

De perifere mobiliteitshub als meerzijdig platform? Een Fuzzy Delphi-studie naar de netwerkeffecten van aanbodstrategieën

Tibor Rongen – Rijksuniversiteit Groningen – t.o.rongen@rug.nl
Sander Lenferink – Radboud Universiteit – sander.lenferink@ru.nl
Jos Arts – Rijksuniversiteit Groningen – jos.arts@rug.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk
13 en 14 oktober 2022, Utrecht**

Samenvatting

Mobiliteitshubs worden steeds vaker naar voren gebracht als hoekstenen in vervoers- en ruimtelijk beleid om de bereikbaarheid en de leefbaarheid van landelijke gebieden in stand te houden. Op deze hubs komen vaste HOV-verbindingen samen met verschillende vormen van flexibel vervoer. Het is een alternatief voor een OV-systeem met dunne lijnen dat wordt gekenmerkt door indirecte routing, lage frequenties en beperkte haltering. In potentie bedient flexibel vervoer gebieden en tijdstippen met een te lage rendabiliteit voor vaste dienstregelingen, terwijl haltes in het OV-netwerk (hubs) een geclusterde vervoersvraag genereren voor flexibel vervoer. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar de mate waarin vaste en flexibele vervoersdiensten elkaar aanvullen of wellicht juist eroderen. In dit paper wordt verslag gedaan van een onderzoek dat tot doel had om inzicht te krijgen in de netwerkeffecten van de aanwezigheid van OV-maatschappijen, deelmobiliteitsaanbieders en asset owners op twee typen perifere hubs: de P+R-hub en de rurale hub. In een Fuzzy Delphi-experiment ($n=60$) werd vertegenwoordigers van deze stakeholders een aantal mogelijke strategieën toegewezen om het gebruik van de hub te vergroten. We vroegen respondenten in hoeverre het waarschijnlijk is om een strategie te kiezen in reactie op een strategie van een andere stakeholder. De resultaten laten zien dat OV-maatschappijen en deelmobiliteitsaanbieders relatief ongevoelig zijn voor elkaars strategieën, hetgeen suggereert dat de positieve netwerkeffecten van aanbieders op de hub beperkt zijn. Door het verbeteren van de fietsbereikbaarheid en de aanleg van laadinfrastructuur op de hub kan de asset owner wel OV-maatschappijen en deelmobiliteitsaanbieders stimuleren om hun respectievelijke aanbod verder te ontwikkelen. Toekomstig onderzoek moet uitwijzen hoe de complementariteit tussen vaste en flexibele vervoersdiensten kan worden versterkt, waarbij kansen liggen voor het hervormen van vervoersconcessies en het integreren van hubs in bredere beleidspakketten voor de bereikbaarheid – en daarmee de leefbaarheid – in landelijke gebieden.

1. Introductie

De leefbaarheid in perifere regio's is sterk afhankelijk van de bereikbaarheid tot dagelijkse voorzieningen, zoals scholen, supermarkten of bibliotheken, en daarmee de mogelijkheid tot maatschappelijke deelname (Gray *et al.*, 2001; Smith *et al.*, 2012). Vanuit sociaal en duurzaamheidsperspectief poogt mobiliteitsbeleid om gelijke toegang tot het OV te bieden en zo de leefbaarheid van perifere regio's in stand te houden (Fransen *et al.*, 2015; Kask *et al.*, 2022a). De vervoersvraag in deze gebieden is echter van nature beperkt en wijdverspreid – er is sprake van 'dunne lijnen' – waardoor vervoerders in het kader van kostenefficiëntie zijn genoodzaakt om hun netwerken in te richten met indirecte routing, lage frequenties en beperkte haltering. Naast het ongemak voor de reiziger, heeft dit een belemmerde concurrentiepositie van het OV ten gevolg (Velaga *et al.*, 2012) en zijn de beleidsopties om sociale uitsluiting te voorkomen beperkt (Shergold en Parkhurst, 2012).

Om de dienstverlening te verbeteren, kunnen hubs uitkomst bieden als schakels tussen OV en deelmobiliteit. Innovaties in bijvoorbeeld vraagafhankelijk vervoer, deelmobiliteit, MaaS en voertuigelektrificatie spelen een centrale rol in de herwonnen aandacht voor de hub als beleidsconcept (Rongen *et al.*, 2022b). De laatste jaren zijn er verschillende studies gewijd aan hubs over optimale locaties (Frank *et al.*, 2021), businessmodellen (Coenegrachts *et al.*, 2021), reizigersvoorkeuren (Miramontes *et al.*, 2017; Chauhan *et al.*, 2021) en -segmentatie (Bösehans *et al.*, 2021). Deze studies wijzen op het belang van coördinatie tussen aanbieders om de gebruiker in een geïntegreerd aanbod te voorzien.

De implementatie van perifere mobiliteitshubs stuit echter op de beperkte complementariteit van OV en deelmobiliteit. Voor het OV zijn minimale serviceniveaus gereguleerd in concessies en wordt de onrendabele top gesubsidieerd. Dit is niet het geval voor deelmobiliteitsaanbieders die een kritieke massa nodig hebben voor een sluitend verdienmodel en die afhankelijker zijn van overheidssubsidies ter compensatie van financiële risico's (Coenegrachts *et al.*, 2021). Verschillende studies laten zien dat een stabiele subsidie op de langetermijn essentieel blijkt voor het opzetten van nieuwe deelmobiliteitsdiensten met onzekere verdienmodellen (Daniels en Mulley, 2012; Jokinen *et al.*, 2019).

Omdat het deelmobiliteitsaanbod in Nederland niet overal geïntegreerd is in OV-concessies (Veeneman, 2018), hebben we onderzoek uitgevoerd met als doel om inzicht te krijgen in de netwerkeffecten van aanbieders op een perifere hub en daarmee in de beleidsopties om de aantrekkelijkheid van hubs te vergroten. We hadden drie onderzoeksvragen:

1. Wat zijn kansrijke strategieën van stakeholders om het aantal gebruikers van perifere hubs te vergroten?
2. In hoeverre leiden deze strategieën tot positieve netwerkeffecten tussen OV-maatschappijen en deelmobiliteitsaanbieders?
3. In hoeverre kunnen platformaanbieders de uitwisseling van reizigers tussen het OV- en deelmobiliteitsaanbod stimuleren?

Ter beantwoording van deze vragen hebben we een Fuzzy Delphi-onderzoek uitgevoerd met 60 respondenten uit die een OV-maatschappij, een deelmobiliteitsaanbieder en een asset owner vertegenwoordigen. Vanuit de theorie van meerzijdige platforms, veronderstellen we dat de uitwisseling van reizigers tussen het OV- en deelmobiliteitsaanbod op hubs kan leiden tot positieve netwerkeffecten. In potentie bedient deelmobiliteit de gebieden en tijdstippen met een te lage rendabiliteit voor OV-

dienstregelingen, terwijl op haltes in het OV-netwerk (hubs) een geclusterde vervoersvraag interessant kan zijn voor aanbieders van deelmobiliteit. In het kader van deze studie wordt de OV-maatschappij als belangrijkste actor in het *trunk*-systeem, en de deelmobiliteits-aanbieder als belangrijkste speler in het *feeder*-systeem beschouwd.

De structuur van dit paper is als volgt. Hoofdstuk 2 beschrijft hoe hubs kunnen worden geanalyseerd aan de hand van de theorie van meerzijdige platforms. In hoofdstuk 3 beschrijven we de opzet van de Fuzzy Delphi, waarvan de resultaatbeschrijving volgt in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 stellen we deze bevindingen ter discussie om vervolgens in hoofdstuk 6 een conclusie te formuleren.

2. Analytisch kader

2.1 Mobiliteitshubs als meerzijdige platforms

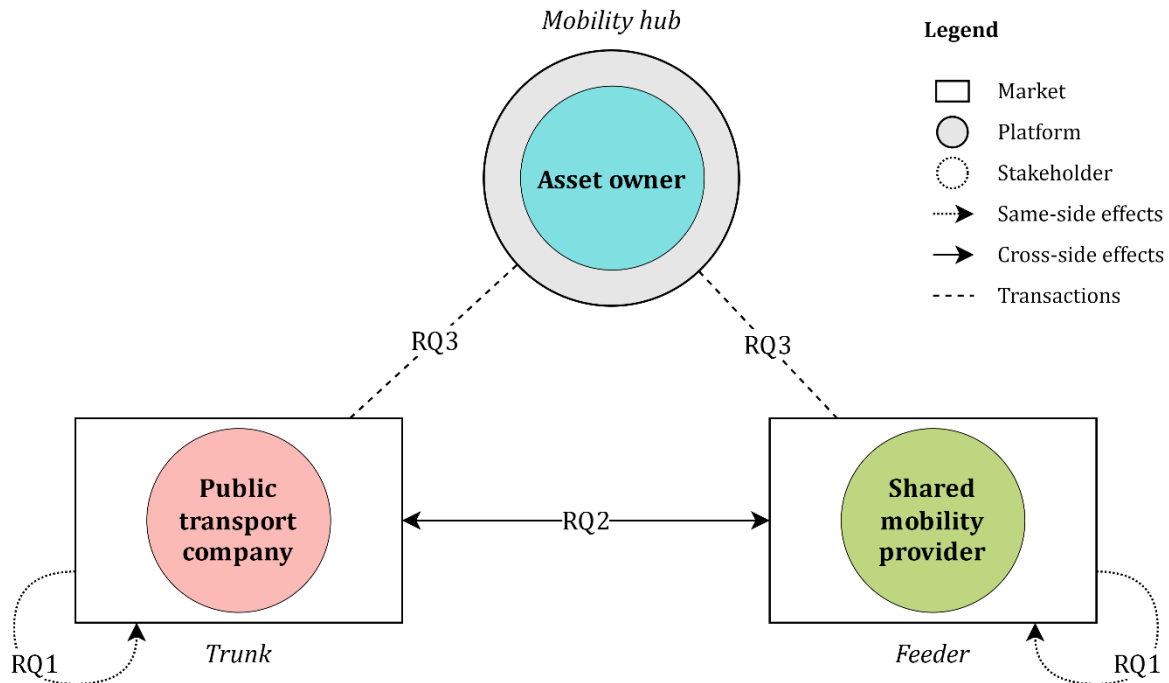
Mobiliteitshubs kunnen worden gezien als platforms in een meerzijdige markt – een markt waar twee of meer aanbieders met elkaar interacteren via een platform dat producten of diensten levert (Rysman, 2009). Kenmerkend voor een meerzijdige markt is dat, in tegenstelling tot een eenzijdige markt, de waarde van een product of dienst (mede) afhangt van volumes in de andere markten die gebruik maken van het platform. Door deze netwerkeffecten bieden platforms de mogelijkheid om gebruikers uit te wisselen en om de kosten van transactie tussen beide partijen te minimaliseren (Evans en Schmalensee, 2008). Platformaanbieders kunnen met de juiste strategie de uitwisseling tussen de beide marktzijden beïnvloeden (Rochet en Tirole, 2006).

In de literatuur wordt onderscheid gemaakt tussen twee soorten netwerkeffecten in meerzijdige markten. *Directe netwerkeffecten* treden op wanneer gebruikers een product of dienst meer waarderen als het totale gebruikersvolume binnen diezelfde markt toeneemt (Staykova en Damsgaard, 2015). Een klassiek voorbeeld is de adoptie van de mobiele telefoon. Toen slechts een kleine groep mensen een telefoon bezat, was het aantal gebruikers waarmee men kon telefoneren beperkt, zo gold dat ook voor de waarde van de telefoon. Naarmate het gebruikersvolume toenam, bijvoorbeeld door lagere kosten en technologische ontwikkeling, nam ook de waarde van de telefoon toe. *Indirecte netwerkeffecten* treden op wanneer de vraag naar een product of dienst (gedeeltelijk) afhangt van het leveren van een product of dienst in de andere markt en eventueel vice versa (Rysman, 2009). Een bekend voorbeeld is de krant, waar uitgeverij met het schrijven van artikelen lezers proberen te trekken. Er is sprake van een indirect netwerkeffect omdat een groeiend lezersbestand het aantrekkelijk maakt voor commerciële partijen om te adverteren in de krant. Omgekeerd is het nog maar de vraag of lezers meer advertenties waarderen (Evans en Schmalensee, 2008). Bruzzone *et al.* (2021) laten zien dat het combineren van DRT met een systeem voor het delen van e-fietsen de bereikbaarheid in tijd en ruimte verbetert in vergelijking met een bestaand bussysteem met vaste dienstregeling.

Analoog aan deze voorbeelden is het concept van meerzijdige platforms mogelijk toepasbaar op een mobiliteitshub. De hub fungeert als platform voor de intermodale overstap tussen de OV en deelmobiliteit. Het OV trekt reizigers met een frequente en snelle service die verschillende bestemmingen bedient. Een positief netwerkeffect kan ontstaan door de concentratie van reizigersstromen – en daarmee een grotere potentiële vervoersvraag – voor deelmobiliteit. Deelmobiliteit trekt reizigers door flexibele en gedeelde diensten aan te bieden in gebieden en op tijdstippen met een te lage rendabiliteit

voor vaste dienstregeling. Mogelijk treden ook negatieve netwerkeffecten op als beide aanbieders gaan concurreren om reizigers.

Figuur 1 laat de relaties zien tussen de actoren die actief zijn op het platform (hub) en toont hun verband met de onderzoeksvragen.



Figuur 1. De mobiliteitshub als een meerzijdig platform.

2.2 Stakeholders en strategieën

Voor ons onderzoek naar hubs in het landelijk gebied in Nederland hebben we drie stakeholdergroepen geselecteerd die standaard dienstverleners zijn op hubs en belangrijke actoren zijn binnen de verschillende zijden van het platform een OV-maatschappij, een deelmobiliteitsaanbieder en een asset owner. Per stakeholder hebben we een reeks strategieën geformuleerd die tot doel heeft om het aantal gebruikers van de hub te vergroten.

De *OV-maatschappij* opereert een basisnetwerk van vaste bus- en treinlijnen en kan profiteren van deelmobiliteitsaanbod om onrendabele gebieden en tijden van de dienstregeling te dekken. Vanuit het perspectief van de hub zijn frequentie en het verzorgingsgebied belangrijke variabelen voor de OV-maatschappij die onderhandelbaar zijn binnen vervoersconcessies. Daarnaast kan ook het aanbieden van kleinschalig vervoer, in de vorm van bijvoorbeeld een deeltaxi of belbus, een efficiënt alternatief zijn voor vaste lijnen die gebieden of perioden met weinig vraag bedienen (Morton *et al.*, 2018)

De *deelmobiliteitsaanbieder* biedt deelfietsen, e-bikes en -auto's aan op de hub en kan profiteren van een geclusterde vervoersvraag bij haltes in het OV-netwerk. We hebben voor deze drie modi gekozen vanwege hun verschillende actieradii en de huidige toepassing in de praktijk. Voor deze deelmodaliteiten zijn de ritprijs en het aantal beschikbare voertuigen belangrijke elementen bij het aantrekken van reizigers (Zuo *et al.*, 2020).

De *asset owner* vertegenwoordigt de platformaanbieder van de hub (en haar directe omgeving) en faciliteert daarmee de uitwisseling van reizigers tussen het OV en deelmobiliteit. De bereikbaarheid van de hub is cruciaal om gebruikers te trekken; waarbij we de fiets en de auto belangrijk zijn in landelijke gebieden waarde afstanden normaliter langer zijn. Belangrijke variabelen bij de bereikbaarheid van de hub per fiets zijn stallingsmogelijkheid (Martens, 2007; Rietveld, 2000) en de aanwezigheid van fietspaden (Martens, 2007; Cervero *et al.*, 2013). Hetzelfde geldt voor de autobereikbaarheid van de hub en de aanwezigheid van wegen en parkeervoorzieningen (Yin, Shao en Wang, 2018). Daarnaast is de kwaliteit van de overstap een belangrijke variabele. Zo laten verschillende auteurs laten zien dat de afstand en het loopcomfort van de fietsenstalling naar het perron van het treinstation van invloed zijn op de keuze van de fiets als toegangsmodus (Martens, 2007; La Paix *et al.*, 2021).

Tabel 1. Strategieën per stakeholder.

Stakeholder	Strategie
OV- maatschappij	De frequentie van de bestaande lijnverbindingen verhogen
	Het aantal lijnverbindingen (richtingen) uitbreiden
	Kleinschalig vervoer aanbieden (bv. belbus of regiotaxi)
Deelmobiliteits- aanbieder	Het aantal deelfietsen vergroten
	Het aantal elektrische deelfietsen vergroten
	Het aantal deelauto's vergroten
	De ritprijs van een (elektrische) deelfiets verlagen
	De ritprijs van een deelauto verlagen
Asset owner	Investeren in de fietsbereikbaarheid (fietspaden, stallingen)
	Investeren in de autobereikbaarheid (wegen, parkeren)
	Verbeteren van de overstapkwaliteit (bv. afstand tussen vervoersmiddelen, reisinformatie, wayfinding)
	Een elektrische laadvoorziening aanleggen (t.b.v. bussen, auto's en fietsen)
	Een (commerciële) voorziening aanbieden (bv. winkel, kiosk, pakketkluis)

3. Methodologie

Om te analyseren hoe stakeholders reageren op elkaars strategieën hebben we de Fuzzy Delphi-methode (FDM) toegepast. De FDM combineert de traditionele Delphi (Dalkey en Helmer, 1963) met de *fuzzy set theory* (Zadeh, 1965). De traditionele Delphi poogt door middel van herhaalde vragenlijsten en feedback een consensus te bereiken ten aanzien van een bepaalde onzekerheid (Dalkey en Helmer, 1963). De Fuzzy Delphi heeft als voordeel dat het maar één ronde dataverzameling vereist, waarmee een hogere responsratio meer waarschijnlijk is en het proces minder kostbaar en tijdrovend is (Ishikawa *et al.*, 1993). Daarnaast worden respondenten in de Fuzzy Delphi niet geforceerd om hun antwoorden aan te passen op basis van de rest van de steekproef, waarmee een meer natuurlijke respons kan worden verwacht.

3.1 Onderzoeksontwerp

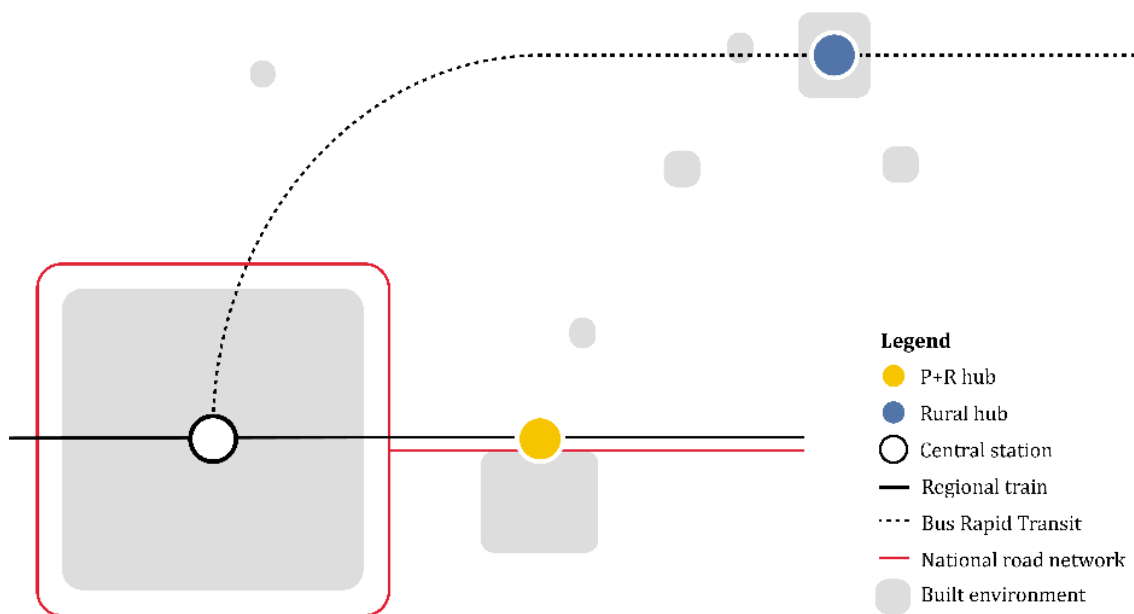
De kern van het experiment is de wederzijdse evaluatie van stakeholderstrategieën in de vorm van een vragenlijst. Voor elke combinatie hebben we spelers gevraagd om de waarschijnlijkheid van het implementeren van een strategie aan te geven op een vijfpuntschaal van 'zeer onwaarschijnlijk' tot 'zeer waarschijnlijk'.

We hebben twee typen perifere mobiliteitshubs gedefinieerd als referentiekader voor de confrontaties. Dit heeft tot doel om de statistische validiteit van het experiment te waarborgen (Glumac *et al.*, 2015) en het effect van verschillende ruimtelijke contexten en

reizigersvolumes op strategische interacties te evalueren. Rongen *et al.* (2022) redeneerden dat de Park-and-Ride (P+R) en de rurale hub het meeste potentieel hebben om multimodaliteit perifere gebieden te beïnvloeden. Twee andere typen zijn Transit Oriented Development (TOD-) hubs en wijkhubs, maar deze bevinden zich met name in stedelijke omgevingen en vallen daarmee buiten reikwijdte van deze studie.

De *P+R-hub* bundelt vervoersstromen richting centrumstedelijk gebied door autoverkeer met diffuse herkomstpatronen te koppelen aan OV in de stadsrand. In de vragenlijst formuleerden we de fictieve P+R hub als volgt (zie Figuur 2): “[De P+R hub ligt] op acht kilometer van het stadscentrum langs het Rijkswegennet en een regionale spoorlijn. Per uur vertrekken er één bus (15 minuten) en twee sprinters (10 minuten) naar het centraal station. Er zijn 200 reizigers per dag.”

De *rurale hub* is een regionaal knooppunt in een landelijke context die regionale trein- of busdiensten verbindt met kleinschalig vervoer of deelmodaliteiten. In de vragenlijst formuleerden we de fictieve rurale hub als volgt (zie Figuur 2): “[De rurale hub ligt] aan de rand van een dorpskern met 5.000 inwoners langs een provinciale weg. Op 25 kilometer bevindt zich een provinciestad met 150.000 inwoners waar de belangrijkste voorzieningen van de regio gevestigd zijn. Per uur vertrekken twee bussen met een reistijd van 45 minuten naar het stadscentrum. Er zijn 40 reizigers per dag.”



Figuur 2. Visuele weergave van de P+R-hub en de rurale hub zoals gebruikt in de vragenlijst.

3.2 Dataverzameling

De vragenlijst werd verspreid onder respondenten die de drie stakeholders vertegenwoordigen (zie par. 2.2). Voor de samenstelling van de steekproef zochten we een balans tussen: 1) de kennis en ervaring van de respondenten; en 2) de steekproefgrootte.

Ten eerste zijn kennis en ervaring van de respondenten essentieel voor het verkrijgen van betrouwbare resultaten in Delphistudies (Belton *et al.*, 2019). Deelnemers aan de studie dienden werkzaam te zijn voor of in opdracht van een organisatie die tot een van de stakeholdercategorieën behoort. Potentiële respondenten werden via e-mail benaderd op basis van hun aanwezigheid op congressen en bijeenkomsten, via LinkedIn

of Google. Daarnaast hebben we een uitnodigingen verspreid via de kanalen van kennisnetwerken en koepelorganisaties.

Ten tweede is de steekproefgrootte van belang om de statistische validiteit van de consensus te waarborgen. Om dit te testen hebben we een *bootstrapping*-techniek toegepast, zoals voorgesteld door (Akins *et al.*, 2005). Volgens deze methode wordt de originele dataset uitgebreid tot een aanvullende dataset. De aanvullende dataset bevat duizend extra datapunten die willekeurig worden getrokken uit de originele data. Wanneer de standaarddeviatie van de aangevulde data kleiner is dan voor de originele data is er sprake van saturatie en is het niet aannemelijk dat nieuwe responsen de resultaten drastisch zullen veranderen. De variabelen c.q. strategische interacties waarvoor de standaarddeviatie in de aanvullende dataset groter was dan in de originele dataset hebben we uitgesloten van de analyse.

3.3 Analytische procedure

De 5-punts Likertschaal is nuttig voor deelnemers om een waarschijnlijkheid toe te kennen aan de respectieve strategieconfrontaties kwalitatief, maar ze kunnen deze taalkundige uitdrukkingen anders interpreteren. Twee respondenten die de deelmobiliteitsaanbieder vertegenwoordigen, hebben bijvoorbeeld evenveel kans om het aantal deelfietsen te vergroten. De eerste respondent antwoordt echter 'waarschijnlijk' en de tweede 'zeer waarschijnlijk'. Om tegemoet te komen aan deze *fuzziness* hebben we elke antwoordoptie gekoppeld aan een *triangular fuzzy number* (TFN) om de centrale tendens en divergentie van individuele antwoorden te identificeren (Cheng, 2004). TFN's generaliseren een individuele antwoordoptie naar een samenhangende reeks van drie mogelijke antwoordopties: de laagst aannemelijke waarde, de meest aannemelijke waarde en de hoogst aannemelijke waarde. Tabel 2 bevat het overzicht van de samenhangende set van mogelijke waarden per antwoordoptie. Deze intervallen werden geadviseerd in het werk van Chen (2000) en later toegepast in transport gerelateerd onderzoek van bijvoorbeeld Ebrahimi en Bridgelall (2021).

Tabel 2. Fuzzy-nummers die verband houden met de taalkundige termen die in de vragenlijst aan de respondenten werden gepresenteerd.

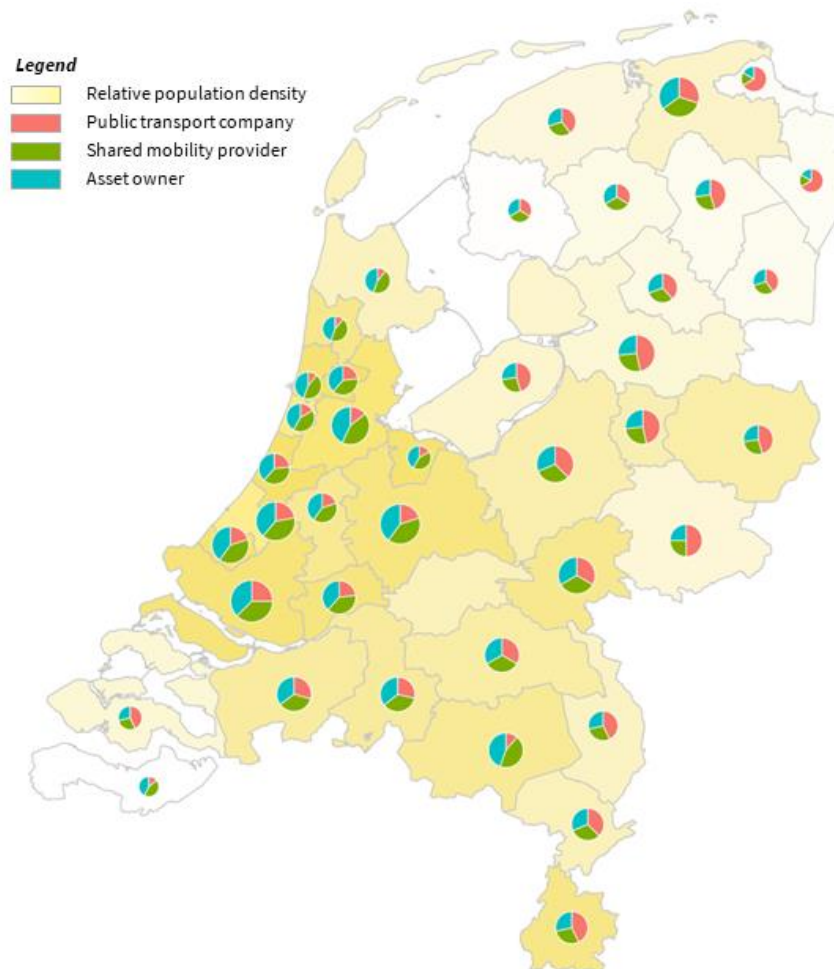
<i>Antwoordkeuze</i>	<i>Laagst aannemelijke waarde</i>	<i>Meest aannemelijke waarde</i>	<i>Hoogst aannemelijke waarde</i>
Zeer onwaarschijnlijk	0	1	3
Onwaarschijnlijk	1	3	5
Neutrale	3	5	7
Aannemelijk	5	7	9
Zeer waarschijnlijk	7	9	10

Vervolgens hebben we per strategische interactie het zwaartepunt van de TFN's bepaald: het gemiddelde van alle laagst aannemelijke, meest aannemelijke en hoogst aannemelijke waarden per variabele. Ten slotte hebben we Pareto-optimaliteit toegepast om de meest kansrijke interacties te bepalen vanuit het principe van collectieve welvaart. In vergelijking met alternatieve oplossingsconcepten, zoals het Nash-evenwicht, waarbij wordt gezocht naar de beste (combinatie van) strategie(ën) voor een individuele speler, gaat Pareto-optimaliteit ervan uit dat een uitkomst sociaal wenselijk is als geen enkele andere uitkomst ten minste één stakeholder beter af maakt (Tadelis, 2013, p. 57).

4. Resultaten

4.1 Beschrijving van de steekproef

Zestig experts hebben gereageerd op onze vragenlijst. De OV-maatschappij ($n=21$) werd vertegenwoordigd door OV-maatschappijen, vervoersautoriteiten en adviesbureaus. Marktpartijen en adviesbureaus vormden de aanbieder van gedeelde mobiliteit ($n=14$). Tot slot namen de medewerkers van het ministerie, provincies, gemeenten, infraproviders, vastgoeddivisies van spoorwegmaatschappijen en adviesbureaus de rol van asset owner op zich ($n=25$). Figuur 3 geeft de geografische spreiding weer van respondenten die werken aan hubs in Nederland op NUTS-3-niveau, de administratieve regio die het dichtst een *Daily Urban System* benadert. We vroegen respondenten aan te geven waar het grootste deel van hun werkzaamheden plaatsvond, om te controleren voor de landelijke achtergrond. De kaart bevestigt het beeld dat deelmobiliteitsaanbieders minder actief zijn in gebieden met een lagere bevolkingsdichtheid (Coenegrachts *et al.*, 2021).



Figuur 3. Geografische spreiding van de werkgerelateerde activiteiten van respondenten per stakeholder.

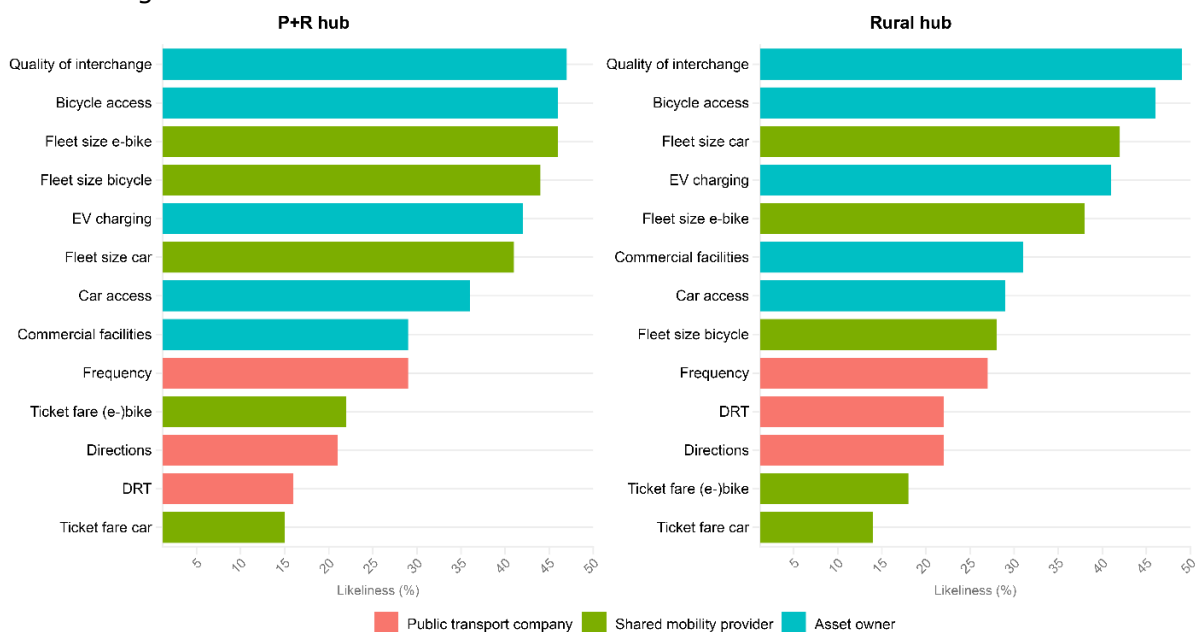
4.2 Kansrijke strategieën

Figuur 4 laat de waarschijnlijkheid zien die stakeholders toekennen aan een strategie als het gemiddelde van alle strategische confrontaties. Opvallend is dat er in algemene zin geen algemene strategie is met een hoge gemiddelde waarschijnlijkheid.

De *OV-maatschappij* zal op basis van de interacties met de andere stakeholders het minst geneigd zijn om een strategie uit te voeren, gegeven de gemiddelde kans van 22,0% op de P+R-hub en 23,3% op de rurale hub. De meest waarschijnlijke strategie is het verhogen van de frequentie. Hoewel het uitbreiden van het aantal richtingen nagenoeg gelijk is voor beide hubtypen, is het aanbieden van kleinschalig vervoer iets waarschijnlijker op de rurale hub (21,1%) dan op de P+R hub (15,9%).

De *deelmobiliteitsaanbieder* is gevoeliger voor interacties met de andere stakeholders, gegeven de gemiddelde kans is 33,5% op de P+R-hub en 28,2% op de rurale hub. Over het algemeen is het vergroten van de vloot voor deelmodaliteiten aantrekkelijker dan het verlagen van ticketprijzen. Interessant is dat het toevoegen van zowel elektrische als normale deelfietsen ongeveer even aantrekkelijk zijn op de P+R-hub, terwijl op de rurale hub het plaatsen van elektrische deelfietsen populairder is.

De *asset owner* is het meest gevoelig voor stakeholderinteracties; gemiddeld 40,1% op de P+R-hub en 39,1% op de rurale hub. Overstapkwaliteit en de fietsbereikbaarheid zijn dominante strategieën in beide scenario's. Ook is het aanbieden van laadinfrastructuur een relatief populaire strategie, zelfs iets meer dan op de rurale hub. Interessant is dat een verbetering van de autobereikbaarheid waarschijnlijker wordt geacht op de rurale hub dan op de P+R-hub, terwijl het omgekeerde geldt voor het aanbieden van commerciële voorzieningen.



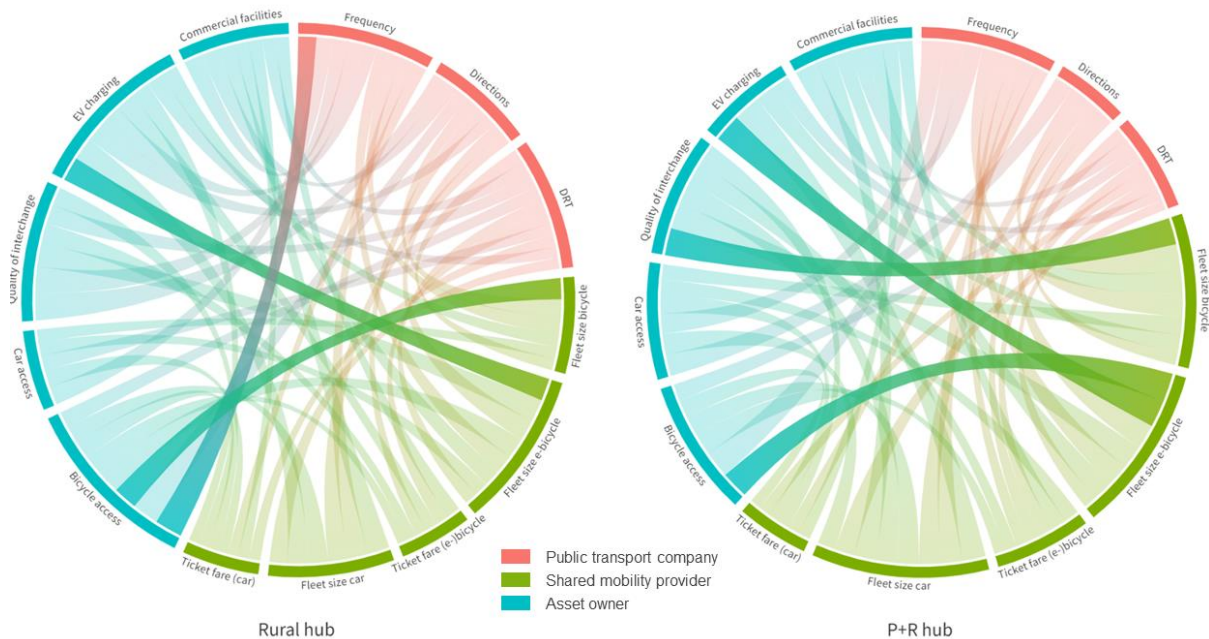
Figuur 4. Gemiddelde waarschijnlijkheid per stakeholderstrategie voor de P+R en rurale hub.

4.3 Positieve netwerkeffecten

In deze paragraaf worden de netwerkeffecten van de interactie tussen de OV-maatschappij en de deelmobiliteitsaanbieder beschreven. De breedte van de verbindingen tussen de respectieve strategieën, geeft de kans aan die een stakeholder toekent aan strategische interactie per hub-type; de Pareto-optimale combinaties zijn uitgelicht. De belangrijkste observatie is dat er geen Pareto-optimale resultaten zijn waarbij de aanbieder van gedeelde mobiliteit en de OV-maatschappij betrokken zijn, wat wijst op een beperkt potentieel voor positieve netwerkeffecten op basis van de gehanteerde strategieën.

4.4 Uitwisselingen op het platform

Voor platformtransacties zijn er voor beide hub-typen drie Pareto-optimale interacties waarbij de asset owner is betrokken. De aanleg van laadinfrastructuur en vergroten van het aantal elektrische deelfietsen is Pareto-optimaal voor beide hub-typen. Interessant is dat de strategie van de asset owner om de fietsbereikbaarheid te verbeteren optimaal is in combinatie met het plaatsen van elektrische deelfietsen op de P+R-hub en gecombineerd met de grootte van de gedeelde conventionele fietsvloot in het scenario met de rurale hub (Fig. 5). Op de rurale hub is het vergroten van het aantal normale deelfietsen te vergroten kansrijk in combinatie met een verbetering van de overstapkwaliteit (Fig. 6). Op de rurale hub creëert het verbeteren van de fietsbereikbaarheid een wederzijdse kans om de frequentie van het vaste OV te verbeteren.



Figuur 5. Stakeholderinteracties op de rurale en de P+R hub. De dikte van de verbindingen geeft de sterkte van de interactie-effecten tussen twee stakeholders aan. De Pareto-optimale combinaties zijn vetgedrukt.

5. Discussie

De resultaten lieten verschillende kansrijke interacties zien om het gebruik van perifere mobiliteitshubs te stimuleren. De eerste is het aanleggen van laadinfrastructuur en het uitbreiden van het aantal elektrische deelfietsen. Een waarschijnlijke verklaring voor deze bevinding is dat aanbieders verwachten dat de aanwezigheid van laadinfrastructuur het gebruik van elektrische voertuigen vergroot (Morton *et al.*, 2018; Sierzchula *et al.*, 2014). Bovendien zijn hubs strategische, kostenefficiënte locaties om aan te sluiten op het elektriciteitsnet (Csiszár *et al.*, 2019).

Een andere kansrijke interactie is het verbeteren van de fietsbereikbaarheid en het vergroten van de e-bikevloot op de P+R-hub. Aangezien P+R-hubs met de privéauto worden aangedaan, is het waarschijnlijk dat respondenten de e-bike als alternatief voor het OV zien voor het deel van reizen tussen de P+R en de bestemming (Campbell *et al.*, 2016; Bieliński *et al.*, 2021). Een mogelijke verklaring is dat e-bikes qua snelheid

concurrerende zijn dan het OV en minder fysieke inspanning vergen dan conventionele fietsen. Daartegenover staat dat een OV-rit in vergelijking tot een elektrische deelfietsrit kan worden vertraagd door verkeersopstoppingen, haltingen, extra overstappen en het lopen in de *last-mile*. Wat de fietsbereikbaarheid betreft, wijzen verschillende studies erop dat verbeteringen in de fietsinfrastructuur, zoals stallingen of fietspaden, een positieve invloed hebben op het gebruik van de fiets in de first- en last mile (Martens, 2007; Cervero *et al.*, 2013). Omdat het OV sterk afhankelijk is van publieke middelen, ontstaat er een mogelijk beleidsconflict als de asset owner de fietsbereikbaarheid van de P+R-hub bevordert.

Op de rurale hub is een verbetering van de fietsbereikbaarheid kansrijk in combinatie met het vergroten van het aantal gewone deelfietsen. In tegenstelling tot de P+R-hub is het theoretisch aannemelijk dat de deelfiets eerder een aanvulling is dan een vervanging van het OV, vanwege haar beperkte dekking in de karakteristieke omgeving van dit hub-type. Het feit dat het aantal normale deelfietsen eerder wordt uitgebreid op rurale hubs, kan zowel een inhoudelijke als methodologische reden hebben. Ten eerste is het verdienmodel van elektrische deelfietsen minder sluitend op de rurale hub dan op de P+R met grotere reizigersaantallen. Ten tweede was er voor de P+R-hub geen consensus over deze interactie, waarmee de werkelijke waarschijnlijkheid dat elektrische deelfietsen kansrijk zijn op rurale hubs onduidelijk blijft.

Geurs *et al.* (2016), laten zien dat het verbeteren van de kwaliteit van de fietsbereikbaarheid een positieve invloed heeft op het treingebruik, terwijl, vooral voor kleine stations, frequentieverbeteringen de bereikbaarheid aanzienlijk vergroten. Dit kan de strategische combinatie van OV-frequentie en fietsbereikbaarheid op de rurale hub verklaren, ondanks de focus op de bus in plaats van de trein.

Samenvattend laten de resultaten zien dat perifere hubs slechts in beperkte mate meerzijdige platforms zijn gezien de beperkte elasticiteit van OV-maatschappijen en deelmobiliteitsaanbieders voor elkaars strategieën. Wel kan de asset owner het OV- en deelmobiliteitsaanbod stimuleren door de fietsbereikbaarheid van perifere hubs te verbeteren en door laadinfrastructuur aan te laten. Om meer reizigers te trekken naar mobiliteitshubs zou men kunnen stellen dat er alternatieve strategieën van de platform-aanbieder nodig zijn die de hub vanuit een breder perspectief benaderen, om de potentiële netwerkeffecten van hubs te kunnen benutten. We bespreken twee richtingen.

Binnen het concurrerende aanbestedingsmodel opereren OV-maatschappijen in een imperfecte markt, waar servicenormen strikt worden gereguleerd en onrendabele marges worden gesubsidieerd. Tegelijkertijd opereren deelmobiliteitsaanbieders in een vrije markt en zijn ze afhankelijk van lokale subsidies en regelgeving. Het subsidiëren van deelmobiliteitsaanbieders om de ruimtelijke en temporele lacunes van het vaste OV te dekken, is een relatief eenvoudige maar kostbare oplossing die sterk afhankelijk is van lokale politieke voorkeuren. Het zou erop kunnen wijzen deelmobiliteit minder waarschijnlijk is op rurale hubs. Volgens Coenegrachts *et al.* (2021) is het onwaarschijnlijk dat deelmobiliteitsaanbieders hun diensten op hubs zullen aanbieden als er geen financiële compensatie is. Gezien de onzekerheid van hun bedrijfsmodellen (Jokinen *et al.*, 2019) is het hervormen van concessies waarschijnlijk een duurzamere oplossing. Door de integratie van financiering en regulering kunnen marktpartijen in één markt onderling afhankelijk worden van reizigersvolume.

Naast institutionele innovatie, ligt een sleutel voor reizigersgroei op perifere hubs bij flankerend beleid dat zich richt op het bredere regionale vervoerssysteem. Het koppelen van aanvullende maatregelen aan de mobiliteitshub, zoals de invoering van strenge

parkeerregimes op aantrekkelijke bestemmingslocaties, carpoolregelingen of tarief-integratie van deelauto's en OV, kan de doeltreffendheid en efficiëntie van de mobiliteits-hub helpen verbeteren bij het bereiken van de gewenste beleidsdoelstellingen (Givoni *et al.*, 2013). Verantwoordelijke overheden doen er daarom goed aan om perifere hubs te integreren in een coherent beleidspakket met aanvullende maatregelen (May en Roberts, 1995).

Onze studie heeft ook enkele beperkingen. Ten eerste vraagt de methode respondenten om te reflecteren op strategische interacties in een fictieve context vanuit hun rol in de praktijk (Hermans *et al.*, 2014). De resultaten verdienen daarom voorzichtige interpretatie en dienen met name als een eerste verkenning van de netwerkeffecten van strategieën voor reizigersgroei in perifere gebieden. Ten tweede zijn door middel van de bootstrapping-methode 36 van 220 datapunten uitgesloten voor de berekening van de Pareto-optimale interacties. Omdat het Pareto-optimum een relatieve maat is en we met de standaarddeviatie een strenge grenswaarde hanteerden, zou een alternatieve groep wellicht hebben geleid tot een andere consensus.

Het onderzoek roept ook enkele vragen op. Ten eerste hebben we ons gericht op P+R en rurale hubs in een fictieve context. Toekomstig onderzoek zou een meer holistische aanpak kunnen hanteren om te bezien of strategieën op de schaal van het regionale vervoersnetwerk alternatieve netwerkeffecten opleveren. Ten tweede zijn deelmobiliteits-aanbieders relatief nieuwe spelers in de vervoersmarkt en daarmee is hun marktpenetratie nog beperkt. Het zou daarom verstandig zijn om deze of een vergelijkbare analyse op termijn opnieuw uit te voeren wanneer duidelijker is wat het marktaandeel van deze aanbieders op de lange termijn is.

6. Conclusie

Het combineren van vast en flexibel vervoer op hubs biedt mogelijk een alternatief voor conventioneel OV om op een duurzame en betaalbare wijze de bereikbaarheid en leefbaarheid van perifere gebieden in stand te houden. Daarnaast kunnen innovaties die multimodaal reizen vereenvoudigen, zoals MaaS, vraagafhankelijk vervoer, voertuig-elektrificatie of deelmobiliteit, profiteren van het concentreren van de vervoersvraag op hubs. In dit artikel onderzochten we de potentiële netwerkeffecten van aanbodstrategieën op twee typen perifere mobiliteitshubs en de rol die de asset owner kan spelen in het faciliteren hiervan. De resultaten laten zien dat de indirecte netwerkeffecten tussen de OV-maatschappij en deelmobiliteitsaanbieder als aanbieders in de respectievelijke trunk- en feederzijde van de hub beperkt zijn. Asset owners kunnen een verbetering van het vervoersaanbod stimuleren door te investeren in fietsbereikbaarheid en laadinfrastructuur. Toekomstig onderzoek moet uitwijzen hoe de complementariteit tussen OV en deelmobiliteit kan worden versterkt, waarbij kansen liggen voor het hervormen van vervoersconcessies en het integreren van hubs in bredere beleidspakketten voor de bereikbaarheid – en daarmee de leefbaarheid – in landelijke gebieden.

Referenties

Akins, R.B., Tolson, H., Cole, B.R., 2005. Stability of response characteristics of a Delphi panel: application of bootstrap data expansion. *BMC Med Res Methodol* 5, 37. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-5-37>

- Belton, I., MacDonald, A., Wright, G., Hamlin, I., 2019. Improving the practical application of the Delphi method in group-based judgment: A six-step prescription for a well-founded and defensible process. *Technological Forecasting and Social Change* 147, 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.07.002>
- Bieliński, T., Kwapisz, A., Ważna, A., 2021. Electric bike-sharing services mode substitution for driving, public transit, and cycling. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 96, 102883. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102883>
- Bösehans, G., Bell, M., Thorpe, N., Liao, F., Homem de Almeida Correia, G., Dissanayake, D., 2021. eHUBs—Identifying the potential early and late adopters of shared electric mobility hubs. *International Journal of Sustainable Transportation* 0, 1–20. <https://doi.org/10.1080/15568318.2021.2015493>
- Bruzzone, F., Scorrano, M., Nocera, S., 2021. The combination of e-bike-sharing and demand-responsive transport systems in rural areas: A case study of Velenje. *Research in Transportation Business & Management, Active Travel and Mobility Management* 40, 100570. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100570>
- Campbell, A.A., Cherry, C.R., Ryerson, M.S., Yang, X., 2016. Factors influencing the choice of shared bicycles and shared electric bikes in Beijing. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 67, 399–414. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.03.004>
- Cervero, R., Caldwell, B., Cuellar, J., 2013. Bike-and-Ride: Build It and They Will Come. *Journal of Public Transportation* 16. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.16.4.5>
- Chauhan, V., Gupta, A., Parida, M., 2021. Demystifying service quality of Multimodal Transportation Hub (MMTH) through measuring users' satisfaction of public transport. *Transport Policy* 102, 47–60. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.01.004>
- Chen, C.-T., 2000. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems* 114, 1–9. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1)
- Cheng, C.-B., 2004. Group opinion aggregation based on a grading process: A method for constructing triangular fuzzy numbers. *Computers & Mathematics with Applications* 48, 1619–1632. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2004.03.008>
- Coenegrachts, E., Beckers, J., Vanelslander, T., Verhetsel, A., 2021. Business Model Blueprints for the Shared Mobility Hub Network. *Sustainability* 13, 6939. <https://doi.org/10.3390/su13126939>
- Csiszár, C., Csonka, B., Földes, D., Wirth, E., Lovas, T., 2019. Urban public charging station locating method for electric vehicles based on land use approach. *Journal of Transport Geography* 74, 173–180. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.11.016>
- Dalkey, N., Helmer, O., 1963. An Experimental Application of the DELPHI Method to the Use of Experts. *Management Science* 9, 458–467. <https://doi.org/10.1287/mnsc.9.3.458>
- Daniels, R., Mulley, C., 2012. Planning Public Transport Networks-The Neglected Influence of Topography. *Journal of Public Transportation* 15, 23–41. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.15.4.2>
- Ebrahimi, S., Bridgelall, R., 2021. A fuzzy Delphi analytic hierarchy model to rank factors influencing public transit mode choice: A case study. *Research in Transportation Business & Management, Urban Transport Planning and Policy in a changing world: bridging the gap between theory and practice* 39, 100496. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100496>
- Evans, D., Schmalensee, R., 2008. Markets with Two-Sided Platforms. *Issues in Competition Law and Policy* 667.
- Frank, L., Dirks, N., Walther, G., 2021. Improving rural accessibility by locating multimodal mobility hubs. *Journal of Transport Geography* 94, 103111. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103111>
- Fransen, K., Neutens, T., Farber, S., De Maeyer, P., Deruyter, G., Witlox, F., 2015. Identifying public transport gaps using time-dependent accessibility levels. *Journal of Transport Geography* 48, 176–187. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.09.008>

- Geurs, K.T., La Paix, L., Van Weperen, S., 2016. A multi-modal network approach to model public transport accessibility impacts of bicycle-train integration policies. *Eur. Transp. Res. Rev.* 8, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12544-016-0212-x>
- Givoni, M., Macmillen, J., Banister, D., Feitelson, E., 2013. From Policy Measures to Policy Packages. *Transport Reviews* 33, 1–20. <https://doi.org/10.1080/01441647.2012.744779>
- Glumac, B., Han, Q., Schaefer, W., van der Krabben, E., 2015. Negotiation issues in forming public–private partnerships for brownfield redevelopment: Applying a game theoretical experiment. *Land Use Policy* 47, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.03.018>
- Gray, D., Farrington, J., Shaw, J., Martin, S., Roberts, D., 2001. Car dependence in rural Scotland: transport policy, devolution and the impact of the fuel duty escalator. *Journal of Rural Studies* 17, 113–125. [https://doi.org/10.1016/S0743-0167\(00\)00035-8](https://doi.org/10.1016/S0743-0167(00)00035-8)
- Hermans, L., Cunningham, S., Slinger, J., 2014. The usefulness of game theory as a method for policy evaluation. *Evaluation* 20, 10–25. <https://doi.org/10.1177/1356389013516052>
- Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., Mieno, H., 1993. The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration. *Fuzzy Sets and Systems* 55, 241–253. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(93\)90251-C](https://doi.org/10.1016/0165-0114(93)90251-C)
- Jokinen, J.-P., Sihvola, T., Mladenovic, M.N., 2019. Policy lessons from the flexible transport service pilot Kutsuplus in the Helsinki Capital Region. *Transport Policy* 76, 123–133. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.12.004>
- Kask, Õ., Rongen, T., Tillema, T., 2022a. Governance-arrangementen voor regionale hub ontwikkeling: Resultaten van een casestudie in Groningen-Drenthe, in: *Bijdrage Aan Het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 13 En 14 Oktober 2022*. Utrecht.
- La Paix, L., Cherchi, E., Geurs, K., 2021. Role of perception of bicycle infrastructure on the choice of the bicycle as a train feeder mode. *International Journal of Sustainable Transportation* 15, 486–499. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1765223>
- Martens, K., 2007. Promoting bike-and-ride: The Dutch experience. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41, 326–338. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.010>
- May, A.D., Roberts, M., 1995. The design of integrated transport strategies. *Transport Policy* 2, 97–105. [https://doi.org/10.1016/0967-070X\(95\)91989-W](https://doi.org/10.1016/0967-070X(95)91989-W)
- Miramontes, M., Pfertner, M., Rayaprolu, H.S., Schreiner, M., Wulfhorst, G., 2017. Impacts of a multimodal mobility service on travel behavior and preferences: user insights from Munich’s first Mobility Station. *Transportation* 44, 1325–1342. <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9806-y>
- Morton, C., Anable, J., Yeboah, G., Cottrill, C., 2018. The spatial pattern of demand in the early market for electric vehicles: Evidence from the United Kingdom. *Journal of Transport Geography* 72, 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.08.020>
- Rietveld, P., 2000. The accessibility of railway stations: the role of the bicycle in The Netherlands. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 5, 71–75. [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(99\)00019-X](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(99)00019-X)
- Rochet, J.-C., Tirole, J., 2006. Two-sided markets: a progress report. *The RAND Journal of Economics* 37, 645–667. <https://doi.org/10.1111/j.1756-2171.2006.tb00036.x>
- Rongen, T., Tillema, T., Arts, J., Alonso-Gonzalez, M.J., Witte, J.-J., 2022b. An analysis of the mobility hub concept in The Netherlands: historical lessons for its implementation. [Manuscript submitted for publication].
- Rysman, M., 2009. The Economics of Two-Sided Markets. *Journal of Economic Perspectives* 23, 125–143. <https://doi.org/10.1257/jep.23.3.125>
- Shergold, I., Parkhurst, G., 2012. Transport-related social exclusion amongst older people in rural Southwest England and Wales. *JOURNAL OF RURAL STUDIES*. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2012.01.010>

- Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., van Wee, B., 2014. The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy* 68, 183–194. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.043>
- Smith, N., Hirsch, D., Davis, A., 2012. Accessibility and capability: the minimum transport needs and costs of rural households. *JOURNAL OF TRANSPORT GEOGRAPHY*. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.004>
- Staykova, K., Damsgaard, J., 2015. A Typology of Multi-sided Platforms: The Core and the Periphery. <https://doi.org/10.18151/7217486>
- Tadelis, Steve., 2013. *Game theory : an introduction*. Princeton University Press, Princeton; Oxford.
- Veeneman, W., 2018. Developments in public transport governance in the Netherlands; the maturing of tendering. *Research in Transportation Economics, Competition and Ownership in Land Passenger Transport (selected papers from the Thredbo 15 conference)* 69, 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.07.002>
- Velaga, N., Nelson, J., Wright, S., Farrington, J., 2012. The Potential Role of Flexible Transport Services in Enhancing Rural Public Transport Provision. *JPT* 15, 111–131. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.15.1.7>
- Yin, C., Shao, C., Wang, X., 2018. Built Environment and Parking Availability: Impacts on Car Ownership and Use. *Sustainability* 10, 2285. <https://doi.org/10.3390/su10072285>
- Zadeh, L.A., 1965. Fuzzy sets. *Information and Control* 8, 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zuo, T., Wei, H., Chen, N., 2020. Promote transit via hardening first-and-last-mile accessibility: Learned from modeling commuters' transit use. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 86, 102446. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102446>