

Bus gemist? Oh, ik neem de tram wel!
'Substitueerbaarheid': een nieuw concept voor
transportgeografie?

Bert van Wee – TUDelft – g.p.vanwee@tudelft.nl

Sander van Cranenburgh – s.vancranenburgh@tudelft.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk

23 en 24 november 2017, Gent

Abstract

In de bereikbaarheidsliteratuur is nauwelijks aandacht voor het ter beschikking hebben van alternatieven, en de waarde ervan voor bereikbaarheid. We stellen het begrip 'substitueerbaarheid' voor en definiëren het als 'de mate waarin één of meerdere karakteristieken van de voorkeursoptie om te verplaatsen vervangen kan worden door alternatieven'. Karakteristieken betreffen de activiteitenkeuze, vervoerwijzekeuze, tijdstipkeuze en route keuze. We stellen dat substitueerbaarheid een veelbelovend concept is voor zowel het begrijpen van verplaatsingsgedrag als bereikbaarheid, en vanuit het ethische perspectief van de 'vrijheid van keuze'.

Dit paper conceptualiseert substitueerbaarheid, stelt een mathematische benadering voor, en bediscussieert de relatie met vrijheid van keuze, bereikbaarheid en robuustheid/betrouwbaarheid. We stellen dat het een gradueel concept is, dat voor en tijdens een verplaatsing gemeten kan worden, en ook tijdens het uitvoeren van een geheel activiteitenprogramma. Verder bediscussiëren we het modelleren van substitueerbaarheid en het gebruik van het concept voor evaluatiedoeleinden, en we presenteren een onderzoekagenda.

1. Inleiding

We stellen het begrip 'substitueerbaarheid' voor en definiëren het als 'de mate waarin één of meerdere karakteristieken van de voorkeursoptie om te verplaatsen vervangen kan worden door alternatieven'. We denken dat het een nuttig concept is, zowel voor het begrijpen van verplaatsingsgedrag als bereikbaarheid. Substitueerbaarheid is van groot belang als de voorkeursoptie om te reizen of activiteiten uit te voeren, komt te vervallen. Dat kan bijvoorbeeld door stakingen in het openbaar vervoer, wegblokkades, of extreem weer, of onverwachte sluiting van bijvoorbeeld een winkel of restaurant.

Het concept kan nuttig zijn voor onderzoekers, planners en beleidsmakers.

2. Dimensies van substitutie

Dimensies van substitutie voor een verplaatsing en gerelateerde activiteit zijn:

- De activiteitenkeuze: frequentie en locatie. Bedenk dat substitutie tussen fysieke en virtuele (ICT-gebaseerde) activiteiten mogelijk is.
- Vervoerwijzekeuze
- Routekeuze
- Tijdstipkeuze

Tijdstipkeuze kan betrekking hebben op het tijdstip van de dag, maar ook de vraag wanneer binnen een jaar op vakantie te gaan, of zelfs de vraag in welk jaar een bijzondere reis wordt gemaakt.

Binnen deze optie zijn verschillende disaggregaties mogelijk, tenminste voor de vervoerwijzekeuze. Iemand die per trein reist, kan bijvoorbeeld kiezen tussen een sprinter of intercity of soms zelfs HSL. En sommige mensen hebben meerdere auto's of fietsen beschikbaar.

Keuzeopties kunnen in samenhang worden gemaakt. Zo kan het tijdstip van de dag invloed hebben op de vervoerwijze, bijvoorbeeld: in de spits met de trein vanwege files, daarbuiten met de auto.

3. Gerelateerde concepten

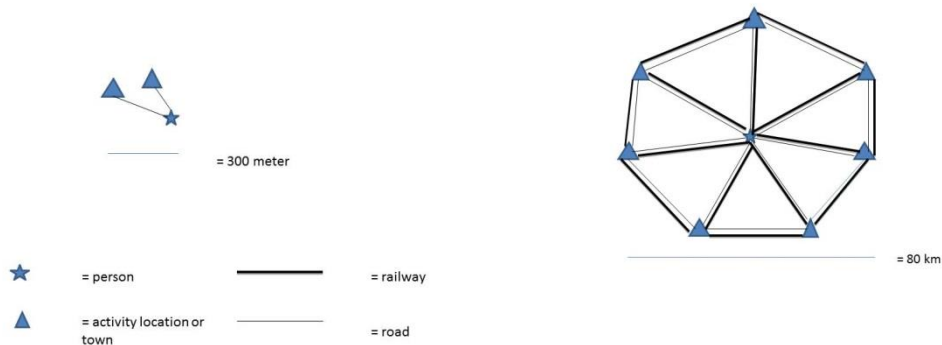
In de meeste gevallen zullen mensen een hoog niveau van substitueerbaarheid positief waarderen, vanwege de rijkheid aan keuzeopties (keuzevrijheid), en het beschikbaar hebben van alternatieven (flexibiliteit).

Het concept is onder meer gerelateerd aan het begrip 'vrijheid van keuze'. Wikipedia definieert 'freedom of choice' als '*an individual's opportunity and autonomy to perform an action selected from at least two available options, unconstrained by external parties*' (geraadpleegd 16-8-2016). Het begrip is onder meer gebruik in de economie en filosofie, en binnen de filosofie vooral in de ethiek (zie Van Wee, 2011; Martens, 2016).

Het concept is ook gerelateerd aan het begrip bereikbaarheid. Een hoger niveau van substitueerbaarheid leidt tot een hoger niveau van bereikbaarheid (overige omstandigheden gelijkblijvend), maar de begrippen zijn geen synoniemen. We geven een voorbeeld om dit te illustreren. Stel dat een persoon leeft op een plek met (vrijwel) geen banen, scholen, winkels, andere mensen etc. in de nabijheid. Maar er zijn wel veel opties op bijvoorbeeld 40 km afstand omdat zich diverse steden op die afstand bevinden. En we stellen dat naar en tussen al die steden veel goede verbindingen aanwezig zijn (weg, openbaar vervoer). Dan heft die persoon een slechte bereikbaarheid, maar zeer goede substitueerbaarheid. Stel nu dat er een persoon is met twee supermarkten nabij: een op

200 meter afstand, een op 300 meter. Die persoon heeft een hoog niveau van bereikbaarheid, maar een laag niveau van substitueerbaarheid. Figuur 1 visualiseert beide situaties. We denken overigens dat er definities en operationaliseringen van bereikbaarheid mogelijk zijn, die substitueerbaarheid expliciet meenemen.

Figuur 1: Voorbeeld van (a) een hoog niveau van bereikbaarheid, maar een laag niveau van substitueerbaarheid, en (b) een laag niveau van bereikbaarheid, en een hoog niveau van substitueerbaarheid.



Verder is het concept gerelateerd aan concepten als flexibiliteit, robuustheid en kwetsbaarheid: een hoog niveau van substitueerbaarheid is positief gecorreleerd met een hoge score op flexibiliteit en robuustheid, en een lage op kwetsbaarheid. Toch zijn het wederom geen synoniemen omdat flexibiliteit een breder concept is, en ook karakteristieken van de reiziger bevat, terwijl substitueerbaarheid alleen over het transport en ruimtelijk systeem gaat, maar wel zoals ervaren door de reiziger. Een ander belangrijk verschil, tenminste in de door ons gekozen mathematische representatie, is dat we substitueerbaarheid normaliseren ten opzichte van de voorkeursoptie (zie vergelijking 1).

4. Uitgangspunten

Deze sectie bespreekt uitgangspunten van substitueerbaarheid.

Een gradueel concept

Substitueerbaarheid is een gradueel concept. Er is dus sprake van een mate van substitueerbaarheid. Iemand die de beschikking heeft over twee exact dezelfde fietsen, heeft 100% substitueerbaarheid waar het gaat om de keuze tussen 1 van die fietsen. Iemand die plotseling naar een ziekenhuis moet en er is maar 1 ziekenhuis op een redelijke afstand, heeft een substitueerbaarheid van nul. In de praktijk zijn er allerlei tussenvormen, bijvoorbeeld ten aanzien van route- of tijdstipkeuze.

Normaliseren of niet?

Het is mogelijk substitueerbaarheid te normaliseren op een schaal van 0-1, waarbij 1 perfecte substitueerbaarheid inhoudt. Maar dat hoeft niet. Zo kan iemand verschillende goede alternatieven hebben en daarmee kan rekening worden gehouden. Een

logaritmische specificatie is een elegante manier om de afnemende extra waarde van meer opties mee te nemen. Een bepaalde waarde, bijvoorbeeld 1, kan betekenen dat er 1 perfect substituuut is, maar ook dat er meerdere alternatieven zijn die ieder op zich minder goed zijn dan het voorkeuralternatief.

De afnemende toegevoegde waarde van extra opties

We denken dat het in veel gevallen aan te bevelen is dat de toevoeging van meer opties geleidelijk aan minder nut per toegevoegde optie met zich meebrengt. De vraag is: in welke mate? Daarin speelt heterogeniteit tussen mensen een rol (niet iedereen heeft dezelfde voorkeuren). Ook speelt de activiteit of het activiteitenprogramma een rol. Als iemand een kilogram rijst wil kopen, en dat kan op twee plekken (zelfde merk en prijs), voegt een derde optie wellicht niets toe want de kans dat beide winkels onverwacht dicht zijn, is nihil. Maar iemand die een restaurant wil uitkiezen, zal misschien wel waarde hechten aan extra opties, bijvoorbeeld omdat die houdt van afwisseling, en al eerder zelf, of een van de mensen waarmee zij wil gaan uit eten, in sommige restaurants heeft gegeten.

Overlap

Reisopties kunnen overlappen. Neem routekeuze als voorbeeld: twee routes tussen A en B kunnen deels overlappen. Hoe groter de overlap, hoe groter de kans dat een verstoring op beide routes optreedt. Zie Liao en Van Wee (in press) voor hoe je hiervoor kan corrigeren.

Individuele versus gezamenlijke keuzes

Sommige keuzes maken we als individu, andere niet. Zo kunnen activiteiten door verschillende personen worden uitgevoerd. Een voorbeeld is de vraag wie van twee partners de kinderen naar school brengt. Ook spreken mensen soms af samen te reizen. Of mensen binnen een huishouden maken afspraken over wie de auto beschikbaar heeft.

Van welke opties is de reiziger zich bewust?

Onderzoekers kunnen 'objectief' vaststellen welke opties er zijn, maar dat betekent nog niet dat de reiziger zich van al die opties bewust is.

Voorafgaand aan of tijdens een verplaatsing, tijdens een activiteitenprogramma

Substitueerbaarheid kunnen we vaststelling voorafgaand of tijdens een verplaatsing of activiteitenprogramma. Hoe korter voor een verplaatsing of activiteitenprogramma, hoe lager meestal het niveau van substitueerbaarheid. Als bijvoorbeeld de auto niet start, maar het is al te laat om de trein te nemen, is die optie afgefallen, maar bijvoorbeeld een half uur eerder nog niet.

Ook tijdens een activiteitenprogramma is substitutie mogelijk. Zo kan iemand besluiten uit het werk eerst boodschappen te doen en dan de kinderen op te halen, of omgekeerd, bijvoorbeeld vanwege uitloop van werk in combinatie met het sluiten van het kinderdagverblijf.

Beperkingen door de terugreis

Keuzes voor de heenreis kunnen beperkingen voor de terugreis met zich meebrengen. Denk bijvoorbeeld aan het gebruik van de fiets naar het station: de terugreis zal in het algemeen via datzelfde station moeten lopen, en de terugreis vanaf het station naar huis met de fiets.

Niveau van analyses

We onderscheiden:

1. componenten van een trip voor 1 persoon,
2. een complete trip of activiteit voor 1 persoon,
3. een cluster van activiteiten/trips voor 1 persoon,
4. een aggregatie van de drie voorafgaande niveaus, maar dan voor een groep personen, en
5. het perspectief van de herkomst versus dat van de bestemming.

5. Wiskundige representatie

Om het concept substitueerbaarheid te formaliseren gaan we uit van een op nut gebaseerde benadering voor, wat 1 van de vier benaderingen van bereikbaarheid is (Geurs en Van Wee, 2004). Binnen die benadering kiezen we voor de logsum benadering (LS in formule 1; V_{jn} betreft het geobserveerde nut van alternatief j voor beslisser n).

De logsum is het verwachte nut van de beslisser van een keuze uit J alternatieven (e.g. De Jong et al., 2005).

$LS_n = \ln \left(\sum_j e^{V_{jn}} \right) + C$	(1)
---	-----

We stellen dat substitueerbaarheid kan worden opgevat als de relatieve afname in bereikbaarheid door het wegvallen van het voorkeursalternatief (bijvoorbeeld door een staking, of extreem weer). Meer specifiek stellen we dat substitueerbaarheid de verhouding kan zijn tussen de bereikbaarheid zonder ($LS_n^{Y=i}$) en met het voorkeuralternatief.

$S_n = \frac{LS_n^{Y=i}}{LS_n}$	(2)
---------------------------------	-----

Deze formule suggereert een deterministische situatie waarin de analist weet welk alternatief de beslisser zou kiezen. Maar in werkelijkheid weet die dat niet, die weet alleen de kans daarop, voor ieder beschikbaar alternatief. Formule 3 drukt dit uit, waarbij P staat voor 'kans'.

$S_n = \frac{\sum_i P(Y=i) LS_n^{Y=i}}{LS_n}$	(3)
---	-----

Daarmee zijn we er nog niet. We moeten weten wat de keuzeset is. We stellen dat alleen die opties meedoen die een beslisser zou kiezen als het de enige beschikbare optie zou zijn. Zie formule 4, waarin V_o het 'opt out' alternatief is (geen keuze uit welke optie dan ook). Om nut te kunnen schalen, stellen we het nut van de 'opt out' keuze op nul ($V_o \equiv 0$). Door deze keuzes doet de maat voor bereikbaarheid wat we willen dat die doet. Als we dat niet gedaan zouden hebben, zou het gebruik vaak tegen-intuïtieve resultaten geven.

$C_n = \{c_j V_j \geq V_o\}$	(4)
--------------------------------	-----

Tenslotte stellen we dat je de maat kan aggregeren over een grotere groep, bijvoorbeeld alle mensen in een zone. Dit is vooral beleidsmatig van belang, omdat beleidsmakers in het algemeen niet geïnteresseerd zijn in afzonderlijke individuen, maar in een grotere groep mensen.

Ons voorstel sluit goed aan bij de logsumbenadering uit de bereikbaarheidsliteratuur. En door de normalisatie is interpretatie relatief makkelijk. Door vermenigvuldiging met 100 ontstaat een index. Onze benadering houdt overigens nog geen rekening met overlap, de sociale context van sommige keuzes, de vraag van welke opties de beslissingnemer zich bewust is, en beperkingen voor de retourtrip (zie hierboven).

Tenslotte willen we benadrukken dat er zeker andere wiskundige benaderingen mogelijk zijn.

5. Onderzoeksagenda

We stellen de volgende onderzoekagenda voor:

- een methodologie om de bijdrage van verschillende componenten van het transport en ruimtelijk system vast te stellen

Zie bijvoorbeeld Geurs and Ritsema van Eck (2003) voor een benadering waarin ze hetzelfde doen voor bereikbaarheid

- Empirisch onderzoek naar percepties

We bevelen onderzoek aan naar de perceptie van substitueerbaarheid van verschillende groepen mensen. Daarbij is het interessant die percepties te vergelijken met berekende waarden.

- De rol van beperkingen

De rol van beperkingen zoals bediscussieerd in de tijd-ruimte geografie (time geography) (Hägerstrand, 1970; Neutens et al., 2008, Farber et al., 2013) is eveneens een belangrijk onderwerp voor toekomstig onderzoek. Denk bijvoorbeeld aan het afstemmen van activiteiten met andere mensen, zoals zakelijke afspraken of diners.

- De rol van ICT

Het gaat onder meer om informatie over route- en modaliteitskeuze. En om de substitueerbaarheid van bijvoorbeeld e-shopping en fysiek winkelen.

- Interacties tussen dimensies
Veel van de bovengenoemde dimensies hangen samen, en die samenhang is daarmee een interessant onderzoeksonderwerp.

- Implicaties voor modelleren

Ons voorstel is slechts één mogelijke aanpak, en die neemt bovendien niet alle dimensies mee. Nader onderzoek naar opties voor modelleren met hun voor- en nadelen is daarmee zeker gewenst.

- Theoretische onderbouwing

We zijn uitgegaan van een op nut gebaseerd model.

- Implicaties voor evaluaties

Voor real world toepassingen is een hamvraag: hoe substitueerbaarheid mee te nemen in beleidsevaluaties? Bevragen van 'klanten' van die evaluaties ligt daarmee voor de hand.

- Voor- en nadelen van evaluatieframeworks

Het gaat om de vraag of en hoe substitueerbaarheid mee te nemen in bijvoorbeeld een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) of multi-criteria-analyse (MCA).

- Beleidsimplicaties

Ook dit is nog onontgonnen terrein. Wat betekent substitueerbaarheid voor beleid, via welk beleid kan substitueerbaarheid worden vergroot?

6. Slotopmerkingen

We zijn niet ingegaan op het perspectief van de bestemming (alleen dat van de herkomst). Bijvoorbeeld: een tandarts minimaal heeft een bepaald aantal klanten nodig. Afhankelijk van de locatiekeuze van die tandarts kan substitueerbaarheid makkelijker of moeilijker zijn.

We zijn niet ingegaan op goederenvervoer, maar stellen dat het concept ook daarvoor relevant kan zijn.

We zijn uitgegaan van een transportcontext, maar stellen dat het concept ook daarbuiten interessant kan zijn, bijvoorbeeld op het terrein van producten en diensten, software, contacten,

Literatuur

Farber, S, Neutens, T, Miller, HJ & Li, X 2013 The Social Interaction Potential of Metropolitan Regions: A Time-Geographic Measurement Approach Using Joint Accessibility. *Annals of the Association of American Geographers* Vol. 103 pp. 483-504.

Geurs, KT & Ritsema van Eck, JR 2003, Evaluation of accessibility impacts of land-use scenarios: The implications of job competition, land-use, and infrastructure developments for the Netherlands. *Environment and Planning B* Vol. 30 pp. 69-87.

Geurs, KT. & van Wee, B 2004, Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography* Vol. 12 pp.127-140.

Hägerstrand, T 1970, What about people in regional science? Ninth European congress of the European Science Association.

Liao, F, & Van Wee B. (in press), Accessibility measures for robustness of the transport system. *Transportation*.

Martens, K 2016, *Transport Justice. Designing fair transport systems*. London: Routledge.

Neutens, T, Schwanen, T, Witlox, F & Maeyer, PD 2008, My space or your space? Towards a measure of joint accessibility. *Environment and Urban Systems* Vol. 32 pp. 331-342.

Van Wee, B 2011, *Transport and Ethics. Ethics and the evaluation of transport policies and projects*. Cheltenham: Edward Elgar.

Van Wee, B., S. van Cranenburgh (2017), Substitutability as a concept to understand travel behaviour and its implications. In: Mario Cools and Sabine Limbourg (Eds.), *Proceedings of the BIVÉC-GIBET Transport Research Davys 2017. Towards an autonomous and interconnected transport future*. Liege, May 18-19, 2017