijk gebied inzicht te verschaffen in (1) welke lange termijn reisgedragsveranderingen verwacht kunnen worden en (2) wat de omvang van de impact van deze veranderingen zou kunnen zijn op stedelijke mobiliteitssystemen.

3. Methode

3.1 Methodologie

Het doel van dit onderzoek is om lange termijn reisgedragsveranderingen door de pandemie te verkennen en de invloed van post-COVID-19 reisgedrag op een stedelijk mobiliteitssysteem in het jaar 2030 in beeld te brengen. Door de hoge mate van onzekerheid en het tijds kader is gebruik gemaakt van scenarioplanning. Het voordeel van scenarioplanning als methodologisch instrument is dat het de mogelijkheid biedt om systematisch alternatieve verhaallijnen van post-COVID-19 reisgedrag te formuleren die vervolgens kunnen worden gebruikt om deze onzekere toekomst te verkennen. Bovendien beschrijven Milakis *et al.* (2017:67): "Scenarios have the advantage over forecasts in that they are more flexible, creative and not necessarily probabilistic outlines of plausible futures". Er is gekozen voor het construeren van verkennende scenario's die uitgaan van trends uit het verleden en het heden en leiden tot waarschijnlijke toekomst (oftewel, wat er kan gebeuren) in tegenstelling tot normatieve scenario's die de gewenste toekomst beschrijven (wat er zou moeten gebeuren) of voorspellende scenario's die de meest waarschijnlijke toekomst beschrijven (wat er zal gebeuren) (Stojanović, Mitković and Mitković, 2014). Voor het ontwerp van het scenarioplanningsproces is gebruik gemaakt van zogenoemde 'intuitive logic' school omdat deze geen algoritmen gebruikt en geschikt is voor het creëren van verkennende scenario's (Wright, Bradfield and Cairns, 2013; Stojanović, Mitković and Mitković, 2014). Er is voor het construeren van de scenario's gekozen om gebruik te maken van een Wilson matrix vanuit de standaard scenariobenadering voor het identificeren van twee kritieke onzekerheden die vervolgens als input dienen voor een vierkwadrantsmatrix vanuit de minimale scenariobenadering (Pillkahn, 2008).

3.2 Onderzoekstappen

Dit onderzoek bestaat uit vijf onderzoeksstappen. Tabel 2 geeft een overzicht van deze vijf stappen en illustreert hoe de verschillende onderdelen van dit onderzoek met elkaar in verband staan.

Tabel 2: Stroomdiagram van het onderzoek

Stap	Omschrijving	Methode	Uitkomst
1	Identificeren van mogelijke lange termijn reisgedragsveranderingen door de COVID-19 pandemie.	Literatuurstudie	Theoretisch kader
2	Verkennen van mogelijke toekomstige ontwikkelingspaden van reisgedrag na de pandemie.	Scenarioplanning	Vier post-COVID-19 reisgedrag-scenario's
3	Identificeren van VMA-parameters om de reisgedragsveranderingen te simuleren.	Literatuurstudie en verkeersmodellering	Kwalitatief geoperationaliseerde scenario's
4	Analyse en correctie van reispatronen tijdens de COVID-19 pandemie om de VMA-parameterwaarden per scenario vast te stellen.	Data-analyse en verkeersmodellering	Kwantitatief geoperationaliseerde scenario's
5	Doorrekening en analyse van de scenario's in het VMA	Literatuurstudie en verkeersmodellering	Mogelijke implicaties van post-COVID-19 reisgedrag-scenario's

Stap 1: Om te onderzoeken welke lange termijn reisgedragsveranderingen kunnen worden verwacht door de COVID-19 pandemie is literatuuronderzoek verricht naar (1) post-COVID-19 reisgedragsprognoses en (2) reisgedragsveranderingstheorieën. Op basis van de reisgedragsprognoses zijn algemene post-COVID-19 reisgedragseffecten geïdentificeerd, terwijl de reisgedragsveranderingstheorieën toegepast zijn om de potentiële invloed van de pandemie op reisgedragsverandering binnen een theoretisch kader te conceptualiseren.

Stap 2: Door de geïdentificeerde algemene post-COVID-19 reisgedragseffecten vanuit stap 1, zijn de mogelijke toekomstige ontwikkelingspaden van reisgedrag na de pandemie verkend. Dit is gedaan door het creëren van vier verkennende post-COVID-19 reisgedrag scenario's met behulp van scenarioplanning. Het scenarioplanningsproces zoals toegepast in dit onderzoek kent twee fases: (1) een scenario-constructiefase en (2) een scenario-reductiefase. De eerste fase omvat de creatie van vier scenariomatrices door vier mobiliteitsexperts, te weten:

- Prof. dr. G.P. van Wee
Hoogleraar Transportbeleid binnen de faculteit Technologie, Beleid en Management aan de Technische Universiteit Delft en wetenschappelijk directeur van TRAIL onderzoeksschool;
- Dr. ir. H. Taale
Universitair docent binnen de vakgroep Transport en Planning aan de Technische Universiteit Delft en senior consultant bij Rijkswaterstaat;
- Dr. M. Snelder
Universitair docent Transportnetwerken binnen de vakgroep Transport en Planning aan de Technische Universiteit Delft en Principal Scientist bij TNO;
- Dr. J.A. Annema
Universitair docent Vervoersbeleidanalyse binnen de faculteit Technologie, Beleid en Management aan de Technische Universiteit Delft.

Deze scenariomatrices zijn gecreëerd tijdens individuele sessie door eerst zogenoemde *key factors* en *driving forces* te identificeren. *Key factors* zijn variabelen die de waargenomen veranderingen in het reisgedrag tijdens de COVID-19 pandemie kunnen verklaren of beïnvloeden. *Driving forces* zijn vergelijkbaar met theoretische principes, (sub)systemen of verschijnselen die ten grondslag kunnen liggen aan de *key factors*. Door de *driving forces* te rangschikken in termen van mate van onzekerheid en mate van invloed op toekomstig reisgedrag zijn door de mobiliteitsexperts twee kritieke *driving forces* geïdentificeerd die een basis vormen voor een scenario matrix. Dit proces resulteerde in totaal vier afzonderlijke scenario-matrices met in totaal zestien scenario's. Hoewel het aantal scenario's afhankelijk is van de casus en context, schrijven Stojanović *et al.* (2014) voor dat drie tot vijf scenario's optimaal zijn. Hierom zijn in de tweede fase deze zestien scenario's gereduceerd tot vier, door de scenario matrices te combineren op basis van overeenkomsten in *driving forces* en scenariobeschrijvingen.

Stap 3: Om de vier scenario's te operationaliseren, zijn relevante parameters binnen het VMA geïdentificeerd op basis van technische documentatie van de gemeente Amsterdam (2020). De parameters waarvan de waarde is aangepast om de effecten van de scenario's te simuleren in het VMA zijn twee constanten binnen het tourfrequentiemodel (i.e. TOURFREQ) die het totaal aantal werk gerelateerde reizen beïnvloed (om zodoende

thuiswerken te simuleren) en een constante binnen het keuzemodel voor vervoerswijze, bestemming en reismoment (i.e. MODEST) die de kans verhoogt dat de fiets als vervoerswijze gekozen wordt (om zodoende de fiets aantrekkelijker te maken als vervoersmiddel). De geïdentificeerde parameters zijn afzonderlijk geverifieerd door bijbehorende parameterwaarden te wijzigen en de veranderingen in modelresultaten te analyseren.

Stap 4: Om de geoperationaliseerde scenario's in het VMA te kwantificeren zijn reispatronen tijdens de pandemie geanalyseerd en zijn modelparameters gewijzigd naar een waarde zodat er een overeenkomstig modelresultaat ontstond. Echter, aangezien de scenario's niet volledig in overeenstemming zijn met de situatie tijdens de pandemie zijn correcties toegepast op de waargenomen reispatronen. Dit ging als volgt: eerst is doormiddel van data-analyse van datasets van Roser *et al.* (2020) een moment in de tijd bepaald waarop de COVID-19 beleidsmaatregelen maximaal werden versoepeld. Vervolgens is door middel van data-analyse van een dataset van Dat.mobility (2021) een selectie gemaakt van waargenomen reisgegevens ten tijde van de maximaal versoepelde beleidsmaatregelen. Door deze observaties te combineren met de adaptieve verkenning van parameterwaarden zoals uitgevoerd in stap 3, kon een bandbreedte vastgesteld worden per modelparameter die overeenkwam met de geselecteerde waargenomen reisgegevens tijdens de pandemie. Deze bandbreedte maakte het mogelijk om parameterwaarden toe te wijzen voor elk scenario.

Stap 5: De kwantitatief geoperationaliseerde reisgedrag scenario's zijn tot slot doorgerekend in het VMA, waarna aan de hand van de modelresultaten de mogelijke implicaties per scenario geanalyseerd zijn.

Het VMA dat is gebruikt voor de modelruns is gebaseerd op de officiële versie van het VMA. In dit onderzoek zijn echter aanpassingen gedaan aan het model, waardoor de resultaten indicatief van aard zijn en niet vergelijkbaar zijn met het officiële Corona-scenario wat de gemeente Amsterdam hanteert.

4. Resultaten

4.1 Mogelijk lange termijn reisveranderingen door de COVID-19 pandemie

Niet alleen de eerdergenoemde rapportages van Corwin *et al.* (2020), Hattrup-Silberberg *et al.* (2020), Lozzi *et al.* (2020) en Van Audenhove *et al.* (2020) voorspellen enkele langetermijneffecten van de pandemie, ook aan de hand van reisgedragsveranderingstheorieën is vast te stellen dat een drietal lange termijn reisgedragsveranderingen waarschijnlijk zijn:

1. Een verschuiving van onsite naar online activiteiten;
2. Een verandering van reispatronen in zowel reismoment als -afstand;
3. Een verschuiving in vervoerswijzekeuze naar actieve vervoerswijze zoals fietsen en lopen.

Een verschuiving van onsite naar online activiteiten mag worden verwacht na de pandemie aangezien tijdens de pandemie (1) de kennis en ervaring omtrent online activiteiten en online hulpmiddelen hoogstwaarschijnlijk is toegenomen, (2) potentieel nieuw gewoontegedrag is gevormd die online activiteiten bevat, (3) de sociale normen ten

aanzien van onlineactiviteiten (i.e. thuiswerken) mogelijk in positieve zin zijn veranderd en (4) de houding (i.e. attitude) ten opzichte van onlineactiviteiten en onlinehulpmiddelen positief is veranderd (van Wee, 2020). Als gevolg van de verschuiving van onsite naar online activiteiten mag ook een verandering van reispatronen in zowel reismoment als -afstand worden verwacht door toegenomen flexibiliteit (van Wee, 2020). Een verschuiving in vervoerswijzekeuze naar actieve vervoerswijze zoals fietsen en lopen mag worden verwacht omdat tijdens de pandemie (1) de utiliteit van deze vervoerswijze mogelijk is toegenomen, (2) de attitude voor deze vervoerswijze mogelijk in positieve zin is veranderd en (3) er potentieel nieuw gewoontegedrag is gevormd is die deze vervoerswijze bevat (van Wee, 2020).

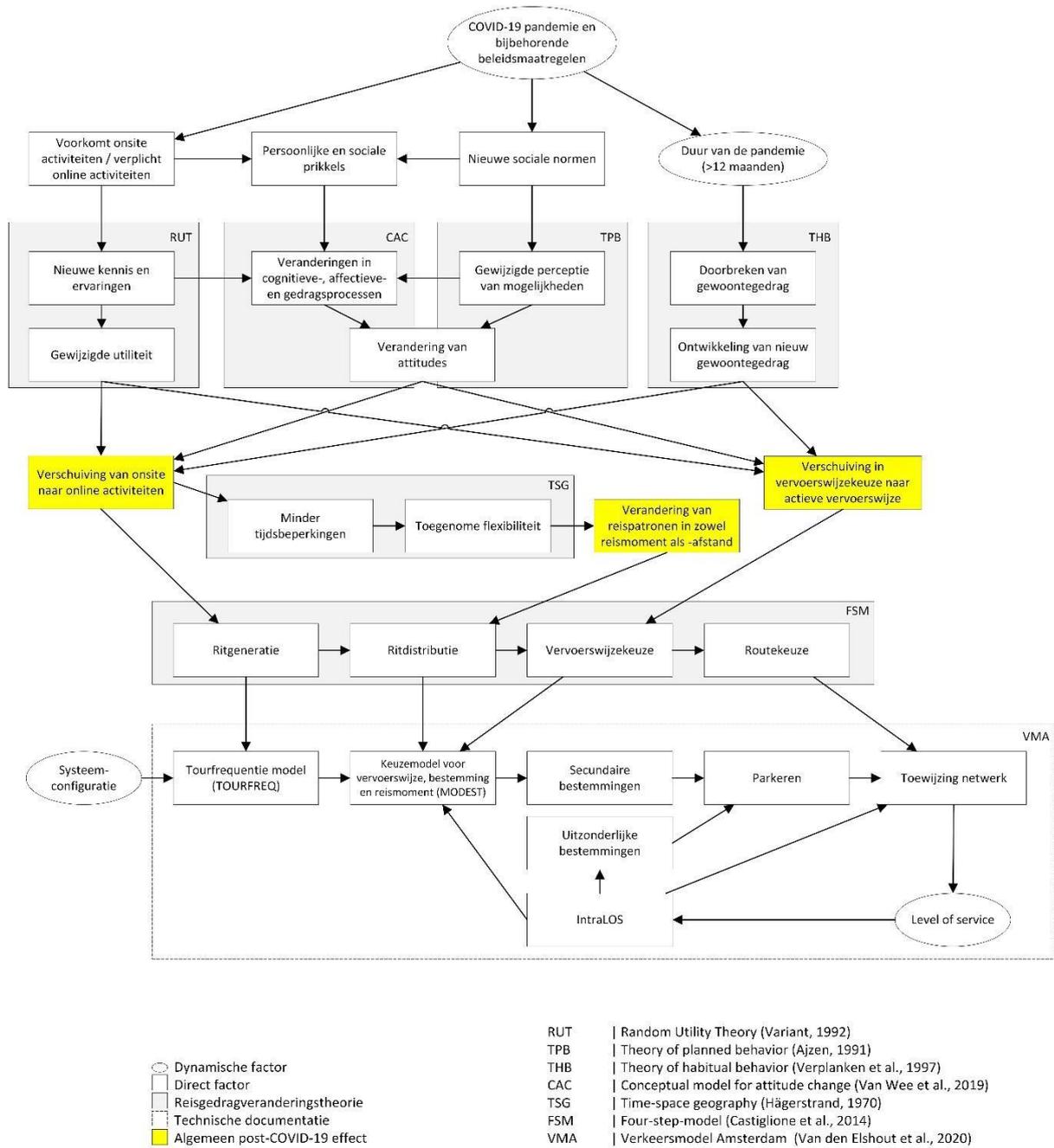
4.2 Theoretisch kader: directe effecten van de COVID-19-pandemie en samenhangende beleidsmaatregelen op reis- en activiteitenpatronen.

Het theoretisch kader, zoals gepresenteerd in figuur 2, conceptualiseert de directe effecten van de COVID-19 pandemie en beleidsmaatregelen op reis- en activiteitenpatronen. Eerst wordt in deze paragraaf de algemene structuur van het theoretisch kader behandeld, alvorens dieper in te gaan op de inhoud ervan. Aangezien dit onderzoek tot doel heeft de mogelijke implicaties van waarschijnlijke post-COVID-19 reisgedrag scenario's binnen het VMA-reismodel te verkennen, conceptualiseert het theoretisch kader ook hoe lange termijn reisgedragsveranderingen als gevolg van de pandemie zich verhouden tot de modelleringsstappen van een transportmodel zoals het VMA.

Conventionele transportmodellen kunnen worden gedefinieerd als trip-based, 4-stap modellen (FSM) (Castiglione, Bradley and Gliebe, 2014). In overeenstemming met de benadering van trip-based FSM kan de manier waarop mensen reizen worden beschreven en gemodelleerd door de volgende reeks vragen (Castiglione, Bradley and Gliebe, 2014):

1. Ritgeneratie: "Aan welke activiteiten willen mensen deelnemen?",
2. Ritdistributie: "Wanneer en waar vinden deze activiteiten plaats?",
3. Vervoerswijzekeuze: "Welke vervoerswijze wordt gebruikt?",
4. Routekeuze: "Welke route wordt gebruikt?".

Het theoretisch kader onderscheidt dynamische en directe factoren, respectievelijk gevisualiseerd als ovalen en rechthoeken. Dynamische factoren houden verband met de omgeving, terwijl directe factoren betrekking hebben op individuele reizigers. Zo is bijvoorbeeld de duur van de pandemie is een dynamische factor die, redenerend vanuit de *Theory of Habitual Behavior*, het doorbreken van gewoontegedrag beïnvloedt. Het doorbreken van gewoontegedrag is dan weer een directe factor op reisgedragsverandering door de pandemie. Factoren die verband houden met een bepaalde reisgedragveranderingstheorie zijn in een grijs rechthoek geplaatst. Verschillende submodellen die behoren tot het VMA zijn afgebeeld binnen een gestreept kader. De drie algemene post-COVID-19 effecten, zoals beschreven in paragraaf 4.1, worden gevisualiseerd met gele rechthoeken.



Figuur 1: Conceptualisatie van directe effecten van de COVID-19-pandemie en samenhangende beleidsmaatregelen op reis- en activiteitenpatronen binnen een theoretisch kader.

4.3 Post-COVID-19 reisgedrag scenario's

Op basis van de expertworkshops blijken de potentiële ontwikkelingspaden van het reisgedrag na de COVID-19 pandemie afhankelijk te zijn van de ontwikkeling van de volgende vijf kritieke onzekerheden: (1) de waardering van reizigers voor actieve vervoerswijze, (2) de houding (i.e. attitude) van reizigers ten opzichte van online activiteiten, (3) technologische ontwikkelingen die de substitutie van onsite door online activiteiten mogelijk maken, (4) het beleid van werkgevers met betrekking tot de flexibiliteit van zowel werklocatie als kantooruren, alsmede de ondersteuning van thuiswerken, en (5) mobiliteitsbeleid. Gebaseerd op van deze kritieke onzekerheden zijn onderstaande vier post-COVID-19 reisgedrag scenario's geformuleerd en doorgerekend in het VMA:

1. Scenario 1: 'Back to normal', waarbij geen lange termijn reisgedragsveranderingen worden verwacht. Dit referentiescenario is gebruikt om een verband te leggen tussen de veranderingen die in de andere scenario's zijn waargenomen.
2. Scenario 2: 'Geringe veranderingen', waarbij een lichte verschuiving van onsite naar online werk gerelateerde activiteiten en een lichte verschuiving in vervoerswijzekeuze richting de fiets worden verwacht.
3. Scenario 3: 'Thuiswerken is een blijvertje', waarbij een enkel een gemiddelde verschuiving van onsite naar online werk gerelateerde activiteiten wordt verwacht (en geen verschuiving in vervoerswijzekeuze).
4. Scenario 4: 'Het fietsparadijs', waarbij een grote verschuiving van onsite naar online werk gerelateerde activiteiten en een sterke verschuiving in vervoerswijzekeuze richting de fiets worden verwacht.

4.4 Modelresultaten

Bij simulatie van de verschillende scenario's in het VMA blijkt dat het totale aantal reizen geleidelijk afneemt van scenario 1 'Back to normal' naar scenario 4 'Het fietsparadijs' als gevolg van de verminderde werk gerelateerde ritgeneratie. Ook het tijdstip van de verplaatsingen verschuift als gevolg van de verminderde werk gerelateerde verplaatsingen van de ochtend- en avondspits naar de restdag. Deze dynamiek is in elk scenario hetzelfde en neemt geleidelijk toe vanaf scenario 1 'Back to normal' tot scenario 4 'Het fietsparadijs'.

Wat betreft de vervoerswijzekeuze laten de scenario's verschillende resultaten zien. In de modellering van scenario's 2 'Geringe veranderingen' en scenario 4 'Het fietsparadijs' is de aantrekkelijkheid van de fiets verhoogd, het aandeel van de fiets neemt dan ook geleidelijk toe in de modelresultaten. Interessant is dat deze verschuiving naar de fiets ten kosten gaat van het openbaarvervoer. Binnen scenario 3 'Thuiswerken is een blijvertje' is de aantrekkelijkheid van de fiets onveranderd in de modellering. Opvallend genoeg neemt ook in dit scenario het aandeel fietsers toe, wat betekent dat deze toename fietsers direct gerelateerd is aan de verschuiving van onsite naar online werk gerelateerde activiteiten en reizen. Opnieuw valt op dat het aandeel openbaar vervoer in dit scenario afneemt.

Tabel 2: Vervoerswijzeverdeling en totale ritten per post-COVID-19 reisgedrag-scenario zoals gegenereerd door het VMA.

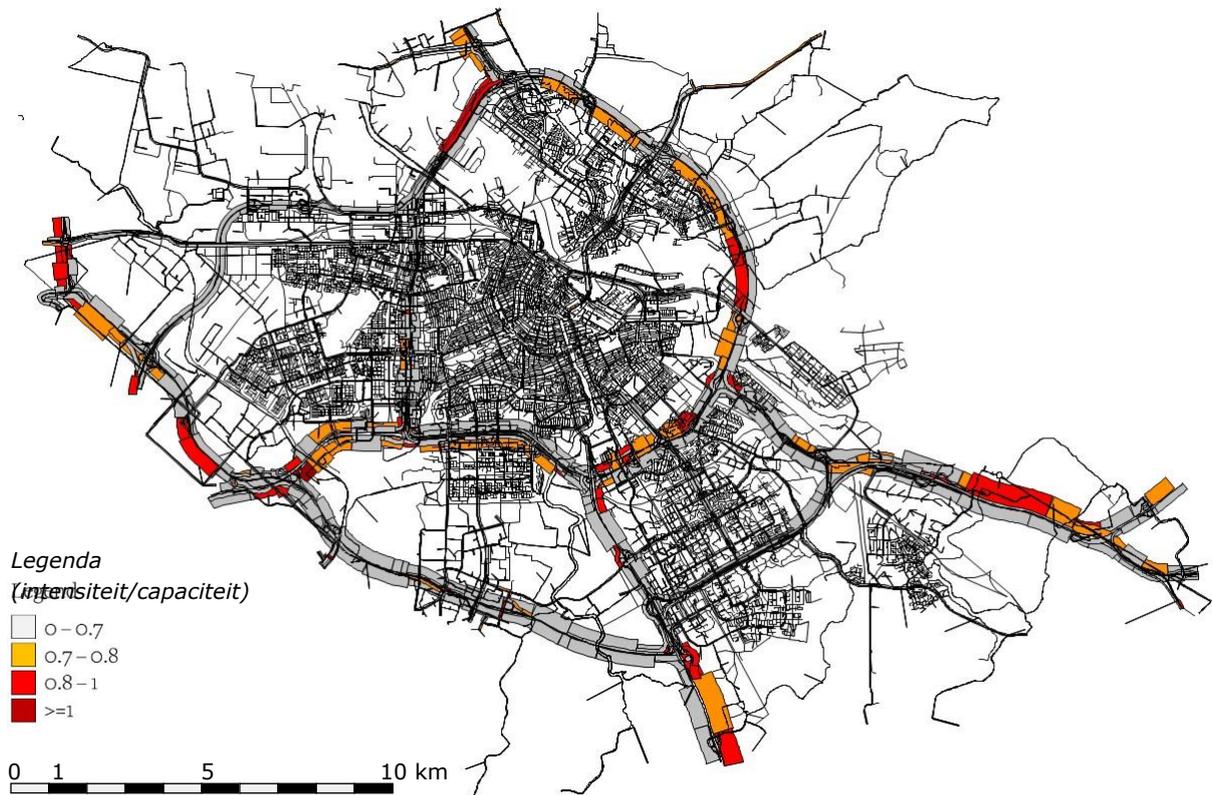
Aandeel vervoerswijze	Scenario 1: 'Back to normal'	Scenario 2: 'Geringe veranderingen'	δ	Scenario 3: 'Thuiswerken is een blijvertje'	δ	Scenario 4: 'Het fietsparadijs'	δ
Auto	27%	27%	-2%	28%	+2%	27%	-2%
OV	15%	14%	-9%	15%	-4%	13%	-17%
Fietsen	39%	41%	+6%	38%	-2%	42%	+8%
Wandelen	19%	19%	-1%	20%	+5%	19%	-1%
Totale ritten	1,975,000	1,897,000	-4%	1,813,000	-8%	1,791,000	-9%

Tabel 3: Reismoment van de ritten per post-COVID-19 reisgedrag-scenario zoals gegenereerd door het VMA

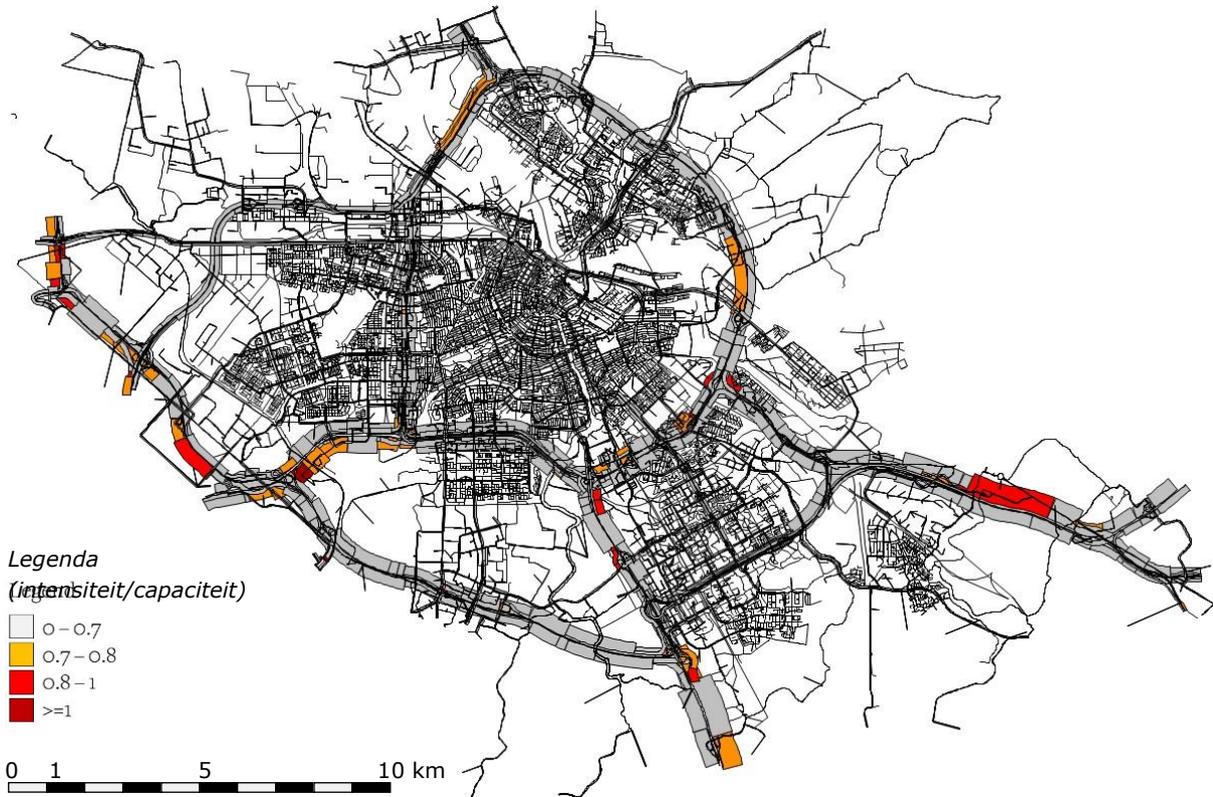
Reismoment	Scenario 1: 'Back to normal'	Scenario 2: 'Geringe veranderingen'	δ	Scenario 3: 'Thuiswerken is een blijvertje'	δ	Scenario 4: 'Het fietsparadijs'	δ
Ochtendspits	14%	14%	-3%	13%	-6%	13%	-6%
Restdag	69%	70%	+1%	71%	+2%	71%	+2%
Avondspits	16%	16%	-2%	16%	-3%	16%	-4%

Volgens Ahuja and Tiwari (2021:3) kan bereikbaarheid in het transportdomein worden beschreven als "the ease of reaching a destination from an origin by utilizing the available travel mode options with inherent impeding properties of the route-generally time, speed, distance, and mode of transport". Dit onderzoek maakt gebruik van reistijd als indicator van bereikbaarheid. In het VMA zijn alleen autowegen voorzien van een capaciteit, dit betekent dat reistijden van andere modaliteiten onveranderd blijven in de verschillende scenario's aangezien op deze andere type wegen geen congestie (i.e. verkeersintensiteit gedeeld door de capaciteit per weggedeelte) optreed (Gemeente Amsterdam, 2020). Hierom worden andere modaliteiten dan de auto buiten beschouwing gelaten in de bereikbaarheidsanalyse.

Op basis van een bereikbaarheidsanalyse kan worden vastgesteld dat de meeste verschillen in termen van congestievermindering zijn waargenomen in de ochtend- en avondspits. De bandbreedte plots zoals weergegeven in figuur 2 tot 5 illustreren de mate van congestie in de ochtendspits in Amsterdam per scenario. In deze figuren kan geobserveerd worden dat congestie in de ochtendspits in gradaties afneemt van scenario 2 'Geringe veranderingen' tot scenario 4 'Het fietsparadijs', waarbij in het laatstgenoemde scenario de congestie vrijwel verdwenen is.



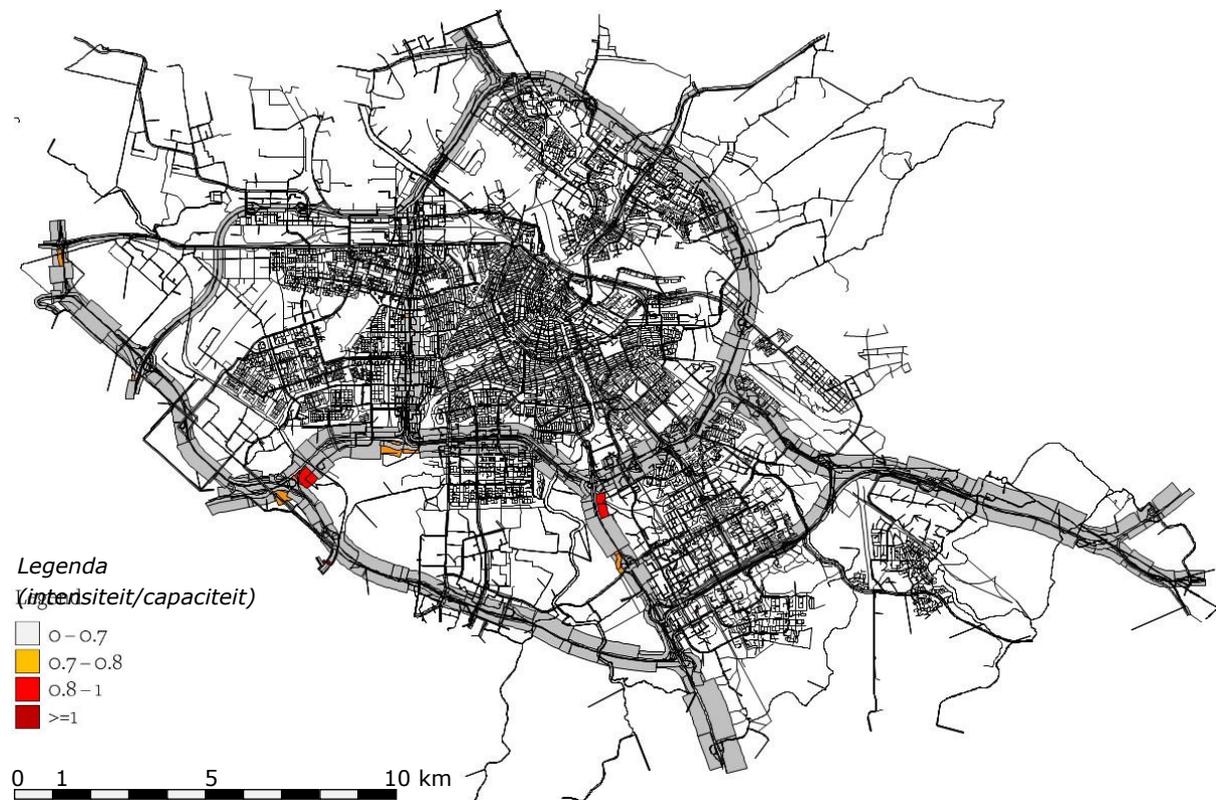
Figuur 2: Mate van congestie in de ochtendspits in Amsterdam in scenario 1: 'Back to normal'.



Figuur 3: Mate van congestie in de ochtendspits in Amsterdam in scenario 2: 'Geringe veranderingen'.



Figuur 4: Mate van congestie in de ochtendspits in Amsterdam in scenario 3: 'Thuiswerken is een blijvertje'.



Figuur 5: Mate van congestie in de ochtendspits in Amsterdam in scenario 4: 'Het fietsparadijs'.

5. Conclusie

Dit onderzoek heeft tot doel inzicht te verschaffen in de mogelijke implicaties van lange termijn reisgedragsveranderingen als gevolg van de COVID-19 pandemie en samenhangende beleidsmaatregelen op de bereikbaarheid en allocatie van de openbare ruimte in de stad Amsterdam. Aan de hand van een conceptueel model bestaand uit reisgedragsveranderingstheorieën in combinatie met de directe effecten van de COVID-19 pandemie en samenhangende beleidsmaatregelen kan worden vastgesteld dat er drie algemene langetermijneffecten van de pandemie op reis- en activiteitenpatronen kunnen worden verwacht: (1) een verschuiving van onsite naar online activiteiten, (2) een verandering van reispatronen in zowel reismoment als -afstand en (3) een verschuiving in vervoerswijzekeuze naar actieve vervoerswijze zoals fietsen en lopen. Dit onderzoek analyseert expliciet een verschuiving van onsite naar online werk gerelateerde reispatronen die afhankelijk blijken te zijn van (1) de utiliteit van thuiswerken, (2) attitudes ten opzichte van thuiswerken en (3) gewoontegedrag waarin thuiswerken een rol speelt. Bovendien blijkt dat de verandering van werk gerelateerde reispatronen een direct gevolg van toegenomen flexibiliteit in verband met de verschuiving van onsite naar online werk gerelateerde activiteiten. Een verschuiving in vervoerswijzekeuze naar actieve vervoerswijze wordt in dit onderzoek gemodelleerd als een verschuiving naar fietsen, welke afhankelijk blijkt te zijn van (1) de utiliteit van fietsen, (2) attitudes ten opzichte van fietsen en (3) de ontwikkeling van nieuw gewoontegedrag waarin fietsen een rol speelt.

Gebaseerd op de modelresultaten van de vier post-COVID-19 reisgedrag scenario's zoals doorgerekend in het VMA kan worden geconcludeerd de verminderde werk gerelateerde activiteiten en de daaruit voortvloeiende veranderingen in werk gerelateerde reizen de congestiepercentages tijdens de ochtend- en avondspits sterk verminderen. Een beleidsimplicatie van dit onderzoek is dat het verstandig lijkt om na de pandemie meer openbare ruimte toe te wijzen aan fietsinfrastructuur.

Literatuurlijst

- Ahuja, R. and Tiwari, G. (2021) 'Evolving term "accessibility" in spatial systems: Contextual evaluation of indicators', *Transport Policy*. doi: 10.1016/j.tranpol.2021.03.006.
- Aloi, A. et al. (2020) 'Effects of the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain)', *Sustainability*, 12(9), p. 3870. doi: 10.3390/su12093870.
- Van Audenhove, F. et al. (2020) *Arthur D. Little future lab - The future of Mobility post-COVID - Turning the crisis into an opportunity to accelerate towards more sustainable, resilient and human-centric urban mobility systems*.
- Castiglione, J., Bradley, M. and Gliebe, J. (2014) *Activity-Based Travel Demand Models: A Primer*. Washington, D.C.: Transportation Research Board. doi: 10.17226/22357.
- Corwin, S. et al. (2020) *Deloitte insights - The future of mobility after COVID-19, scenarios for transportation in a postcoronavirus world*.
- Dat.mobility (2021) *Nederlands Verplaatsingspanel (NVP)*.
- Echegaray, F. (2021) 'What POST-COVID-19 lifestyles may look like? Identifying scenarios and their implications for sustainability', *Sustainable Production and*

Consumption, 27, pp. 567–574. doi: 10.1016/j.spc.2021.01.025.

Gemeente Amsterdam (2020) 'Verkeersmodel Amsterdam 3.0 technische rapportage'.

Goscé, L. *et al.* (2020) 'Modelling SARS-COV2 Spread in London: Approaches to Lift the Lockdown', *Journal of Infection*, 81(2), pp. 260–265. doi: 10.1016/j.jinf.2020.05.037.

de Haas, M., Faber, R. and Hamersma, M. (2020) 'How COVID-19 and the Dutch "intelligent lockdown" change activities, work and travel behaviour: Evidence from longitudinal data in the Netherlands', *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6, p. 100150. doi: 10.1016/j.trip.2020.100150.

de Haas, M., Hamersma, M. and Faber, R. (2020) *Nieuwe inzichten mobiliteit en de coronacrisis*. Available at: <https://www.kimnet.nl/publicaties/brochures/2020/07/21/nieuwe-inzichten-mobiliteit-en-de-coronacrisis>.

Hadjidemetriou, G. M. *et al.* (2020) 'The impact of government measures and human mobility trend on COVID-19 related deaths in the UK', *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6, p. 100167. doi: 10.1016/j.trip.2020.100167.

Hatrup-Silberberg, M. *et al.* (2020) *McKinsey Center for Future Mobility - Five COVID-19 aftershocks reshaping mobility's future*.

Lozzi, G. *et al.* (2020) *Research for TRAN Committee – COVID-19 and urban mobility: impacts and perspectives*, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies. Brussels.

Milakis, D. *et al.* (2017) 'Development and transport implications of automated vehicles in the Netherlands: scenarios for 2030 and 2050', *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 17 (1). doi: <https://doi.org/10.18757/ejtir.2017.17.1.3180>.

Oirbans, L. (2021) *Imagining a post-COVID world: Exploring long term travel behavior changes due to the COVID-19 pandemic and its regional implications on urban mobility*. Delft University of Technology. Available at: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:1def0bee-7912-4d8a-9bc7-af1d7c8375c3>.

Pillkahn, U. (2008) *Using Trends and Scenarios as Tools for Strategy Development*.

Roser, M. *et al.* (2020) 'Coronavirus Pandemic (COVID-19)', *Our World in Data*.

Shamshiripour, A. *et al.* (2020) 'How is COVID-19 reshaping activity-travel behavior? Evidence from a comprehensive survey in Chicago', *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7, p. 100216. doi: 10.1016/j.trip.2020.100216.

Stojanović, M., Mitković, P. and Mitković, M. (2014) 'The scenario method in urban planning', *Facta universitatis - series: Architecture and Civil Engineering*, 12(1), pp. 81–95. doi: 10.2298/FUACE1401081S.

van Wee, B. (2020) 'Langetermijneffecten mobiliteit? Een discussie.', *Tijdschrift Vervoerswetenschap* 56, (4), December, pp. 13–21.

Wright, G., Bradfield, R. and Cairns, G. (2013) 'Does the intuitive logics method – and its recent enhancements – produce "effective" scenarios?', *Technological Forecasting and Social Change*, 80(4), pp. 631–642. doi: 10.1016/j.techfore.2012.09.003.