

Verkeer en gezondheid: een conceptueel model en onderzoeksagenda

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

Dick Ettema – Universiteit Utrecht – d.f.ettema@uu.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk

24 en 25 november 2016, Zwolle

Abstract

Gebaseerd op literatuur stellen we een conceptueel model voor, voor de samenhang tussen verkeer en gezondheid. Op basis daarvan concluderen we dat veel onderzoek naar die relatie tekort schiet, onder andere omdat er onvoldoende wordt gekeken naar (kenmerken van) verschillende groepen mensen, omdat zelfselectie ten aanzien van woonlocatiekeuze niet is meegenomen, omdat interacties tussen verschillende vormen van bewegen (verplaatsingsgedrag en andere vormen) niet is meegenomen, en omdat de causaliteit wel eens omgekeerd kan zijn: gezonde mensen bewegen meer omdat ze gezonder zijn. Al met al kunnen al snel kunnen de gezondheidsbaten van lopen en fietsen worden overschat.

De onderzoeksagenda die we voorstellen richt zich onder andere op het onderzoeken van het gecombineerde effect op gezondheid van beweging, inname van verontreinigende stoffen, ongevallen en subjectief welbevinden. Andere onderwerp betreffen de interactie tussen verschillende vormen van beweging, het belang van attitudes en zelfselectie, en op de invloed van de hoeveelheid kilometers die mensen fietsen op ongevalsrisico's.

1. Inleiding

De aandacht voor de relatie tussen verkeer en gezondheid is de afgelopen decennia sterk toegenomen. Een voorbeeld is de toegenomen aandacht voor de rol van lopen en fietsen in relatie tot obesitas (zie bijvoorbeeld Bassett et al., 2008), en de bredere gezondheidseffecten van deze vervoerwijzen (zie bijvoorbeeld De Hartog et al., 2010). De gezondheidsbaten van fietsen en lopen kunnen omvangrijk zijn. Zo blijkt uit onderzoek van Saelensminde (2004) dat meer dan de helft van alle baten van fietsprojecten in Noorwegen, gezondheidsbaten zijn. Ook zijn er studies naar de effecten van de blootstelling aan luchtverontreinigende stoffen, uitgestoten door verkeer (zie bijvoorbeeld Handy, 2014; Schepers et al., 2015), en ongevallen (bijvoorbeeld Wegman, 2014).

Voor zover wij weten, is er momenteel in de wetenschappelijke literatuur geen conceptueel model waarin de samenhang tussen verkeer en gezondheid in de volle breedte wordt geschematiseerd. Wij stellen zo'n model voor, en baseren dat op literatuur. Ten tweede, en gebaseerd op die literatuur en dat model, stellen we een onderzoeksagenda voor. We beperken ons tot overland transport en negeren vliegen (en varen).

Sectie 2 beschrijft het conceptuele model, sectie 3 de onderzoeksagenda, en sectie 4 vast de belangrijkste conclusies samen.

2. Het conceptuele model

De WHO definieert gezondheid (health) als : 'a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity' (<http://www.who.int/about/definition/en/print.html>). Ook wij zien gezondheid als breder dan de afwezigheid van ziekte. We zien gezondheid en welzijn als aparte, maar wel samenhangende, factoren. In dit paper refereert 'gezondheid' aan de fysieke kant, en 'subjectief welbevinden' aan de mentale kant.

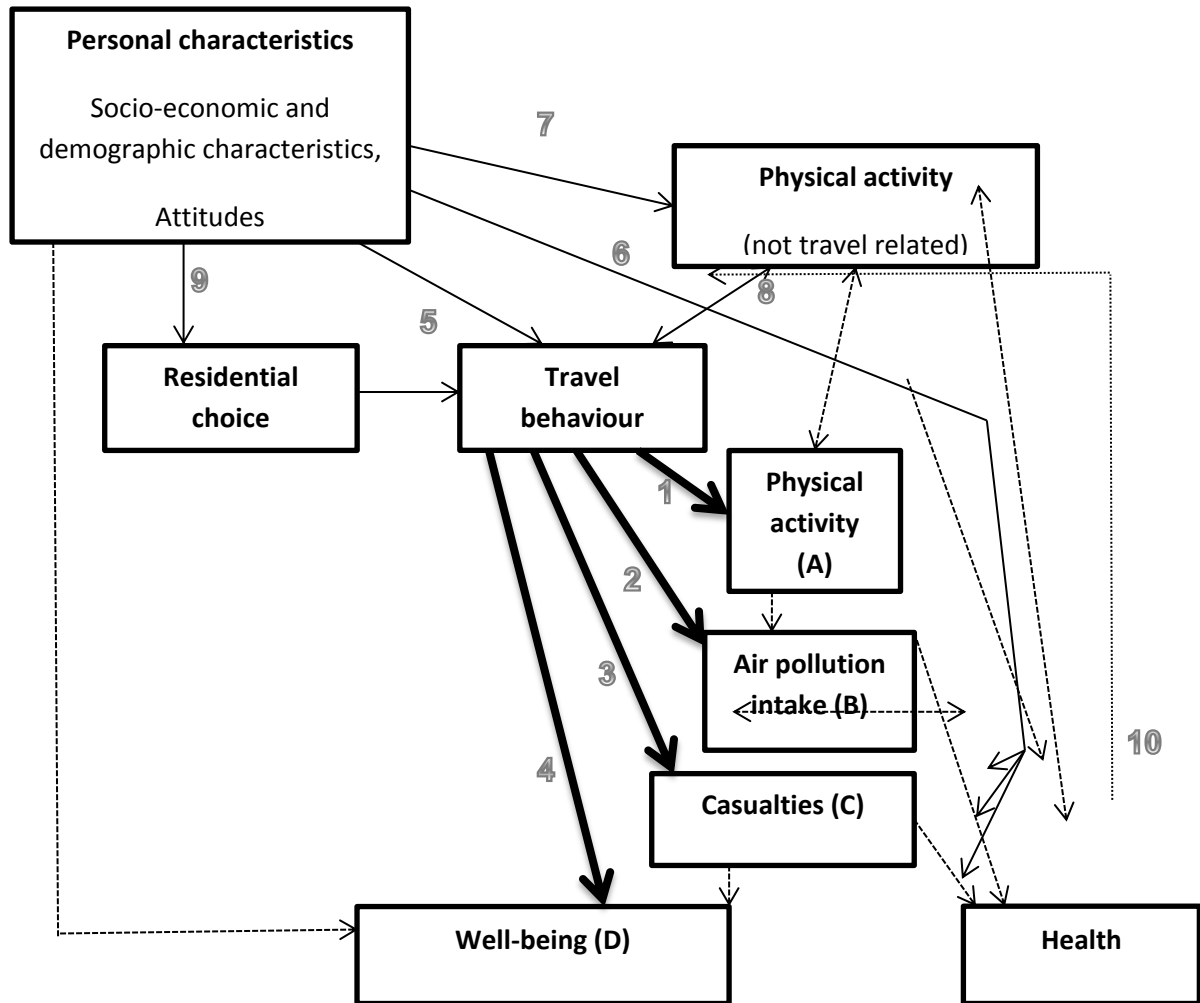
In ons model onderscheiden we volgende factoren:

- bewegen
- Inname van luchtverontreinigende stoffen
- ongevallen
- subjectief welbevinden

Deze factoren hangen onderling samen. Bijvoorbeeld: bewegen in de vorm van lopen en fietsen verhoogt het subjectieve welbevinden (Olsson et al., 2013), maar kan ook leiden tot meer ongevallen. En: hoge concentraties schadelijke stoffen zijn ongezond, en kunnen mensen ervan weerhouden te fietsen of lopen.

Figuur 1 visualiseert het model en geeft de dominante relaties weer. We onderscheiden gezondheidseffecten door meer bewegen (A), inhaleren van luchtverontreinigende stoffen (B), en ongevallen (C). Deze effecten zijn uitgebreid beschreven in de literatuur (zie bijvoorbeeld Handy (2014) of Cohen et al. (2015) voor een overzicht. Daarnaast onderscheiden we subjectief welbevinden (D). Studies naar dit onderwerp benadrukken het belang van gezondheid voor 'life satisfaction' (Van Praag et al., 2001). Omgekeerd zorgt een hoog niveau van 'life satisfaction' voor een hoger gezondheidsniveau (Diener and Chan, 2011). De gestippelde, 'indirecte' verbanden beschrijven we niet in dit paper.

Figure 1: conceptual model for the relationship between travel behaviour and health.



2.1 Dominante eerste orde relaties

We beschrijven eerst de dominante eerste orde relaties:

- verplaatsingsgedrag en beweging (pijl 1)
- verplaatsingsgedrag en inname verontreinigende stoffen (pijl 2)
- verplaatsingsgedrag en ongevallen (pijl 3)
- verplaatsingsgedrag en subjectief welbevinden (pijl 4)

Verplaatsingsgedrag en beweging (pijl 1)

Bewegen is gezond, en lopen en fietsen zijn vormen van beweging, die er toe kunnen bijdragen dat mensen voldoende bewegen. Voor papers naar de gezondheidseffecten van lopen verwijzen we naar Morris and Hardman (1997), Hu et al. (2000) en Manson et al., (2005); Wagner et al. (2001) en and Oja et al. (1998) bediscussiëren de gezondheidseffecten van lopen en fietsen.

Uit deze literatuur blijkt dat de positieve gezondheidseffecten toenemen met de intensiteit van lopen en fietsen, en dat er een minimum tijdsduur nodig is om positieve effecten te bereiken. De vervoerwijzekeuze (lopen, fietsen), bestemmingskeuze (afstand) en snelheid van verplaatsen (en de daarmee samenhangende beweegintensiteit) zijn daarmee van belang voor gezondheid.

Verplaatsingsgedrag en inname verontreinigende stoffen(pijl 2)

Als we ons verplaatsen, ademen we schadelijke stoffen in. Concentraties zijn het hoogst boven wegen, en nemen af met de afstand tot de weg (Janssen et al., 2002). Concentraties in voertuigen zijn een factor 1.5 tot 10 hoger dan in de buitenlucht. Voor het belang van de afstand van fietsers tot voertuigen verwijzen we naar Schepers et al. (2015). Fietsers ademen meer luchtverontreiniging per tijdseenheid in dan inzittenden van voertuigen, vanwege hun inspanningen (Van Wee, 2007), (Nyhan et al., 2014). Mensen die per metro reizen, worden blootgesteld aan hoge concentraties fijnstofdeeltjes (PM) Sahin et al. (2012), Cheng and Yan (2011).

De gezondheidsschade van blootstelling aan luchtverontreiniging hangt niet alleen af van concentraties, ademhaling en tijdsduur, maar ook van persoonlijke kenmerken. Zo zijn ouderen, kinderen en zwangere vrouwen relatief kwetsbaar.

verplaatsingsgedrag en ongevallen (pijl 3)

Het risico op ongevallen hangt onder meer af van het aantal kilometers dat mensen reizen en hun vervoerwijze (Wegman, 2014), en wegtype (Amoros et al., 2003). Risicofactoren voor fietsen hangen af van het niveau van fietsen: naarmate er meer gefietst wordt, dalen deze factoren (Jacobsen, 2003; Elvik, 2009). Bovendien moeten vergelijkbare verplaatsingen vergeleken worden. Zo zijn snelwegen relatief veilig, wat de gemiddelde risicofactor voor de auto doet afnemen. Autoverplaatsingen die met fietsen concurreren, zijn korter dan gemiddeld, en het aandeel van de snelweg is daarmee lager dan gemiddeld. Verder hangen risicofactoren af van leeftijd en geslacht (Mindell et al., 2012).

Verplaatsingsgedrag en subjectief welbevinden (pijl 4)

Verplaatsen kan subjectief welbevinden zowel direct als indirect beïnvloeden. De directe invloed loopt via de omgeving waarin mensen zich verplaatsen, de indirecte is gerelateerd aan de instrumentele rol van reizen voor participatie in activiteiten buitenshuis.

De meest studies naar de directe invloed richten zich op verschillen tussen vervoerwijzen (zie bijvoorbeeld. Olsson et al., 2013; Mao et al., 2015; St-Louis et al., 2014; Martin et al., 2014); lopen en fietsen scoren in het algemeen hoger dan de auto en het openbaar vervoer.

Ook toont onderzoek aan dat de bijdrage van lopen en fietsen aan het kunnen genieten van de omgeving tijdens het verplaatsen positief is (Gatersleben and Uzzel, 2007), evenals de bijdrage aan van lopen en fietsen gerelateerde fysieke inspanning (Ekkekakis, 2008; Holloway, 2010). Bovendien resulteert lopen voor specifieke groepen (onder andere ouderen, kinderen) in een gevoel van autonomie, wat bijdraagt aan subjectief welbevinden (Ettema and Smajic, 2015; Ziegler and Schwanen, 2011). Verder dragen sociale contacten tijdens lopen positief hieraan bij (Ziegler and Schwanen (2011). Ook autorijden kan als plezierig ervaren worden (Gatersleben, 2007). Files en lange trips voor woon-werkverkeer resulteren echter in stress en lagere niveaus van subjectief welbevinden (Novaco et al., 1990). Ook wegkenmerken beïnvloeden de ervaring van autorijden (Ettema et al., 2013). Het reizen per openbaar vervoer lijdt tot lagere niveaus van subjectie welbevinden (Olsson et al., 2013; Mao et al., 2015; St-Louis et al., 2014; Martin et al., 2014).

De relatie tussen verplaatsen en toegang tot activiteitenlocaties is beschreven in onder andere De Vos et al. (2013); Ettema et al. (2010), Pychyl and Little (1998) en Oishi et al. (1999). Een laag niveau van bereikbaarheid kan resulteren in sociale uitsluiting (Lucas, 2012; Delbosc and Currie, 2011) en vervolgens een laag niveau van subjectief welbevinden (Delbosc and Currie, 2011).

2.2 Tweede orde relaties

Tweede orde relaties zijn (figuur 1):

- De relatie tussen sociaal-economisch-demografische kenmerken en reisgedrag (pijlen 5, 6, 7)
- De interactie tussen bewegen in de vorm van lopen en fietsen, en andere vormen van bewegen (pijl 8)
- De relatie tussen subjectief welbevinden en het gebruik van langzame vervoerwijzen (pijl 10)
- Zelfselectie effecten (pijlen 5 en 9)

De relatie tussen sociaal-economisch-demografische kenmerken en reisgedrag (pijlen 5, 6, 7)

Naar deze relaties is veel onderzoek gedaan. Het gaan om variabelen als leeftijd en geslacht (zie bijvoorbeeld Stipdonk et al., 2012; Mathies et al., 2002). Dergelijke variabelen kunnen ook van belang zijn voor de invloed van inspanning, blootstelling aan schadelijke stoffen, en gevolgen van ongevallen (pijl 6). Zo is een 80 jarige kwetsbaarder wanneer die valt dan een 15 jarige. Beelen et al. (2008) concluderen dat de gezondheidseffecten van blootstelling van zwarte rook verschillen tussen groepen mensen, Bauman (2004) trekt dezelfde conclusie over de

gezondheidseffecten van bewegen. Naar dergelijke modererende effecten is relatief weinig onderzoek gedaan.

De interactie tussen bewegen in de vorm van lopen en fietsen, en andere vormen van bewegen (pijl 8)

Mensen kunnen bewegen door te lopen of te fietsen, maar ook op nadere manieren. Misschien substitueren ze de ene vorm van bewegen door de andere, en dan zijn de additionele gezondheidsbaten van fietsen en lopen beperkter dan wanneer die substitutie niet zou plaatsvinden. Maar het omgekeerde kan ook: mensen die zich fit voelen door andere vormen van bewegen, gaan mogelijk ook vaker fietsen en lopen. Het schaarse onderzoek naar dit onderwerp geeft geen eenduidig beeld. Forsyth et al. (2008) en Troped et al. (2010) treffen relatief sterke substitutie-effecten aan. Brown et al. (2015) en Saelens et al. (2014) vonden dat ov-reizigers per saldo meer bewegen.

De relatie tussen subjectief welbevinden en het gebruik van langzame vervoerwijzen (pijl 10)

Het zou goed kunnen dat mensen met een hoog niveau van subjectief welbevinden, meer lopen en fietsen (en bewegen in het algemeen) (pijl 10), maar voor zover we weten, is hier nauwelijks onderzoek naar gedaan; het meeste onderzoek richt zich op het omgekeerde verband (bijvoorbeeld. Wood et al., 2013; Paluska, Schwenk 2000).

Zelfselectie effecten (pijlen 5 en 9)

Dergelijke effecten kunnen op verschillende wijzen plaatsvinden. Diverse publicaties laten zien dat mensen op basis van hun attitudes hun woonlocatie deels kiezen op basis van hun gewenste vervoerwijzekeuze. Zie bijvoorbeeld Cao et al. (2009), Ettema and Nieuwenhuis (2015), Van Dyck et al. (2011) en Handy et al. (2006). Veel literatuur die zich richt op zelfselectie met betrekking tot lopen en fietsen is er echter niet.

Het is ook denkbaar dat mensen op basis van gezondheidsoverwegingen een woonlocatie kiezen. Iemand die bijvoorbeeld astma heeft, kan een plek ver van drukke wegen kiezen. Hiernaar is nauwelijks onderzoek verricht. Wel is er onderzoek dat suggereert dat huizen minder waard zijn als ze worden blootgesteld aan hogere geluidniveaus Wardman and Bristow, 2004; Van Praag and Baarsma, 2001) of wanneer concentraties schadelijke stoffen hoger zijn (Anselin and De Gallo, 2006).

3. Een onderzoeksagenda

Onze meest belangrijke aanbeveling is dat er meer onderzoek gedaan moet worden naar de complexe relaties zoals geconceptualiseerd in Figuur 1. Als we die complexiteit negeren, kunnen we snel verkeerde conclusies trekken. Dit is enerzijds van belang om het gecombineerde effect op gezondheid van verschillende determinanten te kunnen vaststellen (vakken A, B, C, D), en anderzijds om de zuivere effecten van een ervan goed te kunnen vaststellen. We realiseren ons dat dit niet makkelijk is. In het verlengde hiervan vinden we onderzoek naar het effect van beleidsmaatregelen op gezondheid, rekening houdend met deze complexe relaties, van belang.

Ten tweede is de interactie tussen lopen en fietsen enerzijds, en andere vormen van beweging bijzonder relevant, om het additionele gezondheidseffect van meer lopen en fietsen goed te kunnen inschatten.

Ten derde vinden we het belang van attitudes en de vorming ervan om diverse redenen interessant. Het betreft onder meer de reeds genoemde zelfselectie-effecten (pijlen 5 en 9), residentiele zelfselectie effecten gebaseerd op gezondheidsoverwegingen, en de invloed van gezondheidsoverwegingen op keuzes ten aanzien van verplaatsingsgedrag.

Ten vierde vinden we de invloed van het niveau van fietsen op risicofactoren van groot belang, omdat die lijken te dalen naarmate er meer gefietst wordt. Maar we weten niet goed in welke mate dit het geval is, vanaf welk niveau van fietsen, en hoe dat komt. Wat is de rol van ervaring van automobilisten en fietsers, is er misschien een indirect verband met additioneel beleid, bijvoorbeeld gericht op infrastructuur?

Ten vijfde vinden we onderzoek naar transportinnovaties van belang. Wat zijn de effecten van de e-bike of de zelfrijdende auto op gezondheid? In welke mate spelen context en zelfselectie-effecten hierbij een rol?

Tenslotte, en deels gerelateerd aan de conceptuele complexiteit zoals gevisualiseerd in figuur 1, raden we onderzoek met geavanceerdere onderzoeksmethoden aan, zoals Structural Equation Models (SEM).

4. Conclusies

Vanwege de complexe relaties zoals geconceptualiseerd in figuur 1 denken we dat onderzoekers snel 'verkeerde' conclusies kunnen trekken. Onderzoekers zouden tenminste de conceptuele structuur die ze veronderstellen, expliciet moeten maken. En ze zouden geavanceerde onderzoeksmethoden moeten gebruiken.

Tenslotte concluderen we dat er nog veel vragen zijn met betrekking tot de relaties tussen verplaatsingsgedrag en gezondheid, en dat daarom meer onderzoek hiernaar gewenst is.

Literatuur

Amoros, E., Martin, J.L. Laumon, B. 2003. Comparison of road crashes incidence and severity between some French counties. *Accident Analysis & Prevention* 35 (4), 537–547.

Anselin, L., & Le Gallo, J. (2006). Interpolation of air quality measures in hedonic house price models: Spatial aspects. [Interpolation des mesures de la qualité de l'air dans les modèles hédoniste de l'estimation immobilière: Aspects spatiaux] *Spatial Economic Analysis*, 1(1), 31-52.

Bassett Jr., D.R., Pucher, J., Buehler, R., Thompson, D.L., Crouter, S.E. (2008), Walking, cycling, and obesity rates in Europe, North America and Australia. *Journal of Physical Activity and Health* 5 (6) 795-814.

Bauman, A. E. (2004). Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000–2003. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(1), 6-19.

Beelen, R., Hoek, G., van Den Brandt, P.A., Goldbohm, R.A., Fischer, P., Schouten, L.J., Jerrett, M., Hughes, E., Armstrong, B., Brunekreef, B. (2008) Long-term effects of traffic-related air pollution on mortality in a Dutch cohort (NLCS-AIR study). *Environmental health perspectives*, 116 (2), 196-202.

Brown, B. B., Werner, C. M., Tribby, C. P., Miller, H. J., & Smith, K. R. (2015). Transit Use, Physical Activity, and Body Mass Index Changes: Objective Measures Associated With Complete Street Light-Rail Construction. *American journal of public health*, 105 (7) 1468-1474.

Cao, X., Mokhtarian, P.L., Handy, S.L. (2009), Examining the impacts of residential self-selection on travel behaviour: A focus on empirical findings. *Transport Reviews* 29 (3) 359-395.

Cheng, Y.-H. , Yan, J.-W. (2010) Comparisons of particulate matter, CO, and CO2 levels in underground and ground-level stations in the Taipei mass rapid transit system. *Atmospheric Environment* 45 (28),4882-489.

Cohen, J.M., Boniface, S., Watkins, S. (2015), Health implications of transport planning, development and operations. *Journal of Transport and Health* 1 (1) 63-72.

Delbosc, A., & Currie, G. (2011). Exploring the relative influences of transport disadvantage and social exclusion on well-being. *Transport Policy*, 18(4), 555-562.

De Vos, J. , Schwanen, T., van Acker, V., Witlox, F. (2013), Travel and Subjective Well-Being: A Focus on Findings, Methods and Future Research Needs. *Transport Reviews* 3 (4) 421-442.

Diener, E., & Chan, M. Y. (2011). Happy people live longer: Subjective well-being contributes to health and longevity. *Applied Psychology: Health and Well-being*, 3(1), 1-43.

Elvik, R., 2009. The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. *Accident Analysis and Prevention* 41(5), 849/855.

Ekkekakis, P., Hall, E. E., & Petruzzello, S. J. (2008). The relationship between exercise intensity and affective responses demystified: To crack the 40-year-old nut, replace the 40-year-old nutcracker! *Annals of Behavioral Medicine*, 35(2), 136-149.

Ettema, D., Gärling, T. Olsson, L.E., Friman, M. (2010). Out-of-home activities, daily travel, and subjective well-being, *Transportation Research A*, 44(9), 723-732.

- Ettema, D., Gärling, T., Olsson, L.E., Friman, M., & Moerdijk, S. 2013, The road to happiness: Measuring Dutch car drivers' satisfaction with travel, *Transport Policy*, 27, 171-178.
- Ettema, D., & Smajic, I. (2015). Walking, places and wellbeing. *Geographical Journal*, 181(2), 102-109.
- Ettema, D., Nieuwenhuis, R. (2015), Residential self-selection effects and TOD development: How does relocation motivation influence the effect of built environment?. Paper presented at 2015 TRB Annual Meeting.
- Forsyth, A., Hearst, M., Oakes, J. M., & Schmitz, K. H. (2008). Design and destinations: Factors influencing walking and total physical activity. *Urban Studies*, 45(9), 1973-1996.
- Gatersleben, B., & Uzzell, D. (2007). Affective appraisals of the daily commute: comparing perceptions of drivers, cyclists, walkers and users of public transport. *Environment and behavior*, 39(3), 416-431.
- Handy, S., Cao, X., & Mokhtarian, P. L. (2006). Self-selection in the relationship between the built environment and walking: Empirical evidence from Northern California. *Journal of the American Planning Association*, 72(1), 55-74.
- Handy, S. (2014). Health and travel. In: T. Gärling, D. Ettema, M. Friman (eds.), *Handbook of sustainable travel*. Dordrecht/Heidelberg/new York/London: Springer
- Hu, F. B., Stampfer, M. J., Colditz, G. A., Ascherio, A., Rexrode, K. M., Willett, W. C., & Manson, J. E. (2000). Physical activity and risk of stroke in women. *Journal of the American Medical Association*, 283(22), 2961-2967.
- Jacobsen, P.L. (2003). Safety in numbers: More walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention*, 9(3), 205-209.
- Janssen, N.A.H., B. Brunekreef, G. Hoek, P. Keuken (2002), *Traffic-related air pollution and health*. Utrecht / Apeldoorn: Utrecht University, Institute for Risk Assessment Sciences, Environmental and Occupational Health Division / TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie.
- Lucas, K. (2012), Transport and social exclusion: Where are we now?, *Transport Policy*, 20, 115-113.
- Mao, Z., Ettema, D., Dijst, M. (2015), Commuting trip satisfaction in Beijing: exploring the influence of multimodal behaviour and modal flexibility. Paper presented at IATBR conference, London.
- Manson, J. E., Greenland, P., LaCroix, A. Z., Stefanick, M. L., Mouton, C. P., Oberman, A., . . . Siscovick, D. S. (2002). Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *New England Journal of Medicine*, 347(10), 716-725.
- Martin, A., Goryakin, Y., & Suhrcke, M. (2014). Does active commuting improve psychological wellbeing? Longitudinal evidence from eighteen waves of the British household panel survey. *Preventive Medicine*, 69, 296-303.
- Matthies, E., Kuhn, S., & Klöckner, C. A. (2002). Travel Mode Choice of Women The Result of Limitation, Ecological Norm, or Weak Habit?. *Environment and behavior*, 34(2), 163-177.
- Mindell, J.S., Leslie, D., Wardlaw, M. (2012), Exposure-Based, 'Like-for-Like' Assessment of Road Safety by Travel Mode Using Routine Health Data. *Plos One*, 4 December 2012.

- Morris, J. N., & Hardman, A. E. (1997). Walking to health. *Sports Medicine*, 23(5), 306-332.
- Novaco, R. W., Stokols, D. and Milanesi, L. (1990) Objective and subjective dimensions of travel impedance as determinants of commuting stress. *American Journal of Community Psychology*, 18 (2), 231-257.
- Nyhan, M., McNabola, A., Misstear, B. (2014). Evaluating artificial neural networks for predicting minute ventilation and lung deposited dose in commuting cyclists. *Journal of Transport and Health*, 1 (4), 305-315.
- Oishi, S., Diener, E. F., Lucas, R. E., & Suh, E. M. (1999). Cross-cultural variations in predictors of life satisfaction: Perspectives from needs and values. *Personality and social psychology bulletin*, 25(8), 980-990.
- Oja, P., Vuori, I., & Paronen, O. (1998). Daily walking and cycling to work: Their utility as health-enhancing physical activity. *Patient Education and Counseling*, 33(SUPPL.1), S87-S94.
- Olsson, L. E., Gärling, T., Ettema, D., Friman, M., & Fujii, S. (2013). Happiness and satisfaction with work commute. *Social Indicators Research*, 111(1), 255-263.
- Paluska, S. A., & Schwenk, T. L. (2000). Physical activity and mental health: Current concepts. *Sports Medicine*, 29(3), 167-180.
- Pychyl, T. A., & Little, B. R. (1998). Dimensional specificity in the prediction of subjective well-being: Personal projects in pursuit of the PhD. *Social Indicators Research*, 45(1-3), 423-473.
- Saelens, B.E., Vernez Moudon, A., Kang, B., Hurvitz, P.M., Zhou, C (2014). Relation between higher physical activity and public transit use. *American Journal of Public Health* 104(5), 854-859.
- Sælensminde, K. 2004. Cost-benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic. *Transportation Research Part A* 38(8), 593-606.
- Şahin, Ü.A., Onat, B., Stakeeva, B., Ceran, T., Karim, P. (2012), PM10 concentrations and the size distribution of Cu and Fe-containing particles in Istanbul's subway system. *Transportation Research Part D* 17 (1) 48-53.
- Schepers, P., Fishman, E., Beelen, R., Heinen, E., Wijnen, W., Parkin, J. (2015), The mortality impact of bicycle paths and lanes related to physical activity, air pollution exposure and road safety. *Journal of Transport and Health* 2(4) 460-473.
- Stipdonk, H. , Bijleveld, F., Van Norden, Y., Commandeur, J. (2013) Analysing the development of road safety using demographic data. *Accident Analysis and Prevention*, 60, 435-444.
- St-Louis, E., Manaugh, K., Van Lierop, D., & El-Geneidy, A. (2014). The happy commuter: A comparison of commuter satisfaction across modes. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 26, 160-170.
- Troped, P. J., Wilson, J. S., Matthews, C. E., Cromley, E. K., & Melly, S. J. (2010). The built environment and location-based physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 38(4), 429-438.
- Van Dyck, D., Cardon, G., Deforche, B., Owen, N., & De Bourdeaudhuij, I. (2011). Relationships between neighborhood walkability and adults' physical activity: How important is residential self-selection?. *Health & Place*, 17(4), 1011-1014.

Van Praag, B.M.S., Baarsma, B.E. (2001). The Shadow Price of Aircraft Noise Nuisance, Tinbergen Institute Discussion Paper, No. 01-010/3

Van Wee, B. (2007), Environmental effects of urban traffic. In: T. Garling and L. Steg (eds.), Threats from car traffic to the quality of urban life. Problems, causes, and solutions. Amsterdam: Elsevier

Wagner, A., Simon, C., Ducimetière, P., Montaye, M., Bongard, V., Yarnell, J., . . . Arveiler, D. (2001). Leisure-time physical activity and regular walking or cycling to work are associated with adiposity and 5 y weight gain in middle-aged men: The PRIME study. *International Journal of Obesity*, 25(7), 940-948.

Wardman, M., & Bristow, A. L. (2004). Traffic related noise and air quality valuations: Evidence from stated preference residential choice models. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(1), 1-27.

Wegman, F. (2014), Verkeersonveiligheid. In: B. van Wee and J.A. Annema (2014), Verkeer en vervoer in hoofdlijnen. Bussum: Coutinho.

Wood, C., Angus, C., Pretty, J., Sandercock, G. & Barton, J.(2013), A randomised control trial of physical activity in a perceived environment on self-esteem and mood in UK adolescents, *International Journal of Environmental Health Research*, 23(4), 311-320.

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf, assessed 6-9-2015

Ziegler, F., & Schwanen, T. (2011). 'I like to go out to be energised by different people': An exploratory analysis of mobility and wellbeing in later life. *Ageing and Society*, 31(5), 758-781.