



Leefbaarheidseffecten van integrale infrastructuurprojecten: inzichten uit onderzoek

Om kennis te ontwikkelen over leefbaarheidseffecten bij integrale infrastructuurprojecten heeft het CPB meerdere onderzoeken uitgevoerd. Integrale infrastructuurprojecten hebben als doel om de bereikbaarheid en de leefbaarheid te verbeteren. In deze publicatie formuleren we vijf inhoudelijke lessen. Op basis van de lessen bieden we drie denkrichtingen voor beleid.

In ons onderzoek brengen we een deelaspect van de mogelijke brede welvaartseffecten in kaart. Het gaat daarbij om baten voor eigenwoning bezitters via huizenprijzen. We gaan niet expliciet in op andere dimensies van brede welvaart zoals impact op latere generaties en verdelingseffecten.

CPB - mei 2023

Koen van Ruijven
Joep Tijm

Inzichten over leefbaarheidseffecten

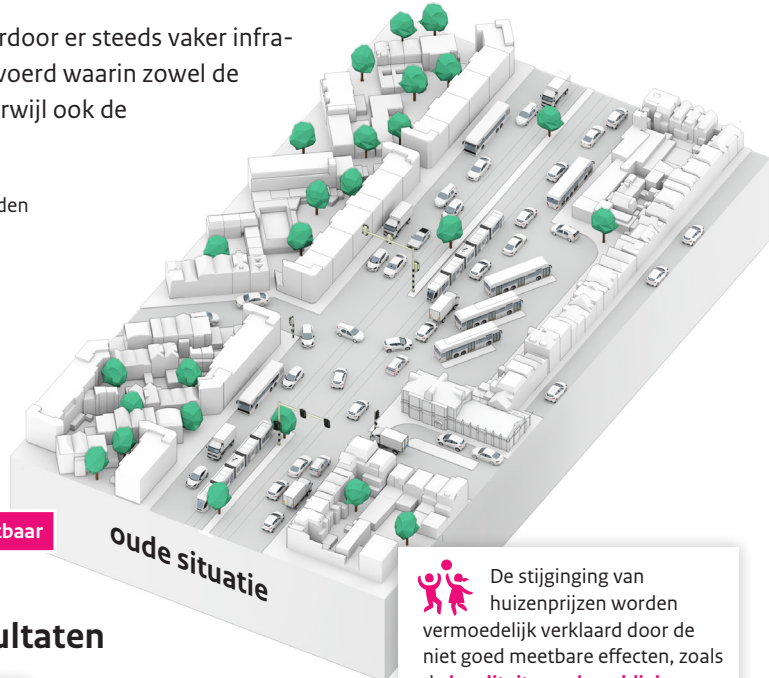
Steden worden drukker, waardoor er steeds vaker infrastructuurprojecten zijn uitgevoerd waarin zowel de **bereikbaarheid** verbetert, terwijl ook de **leefbaarheid** toeneemt.

Integrale infrastructuurprojecten leiden tot leefbaarheidseffecten zoals:

-  **minder geluidsoverlast**
-  **minder luchtvervuiling**
-  **hogere kwaliteit van publieke ruimte**
-  **sociale cohesie**
-  **gevoelens van identiteit**

goed meetbaar

niet goed meetbaar



CPB-onderzoeksresultaten



We zien dat huizenkopers een grote **financiële waardering** hebben voor integrale ondertunnelingsprojecten



Maar die hoge waardering wordt niet verklaard door de **afname in luchtvervuiling** en geluidsoverlast



Huizenkopers lijken de gezondheidseffecten van **geluidsoverlast en luchtvervuiling** überhaupt financieel beperkt te waarderen



De grote waardeinstijgingen voor integrale ondertunnelingsprojecten kan in MKBA's **niet worden toegepast op alle typen** integrale infrastructuurprojecten



Beleidsafwegingen



Laat eigenaren en gebruikers van vastgoed bijdragen aan ruimtelijke ontwikkeling als zij daarvan profiteren



Verschaf informatie over de schadelijke gezondheidseffecten van geluid en luchtvervuiling in de leefomgeving



Neem de extra waardeinstijgingen van huizen bij ondertunnelingen mee in MKBA's

Samenvatting

Het CPB heeft een onderzoekreeks uitgevoerd om kennis te ontwikkelen over leefbaarheidseffecten van integrale infrastructuurprojecten. We meten de leefbaarheidseffecten door de extra waarde­stijgingen van huizen te onderzoeken voor een aantal concrete projecten. We trekken vijf conclusies.

1. Integrale ondertunnelingsprojecten leiden tot aanzienlijke leefbaarheidseffecten.
2. De aanzienlijke leefbaarheidseffecten van integrale ondertunnelingsprojecten gelden niet zondermeer voor andere typen integrale infrastructuurprojecten.
3. De afname in luchtvervuiling en geluidsoverlast lijkt een beperkte invloed te hebben op de waarde­stijging van de huizen als gevolg van de ondertunnelingsprojecten.
4. Huizenkopers lijken de gezondheidseffecten van geluidsoverlast en luchtvervuiling überhaupt financieel beperkt te waarderen.
5. De verklaring voor de aanzienlijke leefbaarheidseffecten van integrale ondertunnelingsprojecten verschilt per project en is moeilijk aan te tonen via econometrisch onderzoek.

Op basis van de voorgaande conclusies komen we tot twee denkrichtingen voor beleid en een overweging voor opstellers van maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's). Een eerste denkrichting is om vastgoedeigenaren te laten bijdragen aan integrale infrastructuurprojecten om de lusten en lasten van investeringen in integrale infrastructuurprojecten beter te verdelen. Een tweede denkrichting is om meer informatie te verstrekken over de gezondheidseffecten van geluid en luchtvervuiling in de leefomgeving. Onze aanbeveling is om de extra waarde­stijgingen van huizen bij ondertunnelingen mee te nemen als nieuwe welvaarts­post in MKBA's.

In de afgelopen twintig jaar zijn steeds meer integrale infrastructuurprojecten uitgevoerd met als doel om niet alleen de bereikbaarheid te verbeteren, maar ook de leefbaarheid. De verbetering van de leefbaarheid speelt bijvoorbeeld een belangrijke rol bij ondertunnelingen van wegen of bij de herontwikkeling van stationsgebieden. Op dit moment ontbreekt het aan informatie over de waardering van leefbaarheidseffecten bij dit type projecten, waardoor deze effecten niet goed worden meegenomen in MKBA's. Om deze reden heeft het CPB een aantal onderzoeken uitgevoerd om kennis te ontwikkelen over leefbaarheidseffecten bij integrale infrastructuurprojecten in Nederland.

We merken op dat een analyse aan de hand van huizenprijzen een deel­aspect van de mogelijke brede welvaartseffecten in kaart brengt. Het gaat daarbij om baten voor huiseigenaren die belangrijk zijn bij de aankoop van een huis. Uit ons onderzoek blijkt dat de afname van geluidsoverlast en luchtvervuiling nauwelijks een rol spelen bij de gemeten toenames van huizenprijzen als gevolg van integrale infrastructuurprojecten. We gebruiken inzichten uit planologie en stedenbouwkunde die laten zien dat locatiespecifieke aspecten van kwaliteit van de publieke ruimte de waarde­stijgingen van huizenprijzen kunnen verklaren. Op basis van deze inzichten beschrijven we de mogelijke succesfactoren voor twee integrale infrastructuurprojecten die we onderzocht hebben, namelijk voor Maastricht en Delft.

1 Introductie

De druk op binnenstedelijke infrastructuur neemt toe, daarom worden er steeds vaker integrale projecten uitgevoerd. Ondertunnelingen worden gezien als een goed voorbeeld van projecten, waarbij ruimtelijke ontwikkeling en infrastructuur hand in hand gaan. Zij bieden steden de mogelijkheid om de bereikbaarheid te verbeteren, terwijl tegelijkertijd ook de leefbaarheid toeneemt. Verschillende steden in het buitenland, waaronder Sydney, Madrid en Hamburg, hebben wegen door de stad verbreed en ondertunneld. Ook is in meerdere steden het trein- of metrospoor ondergronds geplaatst, zoals bijvoorbeeld in Kopenhagen, Shanghai en Stuttgart.

Om kennis te ontwikkelen over leefbaarheidseffecten bij integrale infrastructuurprojecten in Nederland heeft het CPB diverse onderzoeken uitgevoerd. Hoewel reistijd-baten van infrastructuurprojecten goed in kaart te brengen zijn met verkeersmodellen, geldt dat niet voor de leefbaarheidseffecten. Leefbaarheid wordt doorgaans gedefinieerd als “de mate waarin de leefomgeving aansluit bij de eisen en de wensen die er door de mens aan worden gesteld” (Leidelmeijer & Van Kamp, 2004). De indruk is dat leefbaarheidseffecten worden onderschat in maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's) doordat informatie over de waardering van deze effecten ontbreekt (Koopmans, 2019). Gezien de forse investeringskosten van integrale infrastructuurprojecten is het cruciaal om een goede inschatting te kunnen maken van leefbaarheidseffecten. Dit kennishiaat is voor het CPB aanleiding geweest om empirisch onderzoek uit te voeren naar dit type effecten (Van Ruijven e.a., 2018).

Leefbaarheidseffecten meten we door de extra waarde­stijgingen van huizen te analyseren voor een aantal concrete projecten (Flyvbjerg, 2006).¹ Het achterliggende idee is dat de toegenomen leefbaarheid zich voor een deel vertaalt in de extra waarde­stijgingen van huizen dichtbij in vergelijking met huizen verder weg van het project. We hebben deze methode toegepast op enkele projecten die als expliciet doel hadden bij te dragen aan een betere leefbaarheid: de ondertunneling van de A2 in Maastricht, de ondertunneling van het spoor in Delft en de verdiepte A4 bij Leiden.²

Het CPB heeft aanvullend onderzoek uitgevoerd waarin we de extra waarde­stijgingen door ondertunnelingen proberen te verklaren aan de hand van een aantal leefbaarheidsindicatoren. Daarbij gebruiken we een reeks van factoren die doorgaans worden geassocieerd met leefbaarheid: luchtvervuiling, geluidsoverlast en het percentage water rondom huizen. We beperken ons tot deze indicatoren, omdat we van veel andere deelaspecten van leefbaarheid geen data hebben. Die deelaspecten bevatten vergelijkbare elementen als kwaliteit van de publieke ruimte – het begrip dat in de stedenbouwkundige en planologische literatuur wordt gebruikt (Hooimeijer e.a., 2001; Janssen-Jansen e.a., 2009).

¹ Het CPB heeft drie onderzoeken uitgevoerd waarin de omvang van de leefbaarheidseffecten zijn vastgesteld: de A2 in Maastricht: Tijm e.a. 2018 ([link](#)), de ondertunneling van het spoor in Delft: Van Ruijven en Tijm 2019 ([link](#)), en de stationsvernieuwingen bij Arnhem, Breda en Tilburg: Van Ruijven e.a. 2019 ([link](#)). Vervolgens is de samenhang tussen huizenprijzen en leefbaarheidsindicatoren bepaald in Van Ruijven en Tijm, 2022 ([link](#)).

² Deze cases zijn geselecteerd op basis van twee factoren: de projecten dienen van voldoende omvang in de bebouwde omgeving te zijn zodat er daadwerkelijk een effect op leefbaarheid is en er dienen data voor leefbaarheidsindicatoren beschikbaar te zijn.

We merken op dat een analyse aan de hand van huizenprijzen een deelaspect van de mogelijke brede welvaartseffecten in kaart brengt. Het gaat daarbij om baten voor eigenwoning bezitters. Baten voor andere typen vastgoed (zoals kantoorpanden en winkels) en bezoekers (zoals werkenden en winkelpubliek) zijn niet in kaart gebracht. Ook gaan we niet expliciet in op andere dimensies binnen het bredewelvaartsdomein zoals impact op latere generaties en verdelingseffecten. Het CPB heeft meerdere studies over brede welvaart en MKBA's. Een recente CPB publicatie geeft vijf lessen om brede welvaart toe te passen op integrale gebiedsontwikkeling (Hendrich e.a., 2023). Eerder heeft het CPB met het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) een aanvulling gemaakt op de Algemene MKBA-Leidraad vanuit het perspectief van brede welvaart (Bos e.a., 2022).

In deze overzichtsstudie vatten we de belangrijkste conclusies samen die we trekken uit de CPB-onderzoekslijn naar integrale ruimtelijke en mobiliteitsprojecten. Op basis van de conclusies schetsen we in paragraaf 2 enkele denkrichtingen voor beleid. In paragraaf 3 beschrijven we de uitkomsten van het onderzoek waarin we beogen de extra waardeinstijgingen van huizen door ondertunnelingen te verklaren. Het blijkt dat de extra waardeinstijgingen niet worden verklaard door onze gebruikte set van indicatoren. In paragraaf 4 wordt aan de hand van inzichten uit de planologie en stedenbouwkunde uitgelegd dat de extra waardeinstijgingen mogelijk verklaard kunnen worden door kwaliteitsverbeteringen in de publieke ruimte. In deze paragraaf beschrijven we ook de succesfactoren voor Maastricht en Delft.

2 Conclusies uit onderzoek en implicaties voor de praktijk

2.1 Conclusies uit CPB-onderzoeken naar leefbaarheid

Conclusie 1: Huizenkopers hebben een sterke financiële waardering als de leefomgeving aantrekkelijker wordt door integrale ondertunnelingsprojecten. Dit blijkt uit een reeks van empirische onderzoeken waarin de omvang van de leefbaarheidseffecten is bepaald aan de hand van huizenprijsanalyses (door voor bereikbaarheidseffecten te corrigeren).³ Voor projecten met ondertunneling en herinrichting van de publieke ruimte zoals bij de A2 in Maastricht en het spoor in Delft zijn extra waardeinstijgingen van bestaande huizen van 10% vastgesteld binnen 500 meter van de tunnel. Naast de ondertunneling van de infrastructuur bevatten deze projecten grootschalige gebiedsontwikkeling, zoals de aanleg van een stadspark en woningbouw. Hiermee hebben de projecten een impuls gegeven aan de kwaliteit van de publieke ruimte (zie appendix A).

Conclusie 2: De sterke financiële waardering voor integrale ondertunnelingsprojecten geldt niet zondermeer voor andere typen integrale infrastructuurprojecten. Uit analyses waarin de extra waardeinstijgingen zijn bestudeerd van knooppuntontwikkelingen – in dit geval

³ Zie voor de studie naar de ondertunneling van de A2 in Maastricht: Tijm e.a. 2018 ([link](#)) en de studie naar de ondertunneling van het spoor in Delft: Van Ruijven en Tijm 2019 ([link](#)).

stationsvernieuwingen die zijn samengegaan met gebiedsontwikkeling rondom de stations van Arnhem, Breda en Tilburg – komen gemengde resultaten. Voor enkele projecten hebben we positieve leefbaarheidseffecten gevonden, voor andere was er geen effect of een negatief effect. We schrijven de toenames en afnames van de huizenprijzen toe aan veranderingen in de aantrekkelijkheid om dicht bij stations te wonen. In van Ruijven e.a. (2019) lichten we dit verder toe ([link](#)).

Conclusie 3: Afname in luchtvervuiling en geluidsoverlast lijkt een beperkte invloed te hebben op de extra waardeinstijgingen van huizen door ondertunnelingsprojecten. Deze uitkomst is enigszins verrassend, omdat reeds bestaand onderzoek uitwijst dat er belangrijke gezondheidseffecten zijn voor luchtkwaliteit en geluid (Deryugina e.a., 2019; Ebenstein e.a., 2017). Uit eigen onderzoek – dat wordt toegelicht in paragraaf 3 en appendix B – blijkt echter dat luchtvervuiling en geluid geen belangrijke verklarende kracht hebben bij de ondertunnelingcases in Delft, Maastricht en de verdiepte aanleg van de A4 bij Leiden. Dit is een opvallend resultaat omdat de leefbaarheidsproblemen die werden aangekaart door omwonenden – onder meer de slechte luchtkwaliteit en hoge geluidsoverlast – een belangrijke overweging was om de projecten uit te voeren.⁴ Merk echter ook op dat niet alle maatschappelijke effecten via huizenprijzen zijn af te meten. In paragraaf 2.4 gaan we hierop nader in.

Conclusie 4: Huizenkopers lijken de gezondheidseffecten van geluidsoverlast en luchtvervuiling überhaupt financieel beperkt te waarderen. Dit blijkt uit onderzoek waarin we hebben bepaald in hoeverre er een samenhang is tussen leefbaarheidskarakteristieken en huizenprijzen in heel Nederland.⁵ Analyses laten zien dat er slechts een beperkt verband is tussen huizenprijzen en de mate van luchtvervuiling en geluidsoverlast. De (gemonetariseerde) gezondheidsschade⁶ van luchtvervuiling en geluidsoverlast is aanzienlijk hoger dan wat huizenkopers bereid lijken te zijn om extra voor te betalen bij de aankoop van hun huis. Voor hoge geluidsniveaus (boven de 60 decibel) lijken huizenkopers daar meer rekening mee te houden, maar nog steeds minder dan op basis van de gezondheidsschade verwacht zou kunnen worden. Bovendien ondervinden mensen al gezondheidsschade bij lagere geluidsniveaus (de Bruyn e.a., 2017).⁷

Conclusie 5: Huizenbezitters in Nederland waarderen kwaliteit van de publieke ruimte zoals de aanwezigheid van groen en water, maar de lokale context en verschillen in voorkeuren zijn moeilijk te duiden via econometrisch onderzoek. Een huis in een groene omgeving is bijvoorbeeld meer waard dan een vergelijkbaar huis in een minder groene omgeving. De omvang van dit prijsverschil is redelijk goed aan te tonen met econometrisch onderzoek. Andere elementen

⁴ Zie ([link](#)) voor Maastricht, en zie ([link](#)) voor Delft.

⁵ Zie van Ruijven en Tijm, 2022 ([link](#)). Een eerdere PBL-publicatie 'De Prijs van de plek' onderschrijft deze conclusie (Visser en van Dam, 2006).

⁶ In sectie 4.4 van ([link](#)) zijn de aannames beschreven om de grootte van de gezondheidsschade te berekenen. Daarvoor is gebruik gemaakt van meerdere studies (Ebenstein e.a. (2017), Deryugina e.a. (2019) en de Bruyn e.a. (2017)).

⁷ De bevinding van de beperkte internalisatie van negatieve gezondheidseffecten wordt ook gevonden in Noord-Amerika (Fraenkel e.a., 2022).

die belangrijk zijn voor het veelomvattende begrip kwaliteit van de publieke ruimte zijn echter lastig te vast te stellen via econometrisch onderzoek. Dit komt doordat aan elke publieke ruimte andere eisen worden gesteld. Zo kan de toevoeging van een specifieke soort groen heel goed passen in een nieuwe woonwijk, terwijl bij de herinrichting van een historische binnenstad het doortrekken van een grachtenstructuur weer passend is. De lokale context speelt een belangrijke rol. De inzichten van planologen en stedenbouwkundigen kunnen helpen om de lokale context te verklaren. In paragraaf 4.1 gebruiken we deze inzichten voor de cases in Maastricht en Delft. Uit onderzoek blijkt dat in die lokale context moeilijk meetbare belevingen van de bewoners, zoals ervaren gemeenschapszin, doorgaans belangrijker zijn dan objectief meetbare factoren zoals geluidsoverlast.⁸

2.2 Waardering van ondertunnelingen in MKBA's

De extra waardestijgingen van huizen leiden tot een nieuwe post in MKBA's van integrale ondertunnelingsprojecten: verbeterde kwaliteit publieke ruimte. De extra waardestijgingen worden niet verklaard door posten die al in MKBA's worden gehanteerd: luchtkwaliteit en geluid. De extra waardestijging is een meevaller die toekomt aan huiseigenaren. De baten van een betere gezondheid door minder luchtvervuiling en geluidsoverlast worden in de projecten die we bekeken hebben echter niet vertaald in hogere huizenprijzen. Hierdoor kan deze post worden geïnterpreteerd als separaat welvaartseffect en geen dubbel telling in MKBA's. Onze resultaten hebben dus ook geen implicaties voor de kengetallen van geluid en luchtkwaliteit. Voor deze posten worden in MKBA's kengetallen gebruikt die grotendeels zijn gebaseerd op de daadwerkelijke gezondheidsschade die mensen ondervinden.

De omvang van de nieuwe welvaartspost is afhankelijk van twee condities (zie figuur 2.2.1). De eerste conditie is het type integrale project. Na het bestuderen van meerdere typen integrale projecten zien we eigenlijk alleen een consistent beeld bij ondertunnelingen. Voor de andere typen integrale projecten, kunnen we op grond van het huidige onderzoek geen uitspraken doen. Er is meer (ex-post) kennis nodig vanuit de planologie en stedenbouwkunde om te bepalen welke factoren uiteindelijk leiden tot extra waardestijgingen van huizenprijzen. We bevelen aan dat de nieuwe welvaartspost verbeterde kwaliteit publieke ruimte voorlopig alleen geldt voor integrale projecten die infrastructuur ondertunnelen, in combinatie met gebiedsontwikkeling. Voor andere integrale projecten zoals knooppuntontwikkeling kunnen we geen indicatieve kengetallen aangeven.

De tweede conditie is de mate waarin de ruimtelijke herinrichting passend is om de maatschappelijke opgaven in het projectgebied aan te pakken. Een instrument dat hiervoor kan worden gebruikt, is de planobjectivering.⁹ Bij de gebiedsontwikkeling kunnen vragen gesteld

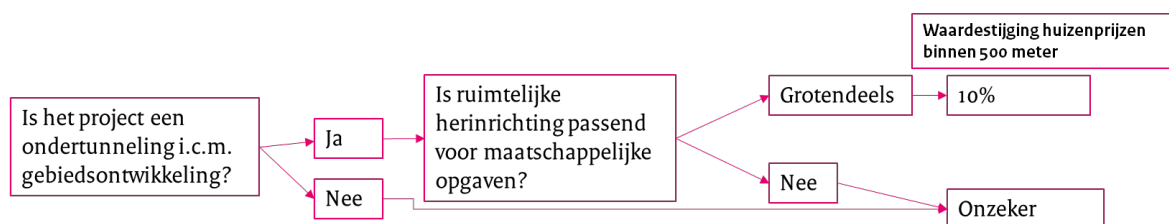
⁸ De constatering dat subjectieve factoren (belevingen) in de kwaliteit van de publieke ruimte een belangrijkere rol spelen dan objectieve elementen is bijvoorbeeld aangetoond in de context van wonen nabij snelwegen (Hamersma, 2018) en bij Schiphol (Van Praag en Baarsma, 2005).

⁹ Planobjectivering is het proces waarbij een ruimtelijk plan (afgeleid uit de maatschappelijke problemen) wordt vertaald in specifieke en meetbare doelen en criteria. Zodoende kunnen tussentijds de doelstellingen en criteria worden getoetst en indien nodig worden bijgesteld om de doelen te behalen (Hamers e.a., 2013).

worden als: Past de gebiedsontwikkeling binnen de bestaande contouren van de stad? Welke (ontbrekende) functies worden toegevoegd? Leidt het integrale project tot minder segregatie tussen stadsdelen? Leidt het integrale project tot een toename in het gebruik van voorzieningen? De mate waarin het integrale project passend is om aan deze maatschappelijke opgaven te voldoen, bepaalt de waarde­stijgingen van huizen.

- Als het gaat om een ondertunneling waar de gebiedsontwikkeling passend is om de maatschappelijke opgaven (grotendeels) aan te pakken, zoals bij de A2 in Maastricht en het spoor in Delft, dan lijken daar eenduidige uitkomsten uit te komen. Voor dit type projecten kan een extra waarde­stijging van huizen worden verwacht van 10% binnen 500 meter vanaf het projectgebied. De waarde­stijgingen op grotere afstanden dan 500 meter zijn onzeker.
- Als het gaat om een project dat ten dele passend is voor de maatschappelijke opgaven, is de extra waarde­stijging voor huizen onzeker. Dit soort projecten betreft bijvoorbeeld een verdiepte aanleg van infrastructuur. Deze projecten kunnen leiden tot een verminderd gevoel van segregatie/barrièrewerking, hoewel dit hierdoor niet helemaal opgelost wordt. Bovendien maakt het verdiept aanleggen van infrastructuur slechts beperkt ruimte vrij voor gebiedsherinrichting.

Figuur 2.2.1 Schema grootte van welvaarts­post kwaliteit publieke ruimte



2.3 Denkrichtingen voor beleid

Op basis van de conclusies kunnen enkele denkrichtingen worden geformuleerd voor beleid.

Een eerste denkrichting is om eigenaren en gebruikers van vastgoed te laten bijdragen aan ruimtelijke ontwikkeling als zij daarvan profiteren. De lusten en lasten van een investering worden op die manier beter verdeeld en dat kan bouwprojecten ten goede komen. Nu betalen huizenbezitters nauwelijks mee aan grote overheidsinvesteringen waarvan zij wel profijt ondervinden, maar waarvoor zij geen directe bijdrage voor hebben betaald. Het financiële voordeel dat huiseigenaren ondervinden via grote extra (waarde)stijgingen van huizen­prijzen wordt nu slechts voor een deel belast door de hogere onroerende zaakbelasting. Het profijt­beginsel waarin de belastingafdracht door baat­hebbers in verhouding is met het profijt dat zij ondervinden wordt daarmee bescheiden toegepast. Het consistent toepassen van het profijt­beginsel betekent ook dat partijen die nadeel ondervinden van ruimtelijke ingrepen, adequaat zouden moeten worden

gecompenseerd. Het CPB heeft in een eerdere publicatie enkele beleidsopties geschetst om vastgoedeigenaren meer te laten bijdragen aan ruimtelijke ontwikkeling ([link](#)).

Een tweede denkrichting is om meer informatie te verschaffen over de schadelijke gezondheidseffecten van geluid en luchtvervuiling in de leefomgeving. Luchtkwaliteit wordt vaak nauwelijks financieel gewaardeerd door huizenkopers. Dit wijst erop dat zij beperkt rekening houden met schadelijke gezondheidseffecten. Er is mogelijk sprake van een informatieprobleem. In werkelijkheid is de gezondheidsschade veel groter dan waar huizenkopers rekening mee houden bij de aankoop van hun huis, zodat mensen korter in een goede gezondheid leven (Maas e.a., 2015). Een mogelijke beleidsoptie zou kunnen zijn om naast een energielabel van een huis, ook een label te creëren voor de gezondheidseffecten van de omgeving.

Voor opstellers van MKBA's geven we de volgende overweging mee.

Neem de extra waardeinstijgingen van huizen bij ondertunnelingen als nieuwe post mee in MKBA's. Een schema van de welvaartspost is weergegeven in figuur 2.3.1. Onder bepaalde condities kan een extra waardeinstijging worden verwacht van 10% voor huizen binnen 500 meter van een tunnel. Deze nieuwe welvaartspost overlapt niet met bestaande welvaartsposen zoals luchtvervuiling en geluidsoverlast en kan daardoor als zelfstandige post worden meegenomen. De welvaartspost omvat andere aspecten van kwaliteit van de publieke ruimte, zoals esthetische kwaliteit en sociale cohesie. Dit wordt in paragraaf 4.1 toegelicht.

3 Wat verklaart de extra waardeinstijgingen bij integrale projecten?

In dit hoofdstuk beschrijven we welke leefbaarheidsaspecten de extra waardeinstijgingen van huizen bij integrale projecten van ruimtelijke ontwikkeling en infrastructuur zouden kunnen verklaren. Daarvoor hebben we twee stappen uitgevoerd. De volgende paragraaf beschrijft eerst hoe we de extra waardeinstijging van (bestaande) huizen bepalen. In de daaropvolgende paragraaf lichten we toe, hoe we de leefbaarheidsaspecten proberen te ontleden.

De twee onderzoeksstappen zijn uitgevoerd voor drie integrale projecten: de ondertunneling van de snelweg A2 in Maastricht, de spoorondertunneling in Delft en de verdiepte aanleg van de snelweg A4 in Leiden. Een beschrijving van deze projecten en een visuele uitbeelding van de gerealiseerde veranderingen in de publieke ruimte zijn te vinden in paragraaf A.1 en paragraaf 4.1.

3.1 Omvang van extra waardeinstijging huizen

Om de extra waardeinstijgingen die voortkomen uit integrale infrastructuurprojecten te bepalen, vergelijken we de stijging van huizenprijzen dicht bij de tunnels met de stijging van huizenprijzen verder weg. Door te controleren voor bereikbaarheidseffecten interpreteren we de

extra waardering als een (incomplete) maatstaf voor de verbetering van de leefbaarheid.¹⁰ De verwachting is dat de waardeestijging het sterkst is bij de woningen die voorheen dicht bij de snelweg/het spoor stonden. Bewoners ervoeren daar immers de meeste overlast en zij profiteren het meest van de herontwikkeling. Ook bewoners die wat verder van de oude snelweg/spoorlijn woonden, zullen waarschijnlijk leefbaarheidsinsten ervaren, al zijn die vermoedelijk kleiner.

We vinden aanzienlijke extra waardeestijgingen binnen 500 meter door de ondertunnelingen en verdiepte aanleggen in stedelijke gebieden. Naarmate de afstand toeneemt, nemen de extra waardeestijgingen en de zekerheid van de schattingen af. We vinden waardeestijgingen tot maximaal 1000 meter. De onderstaande figuren geven de extra waardeestijgingen van huizen weer die zijn toe te schrijven aan de projecten.¹¹ Voor ondertunnelingen met herontwikkeling vinden we een extra waardeestijging van 10% binnen 500 meter van de tunnel. Bij de ondertunneling van de A2 in Maastricht komen deze leefbaarheidsinsten neer op ruim 200 miljoen euro, en voor de ondertunneling van het spoor in Delft komt de verbetering in leefbaarheid neer op 400 miljoen euro.¹² Bij het derde project dat we bekeken hebben, de verdiepte snelweg bij Leiden in combinatie met beperkte gebiedsontwikkeling, vinden we een extra waardeestijging van huizen van ongeveer 6% binnen 500 meter.

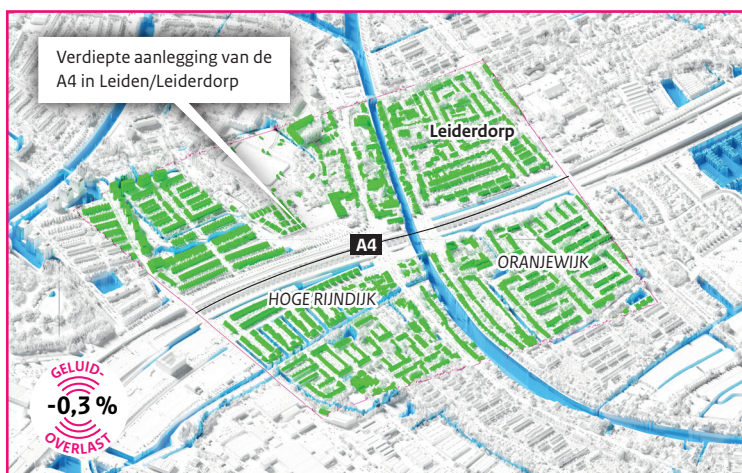
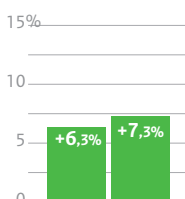
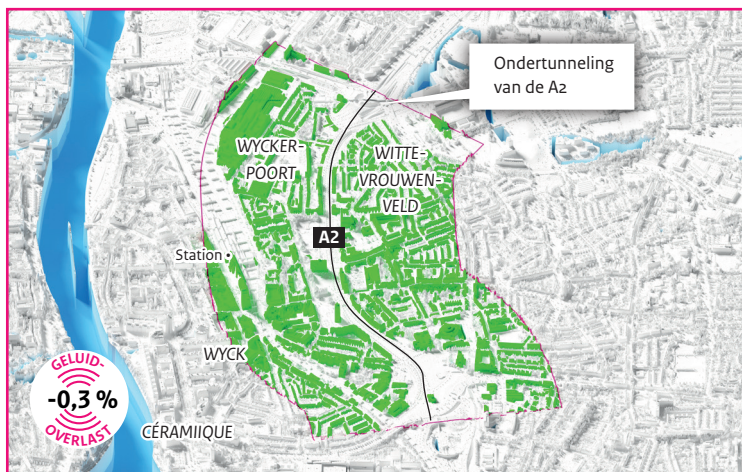
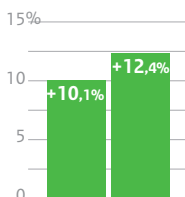
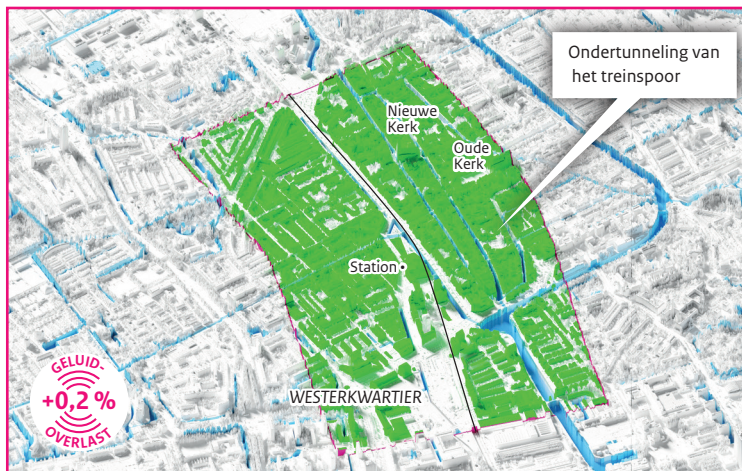
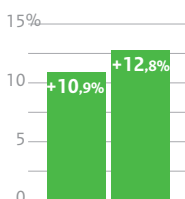
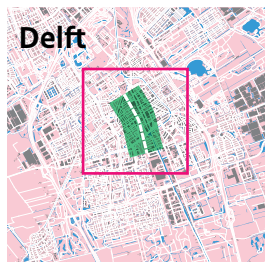
¹⁰ Naar verwachting zullen niet alle verbeteringen in de leefbaarheid zich vertalen in huizenprijzen. Het controleren voor bereikbaarheidsinsten lichten we voor Maastricht toe in Tijm e.a. 2018 ([link](#)) en voor Delft toe in Van Ruijven en Tijm 2020 ([link](#)).

¹¹ Deze extra waardeestijgingen in huizenprijzen hebben we al eerder bepaald in eerdere publicaties. De gepresenteerde extra waardeestijgingen in de figuren zijn op basis van nieuwe effectmetingen waarin data tot en met 2021 is gebruikt. Voor een uitgebreide toelichting op de gebruikte methode en data, zie Appendix B

¹² Zie Tijm e.a. 2018 ([link](#)) en Van Ruijven en Tijm 2020 ([link](#)).

Waardestijging na ondertunneling

We vinden grote extra waardestijgingen binnen 500 meter door de ondertunnelingen en verdiepte aanleggingen in stedelijke gebieden.



3.2 Welke leefbaarheidsaspecten verklaren de extra waarde­stijgingen?

De hypothese is dat de extra waarde­stijgingen van huizen voor een deel zijn toe te schrijven aan een aantal specifieke leefbaarheids­karakteristieken. Een prominente reden voor de ondertunneling van de A2 in Maastricht en het spoor in Delft was om de luchtvervuiling en geluidsoverlast te verhelpen. Een andere reden voor de ondertunnelingen was om publieke ruimte aantrekkelijker te maken. Het idee is dat de extra waarde­stijgingen van huizen voor een deel kunnen worden verklaard door deze relatieve leefbaarheids­verbeteringen in het projectgebied. Een uitgebreide toelichting voor de doelen per casus is beschreven in paragraaf A.1.

Om te onderzoeken of de waarde­stijgingen zijn toe te schrijven aan karakteristieken voor leefbaarheid, hebben we deze toegevoegd in onze analyses waarin we de extra waarde­stijgingen bepalen. We voegen dus de mogelijke kanalen toe waardoor de extra waarde­stijgingen zijn ontstaan. Daarbij gebruiken we de volgende set aan leefbaarheids­karakteristieken: luchtvervuiling (fijnstof (PM_{2,5}) jaargemiddelde concentratie van alle luchtvervuilings­bronnen cumulatief)¹³, geluidsniveau in decibellen (jaargemiddelde van alle geluids­bronnen cumulatief¹⁴), en water (percentage oppervlakte binnen een straal van 200 meter rondom huis). Indien onze hypothese klopt, dan verwachten we dat onze generieke effect­schattingen van de extra waarde­stijgingen zullen afnemen in omvang. De kanalen *waar­door* de extra waarde­stijgingen plaatsvinden worden immers toegevoegd en we verwachten dat deze een deel van het effect overnemen. Een beschrijving van de onderzoeksmethode is opgenomen in paragraaf A.2.

De analyses tonen aan dat de extra waarde­stijgingen niet worden verklaard door onze set van leefbaarheids­karakteristieken. De generieke effect­schattingen van de extra waarde­stijgingen veranderen nauwelijks zodra de mogelijke kanalen van luchtkwaliteit, geluid en water worden toegevoegd (zie de tabel in Appendix A.). Dit duidt erop dat de extra waarde­stijgingen van huizen binnen 500 meter van de tunnels niet worden verklaard door een relatieve verbetering van leefbaarheid in termen van geluid, luchtkwaliteit en de aanwezigheid van water ten opzichte van huizen verder weg (na 1000 meter).

Onze uitkomsten betekenen niet dat de leefbaarheids­verbeteringen in luchtkwaliteit, geluid en water geen belangrijke welvaart­effecten zijn. Om misverstanden te voorkomen, benadrukken we dat de leefbaarheid wel degelijk is verbeterd voor deze indicatoren. Het blijkt namelijk dat, los van de verbetering door integrale projecten, huizenkopers hiervoor waardering hebben (bijvoorbeeld voor een daling in de geluidsoverlast, zie Winke, 2017). Luchtkwaliteit en geluid blijven belangrijke posten in MKBA.

¹³ Als alternatieve maatstaf voor luchtvervuiling is gebruik gemaakt van stikstofdioxide (NO₂, jaargemiddelde concentratie).

¹⁴ We maken gebruik van een gewogen jaargemiddelde, met een straffactor omdat geluid tijdens de avond en de nacht meer hinderlijk wordt ondervonden (straffactor van 5 dB voor geluid tussen 19:00 en 23:00, en 10dB voor geluid tussen 23:00 en 07:00).

4 De rol van kwaliteit van de publieke ruimte

In deze paragraaf betogen we dat de extra waarde­stijgingen mogelijk verklaard kunnen worden door de kwaliteitsverbetering van de publieke ruimte. Aan de hand van econometrische analyses kunnen we echter niet de specifieke elementen bepalen van de kwaliteit van de publieke ruimte die de waarde­stijgingen bepalen (zie tekstkader hieronder). Daarom maken we in paragraaf 4.1 gebruik van inzichten uit planologie en stedenbouw­kunde. In paragraaf 4.2 volgt uitleg hoe een integrale project via de kwaliteit van de publieke ruimte invloed heeft op huizen­prijzen. In Appendix C lichten we de begrippen kwaliteit van de publieke ruimte en leefbaarheid toe en leggen we uit dat beide begrippen vergelijkbare elementen bevatten.

4.1 Inzichten uit stedenbouw­kunde en planologie als verklaring voor de extra waarde­stijging van huizen

We gebruiken multidisciplinaire inzichten uit de planologie en stedenbouw­kunde om de mogelijke succesfactoren achter de kwaliteitsverbetering in de publieke ruimte in beeld te brengen. Hieronder zijn de inzichten uit deze disciplines samengevat per casus. Uit de beschouwingen van deze disciplines blijkt bijvoorbeeld dat de opheffing van de barrière­werking van infrastructuur, zoals het ondergronds verplaatsen van een snelweg of spoorweg, een belangrijke rol speelt (Baart en Molenkamp, 1998; Lörzing e.a., 2008). De barrière van infrastructuur belemmert de sociale binding tussen wijken en kan ervoor zorgen dat mensen onevenredig gebruik kunnen maken van voorzieningen en functies, afhankelijk waar men woont (De Boer en Molenkamp, 1996).

Waarom kwaliteit van de publieke ruimte moeilijk te meten is

Kwaliteit van de publieke ruimte is een veelomvattend begrip¹ dat nauwelijks te vangen is in een kwantitatieve maatstaf (Castelijns, 2014). Dit heeft een tweetal samenhangende redenen. Ten eerste blijkt uit de literatuur dat subjectieve elementen van de kwaliteit van de publieke ruimte, zoals het gevoel van veiligheid en de beleving van esthetiek, doorgaans belangrijker zijn voor woontevredenheid en huizen­prijzen dan objectieve elementen, zoals luchtvervuiling en geluidsoverlast (Hamersma, 2018; van Praag en Baarsma, 2005). In onze econometrische analyse hebben we de beschikking gehad over subjectieve elementen. Een tweede reden is dat kwaliteit van de publieke ruimte sterk contextafhankelijk is. Het gaat om passende kwaliteit: aan elk type open ruimte wordt andere eisen gesteld (Smit, 2005). Hierbij zijn de randvoorwaarden waaraan een gebied moet voldoen dus cruciaal. Uniforme objectieve maatstaven zijn niet goed in staat om die lokale context weer te geven.

Voor elke casus kan worden gesteld dat verschillende maatschappelijk opgaven een rol spelen bij de kwaliteitsverbetering van de leefomgeving. Een instrument dat gebruikt kan worden voor een passende inrichting van de publieke ruimte is de planobjectivering, zie [link](#) (Hamers e.a., 2013). Zo vereisen maatschappelijke opgaven op het sociale terrein (zoals bereikbaarheid van voorzieningen en sociale interactie) andere oplossingen dan maatschappelijke opgaven op het gebied van de economische structuur (zoals staan bedrijven op juiste plek?). Vandaar dat binnen de literatuur wordt gesproken over passende kwaliteit.

Voor Delft bestond de passende kwaliteit uit het doortrekken van de ruimtelijke kaders van de binnenstad (de grachtenstructuur, met centrale gebouwen) naar de herontwikkelde Spoorzone om zo wijken met elkaar te verbinden (Laarakker, 2022). De nieuw ingerichte publieke ruimte – zoals uitgebeeld in onderstaand figuur – loopt net als in de binnenstad van noord naar zuid. Hierbij was het idee om de “De publieke ruimte ... de kwaliteit van de Delftse binnenstad mee te geven”. Hiertoe zijn verschillende verwijzingen toegevoegd die de culturele identiteit van de oude binnenstad doen herleven, zoals een woonfunctie (met als referentie Gezicht op Delft van Vermeer) en het Huis van Delft (met referenties naar oude meesters zoals Antoni van Leeuwenhoek). Het toevoegen van functies door centrale gebouwen in Nieuw Delft zoals hotels, cafés, kantoren en een filmhuis is ook geïnspireerd op de oude binnenstad.

Figuur 4.1.1 Delft - Situatie aan de noordzijde van het station, voor en na de ontwikkeling van de Spoorzone



Bron: Google Maps

Voor Maastricht bestond de passende kwaliteit uit het herstellen van de sociale connectie tussen buurten (Janssen, 2021). Door de opheffing van de barrière na de ondertunneling van de A2, konden de wijken Wyckerpoort en Wittevrouwenveld in Oost-Maastricht worden verbonden met de rest van Maastricht. Dit waren zogenoemde krachtwijken, die destijds door minister Vogelaar werden aangewezen voor een kwaliteitsimpuls vanwege de stapeling van sociale, fysieke en economische problemen in deze wijken. De vrijgekomen ruimte van de A2 is ingevuld met de Groene loper: een laan voor fietsers en wandelaars met aan de weerszijden bomen (zie onderstaand figuur 4.1.2). De Groene loper fungeert als ontmoetings- en verbindingsplek. Volgens de stedenbouwkundige en ontwerper Bindels toont zich dit in het gebruik van voorzieningen: “De wijk Wyckerpoort lag bekneld tussen het spoor en de snelweg. Nu de snelwegbarrière is geslecht, kunnen de wijken gebruikmaken van elkaars voorzieningen als winkels en scholen.” Ook maakt de tunnelaanleg het mogelijk woningen toe te voegen en de huizenvoorraad in het gebied te diversifiëren.

Figuur 4.1.2 Maastricht – Situatie halverwege het projectgebied, voor en na de ondertunneling van de A2 en herontwikkeling van publieke ruimte



Bron: Fred Berghmans photography

Over de verdiepte aanleg van de A4 in Leiden is geen literatuur beschikbaar die de daar passende kwaliteit beschrijft. We merken op dat een verdiepte aanleg van infrastructuur geen ruimte vrijmaakt waardoor geen nieuwe voorzieningen en functies kunnen worden toegevoegd. De kwaliteitsimpuls in de publieke ruimte is daardoor beperkter.

Figuur 4.1.3 Leiderdorp -Situatie Hoofdstraat passering viaduct: voor en na realisatie viaduct A4 en herontwikkeling van publieke ruimte



Bron: Google Maps

4.2 Hoe een integraal project - via een impuls in kwaliteit van de publieke ruimte - huizenprijzen kan beïnvloeden

In deze paragraaf beschrijven we hoe een integraal project huizenprijzen kan beïnvloeden.

De prijs van een huis is opgebouwd uit de opstalwaarde en de grondwaarde. De opstalwaarde van een huis wordt bepaald door de fysieke elementen van het huis. Denk aan het aantal vierkante meters woonoppervlakte, de hoeveelheid kamers, de bouwperiode, en de kwaliteit van de isolatie. De waarde van grond staat hier los van en wordt doorgaans beschreven onder de mantra *'locatie, locatie, locatie'*. Dit is de reden waarom huizen die identiek zijn qua karakteristieken toch (kunnen) variëren in prijs. Waarom is de ene locatie aantrekkelijker dan de andere?

De aantrekkelijkheid van een locatie (grondwaarde) wordt mede bepaald door de kwaliteit van de publieke ruimte. In dit begrip komen vrijwel alle elementen samen die de kwaliteit van leven voor mensen bepaalt. Dan gaat het bijvoorbeeld niet alleen om hoe een plek eruit ziet (esthetisch)

maar ook om de aanwezigheid van voorzieningen, en bereikbaarheid van familie, vrienden en werk. In appendix C gaan we dieper in op die elementen, en dat dit begrip ook wel kan worden verstaan onder leefbaarheid.

Een integraal project heeft invloed op de grondwaarde via de veranderingen in de kwaliteit van de publieke ruimte. Zo hadden de ondertunnelingen van de A2 in Maastricht en het spoor in Delft het doel om de bereikbaarheid te verbeteren evenals de leefbaarheid. Beide verbeteringen komen terecht in grondprijzen. Voor de verbetering in bereikbaarheid hebben we ‘gecontroleerd’ in onze analyses waardoor deze geen deel uitmaken van de door ons gepresenteerde waardeinstijgingen. De waardeinstijgingen moeten dus worden gezocht in de ingrepen die de leefbaarheid hebben beïnvloedt. Er kan worden gesteld dat de ondertunnelingen ruimte hebben vrijgemaakt zodat de publieke ruimte opnieuw is ingericht. Er zijn nieuwe functies en voorzieningen toegevoegd aan buurten, en de sociale samenhang tussen buurten is versterkt, wat vervolgens weer het gevoel van veiligheid heeft verbeterd. Er ontstaat dus een interactief proces waardoor allerlei elementen die behoren tot het begrip kwaliteit van de publieke ruimte worden verbeterd.

De grondwaarde neemt uiteindelijk toe omdat mensen een mix van leefomgevingselementen kiezen (naast de woningfactoren) die aansluit bij hun voorkeuren. Die voorkeuren bestaan uit meetbare, objectieve elementen (zoals de aanwezigheid van groen, de hoeveelheid verkeerslawaaï, en de aanwezigheid van openbare voorzieningen), en subjectieve elementen (waarbij ervaringen en gevoelens een rol spelen, zoals gevoelens van veiligheid, sociaal contact en gemeenschapszin, esthetiek). Deze aspecten kunnen variëren afhankelijk van de individuele voorkeuren en de context waarin ze worden ervaren (Hamersma, 2018). In de context van integrale infrastructuurprojecten wordt een substantiële verandering gerealiseerd in de objectieve en subjectieve elementen van publieke ruimte waardoor de kwaliteit (grondprijzen) toeneemt. De inzichten vanuit de planologie en stedenbouwkunde kunnen helpen om licht te schijnen welke elementen doorslaggevend zijn.¹⁵

¹⁵ De planologische en stedenbouwkundige literatuur laat zien dat het succes van integrale projecten niet altijd stuurbaar is omdat mensen in hun locatiekeuze ook rekening houden met mensen die al wonen in het gebied. Dit wordt door Romijn en Renes (2013) de endogene kwaliteit van een plek genoemd. Een belangrijk inzicht is dat de nieuw ingerichte publieke ruimte (de exogene kwaliteit) passend is en aansluit bij de voorkeuren van de huidige bewoners.

Appendix

A. Beschrijving integrale projecten

In dit onderzoek zijn drie integrale gebiedsontwikkelingen geanalyseerd: Spoorzone Delft (spoortunnel in Delft), de ondertunneling van de A2 in Maastricht en het Limesaquaduct (verdiepte A4 bij Leiderdorp). Dit zijn alle drie grote projecten met het doel om knelpunten op te lossen en de leefbaarheid van het gebied te verbeteren. De selectie van deze drie cases is gebaseerd op de beschikbaarheid van data voor leefbaarheidsindicatoren. Zo zijn de kaarten van luchtvervuiling in Nederland bijvoorbeeld beschikbaar sinds 2013. Projecten die zijn uitgevoerd voor deze periode vallen af omdat de impact van de leefbaarheidsindicatoren niet kan worden onderzocht. Ook projecten die pas heel recent zijn afgerond waardoor de data van de leefbaarheidsindicatoren nog niet zijn bijgewerkt vallen af. Daarnaast was het belangrijk dat de projecten in bebouwd gebied liggen, we meten de effecten immers af aan woningprijzen. Ook moest het project van voldoende omvang zijn zodat er ook een effect in huizenprijzen te vinden was.

Omwonenden rondom de snelwegen (de A2 in Maastricht en de A4 in Leiderdorp) en het spoor in Delft hebben lange tijd aanzienlijke overlast ervaren. De overlast bestond uit verschillende factoren, zoals luchtvervuiling, geluidsoverlast, onveiligheid, een onaantrekkelijk uitzicht op een snelweg/ treinspoor, en barrièrewerking wat het gebruik van voorzieningen belemmert. Voor een uitgebreide beschrijving hiervan, zie ([link](#)) voor Maastricht, zie ([link](#)) voor Delft, en zie ([link](#)) voor Leiden.

Het was uiteindelijk de voorziene groei in het gebruik van de infrastructuur die beleidsmakers voor de uitdaging stelde om een integrale oplossing te vinden. De groei in mobiliteit moest worden gefaciliteerd, terwijl gelijktijdig de leefbaarheid van de omliggende buurten moest worden verbeterd. De integrale oplossing voor de cases bestond uit een substantiële ingreep in de infrastructuur, zoals in de cases van Maastricht en Delft een ondertunneling, en in de casus van Leiden een verdiepte aanleg. De ondertunnelingen voorzagen in de voorziene groei in mobiliteit en elimineerden de overlast die met het gebruik gepaard ging (geluid, luchtvervuiling, onveiligheid). Daarnaast maakt een ondertunneling ruimte vrij voor gebiedsontwikkeling waardoor kwaliteit van publieke ruimte kan worden verbeterd, inclusief toevoeging van functies.

B. Wat verklaart de extra waardeinstijgingen?

Methodologie

Het doel van het beschreven onderzoek in paragraaf 3 is om de leefbaarheidseffecten te verklaren. Hiervoor zijn twee stappen uitgevoerd.

Stap 1: Grootte van extra waardeinstijgingen bepalen

In de eerste stap wordt de extra waardeinstijging van huizen bepaald aan de hand van de volgende functie:

$$\log(P_{i,j,t}) = \beta_1(\text{afstandsband})_{ij} + \beta_2(\text{Post})_t + \beta_3((\text{afstandsband})_{ij} * (\text{Post})_t) \quad (\text{A.1}) \\ + \beta_4 X_{i,t} + \beta_5 S_{j,t} + \alpha_j + \tau_t + \varepsilon_{i,t}$$

Het eerste deel $\log(P_{i,j,t})$ geeft de log-getransformeerde prijs voor huis i in buurt j , in jaar t weer. Door de logaritmische transformatie kan het procentuele effect van individuele factoren in kaart worden gebracht. Het idee van de bovenstaande functie is om zodanig te controleren voor allerlei factoren die ook van invloed zijn op huizenprijzen, *zodat de extra waardestijging kan worden geïsoleerd die puur en alleen is toe te schrijven aan een integraal project*. Vanuit dit idee worden bijvoorbeeld factoren die de opstalwaarde bepalen toegevoegd ($X_{i,t}$ een vector met huiskarakteristieken (zoals het aantal m²). Daarnaast wordt gecontroleerd met $S_{j,t}$ voor het feit dat sommige huizen aantrekkelijker zijn dan anderen omdat ze al op een specifieke plek staan (zoals dicht bij het centrum), of dat ze in een bepaalde buurt staan (α_j , postcode specifieke effecten). Ook wordt gecontroleerd voor het feit dat in sommige jaren de huizenmarkt in zijn geheel omhoog- of omlaaggaat door jaar specifieke effecten op te nemen τ_t . Tenslotte $\varepsilon_{i,t}$ de storingsterm weer.

Door het uitsluiten van andere factoren kan de extra waardestijging van huizen worden bepaald binnen een bepaald gebied (β_3). Dit doen we aan de hand van de interactie tussen een variabele die aangeeft of een huis zich op een korte afstand (0-500 meter, 500-1000 meter¹⁶), bevindt van de tunnel ($(\text{afstandsband})_{ij}$, en een variabele die aangeeft dat het huis is verkocht nadat de ingreep van de ondertunneling heeft plaatsgevonden $(\text{Post})_t$. De termen $(\text{afstandsband})_{ij}$ en $(\text{Post})_t$ worden apart opgenomen om er zeker van te zijn dat de extra waardestijging niet wordt veroorzaakt doordat het gebied binnen korte afstand inherent aantrekkelijker is, of doordat nadat de tunnel is gerealiseerd de huizenmarkt inherent aantrekkelijker is geworden.

Stap 2: Welke leefbaarheidsaspecten verklaren de extra waardestijgingen?

In de tweede stap is het doel om te extra waardestijgingen in huizen vanuit de eerste stap te verklaren aan de hand van een aantal leefbaarheidsindicatoren.

De mechanismen worden in kaart gebracht door functievergelijking (A.1) uit te breiden met de mogelijke leefbaarheidskanalen. De kanalen die we onderzoeken zijn geluidsoverlast, luchtvervuiling, en het percentage water rondom huizen. Om het relatieve belang van deze kanalen in kaart te brengen, gebruiken we de absolute niveaus van leefbaarheidsindicatoren (decibellen en fijnstofconcentratie).¹⁷ We verwachten dat er dicht bij de tunnels (verdiepte snelwegen) een relatieve leefbaarheidsverbetering plaatsvindt ten opzichte van verder weg. Voordat de tunnel was gerealiseerd en mensen nog naast een drukke snelweg of spoorlijn woonden ondervonden mensen bijvoorbeeld relatief veel overlast. Na de ondertunneling is deze verdwenen.

¹⁶ A priori is het niet duidelijk hoe ver de (leefbaarheids) baten van integrale infrastructurele projecten reiken. Om de reikwijdte te bepalen is functie (1) geschat zonder de dummies afstandenbanden, post en de interactiefunctie afstandsbanden*post mee te nemen. Vervolgens is hiervan is het residu bepaald die is geplot over de afstand vanaf de ruimtelijke ingreep. Op deze wijze kan worden bepaald tot waar de leefbaarheidseffecten van integrale projecten reiken. Hieruit blijkt dat de ruimtelijke ingrepen tot maximaal 1000 meter van de integrale projecten reiken, waardoor we twee afstandsbanden van 500 meter hebben gebruikt vanaf de ingrepen.

¹⁷ We hebben ook een alternatieve strategie toegepast waarin we niet zozeer het absolute niveau, maar de verandering in de leefbaarheidsindicatoren te gebruiken om de extra waardestijgingen te verklaren. Deze strategie levert geen significant andere resultaten op dan de resultaten die staan in Tabel A.1.

$$\log(P_{i,j,t}) = \beta_1(\text{afstandsband})_{ij} + \beta_2(\text{Post})_t + \beta_3((\text{afstandsband})_{ij} * (\text{Post})_t) + \varphi(E_{i,j,t}) + \alpha_j + \beta_4 X_{i,t} + \beta_5 S_{j,t} + \alpha_j + \tau_t + \varepsilon_{i,t} \quad (\text{A.2})$$

Door de absolute niveaus van leefbaarheidsindicatoren $E_{i,j,t}$ toe te voegen zouden deze leefbaarheidsverbetering in kaart kunnen worden gebracht. Als gevolg kan mogelijk een deel van de extra waardeverhogingen (β_3) worden 'weg' verklaard (uit stap 1). De mate waarin dit gebeurt verklaart in welke mate de veranderingen in huizenprijzen zijn toe te wijzen aan de leefbaarheidsindicatoren.

Data

De analyses die zijn beschreven in stap 1 en 2 zijn uitgevoerd met meerdere databronnen.

Voor de huizenmarktdata maken we gebruik van een dataset met woningtransacties over de tijdsperiode 1995 tot en met 2021. Deze gegevens worden beschikbaar gesteld door de NVM, de Nederlandse Vereniging van Makelaars, en bevatten circa 80% van alle woningtransacties in Nederland. Naast de transactieprijs bevat deze dataset ook gedetailleerde gegevens over de karakteristieken van het huis zoals de hoeveelheid woonruimte, de hoeveelheid lagen aan isolatie, het type huis (zoals tussenwoning of appartement). Door deze karakteristieken op te nemen in regressieanalyse kan nauwkeurig gecontroleerd worden voor de opstalwaarde van het huis.

Voor de data over leefbaarheidsindicatoren maken we gebruik van datasets van het RIVM, het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, en het Kadaster. Het RIVM maakt kaarten voor de luchtvervuiling evenals geluidsniveaus. We gebruiken twee maatstaven voor luchtvervuiling ($\text{PM}_{2.5}$ en NO_2) en één maatstaf voor geluidsoverlast (decibel, in L_{den}). De constructie van de gegevens door het RIVM over luchtverontreiniging bestaat uit twee stappen (Sautar et al., 2020; Van Velze & Wesseling, 2015). In de eerste stap verzamelt het RIVM-gegevens over alle factoren die luchtvervuiling uitstoten. Bijvoorbeeld, het verzamelt gegevens over de uitstoot van individuele bedrijven: de zogeheten puntbronnen (bijv. industriële fabrieken, boerderijen en afvalverbrandingsbedrijven). Deze gegevens worden gecombineerd met lijnbronnen: gegevens over de intensiteit van het verkeer op lokale wegen en snelwegen. Het resultaat van deze combinaties is een landelijke ruimtelijke kaart die aangeeft hoeveel luchtvervuiling er op lokale rasters wordt uitgestoten. De gegevens van de belangrijkste vervuilers worden als invoer gebruikt in het nationale verspreidingsmodel om de luchtverontreinigingsniveaus op ruimtelijke rasters van 1 op 1 kilometer te bepalen.¹⁸ Hoewel het nationale model luchtverontreinigingsniveaus op 1 op 1 kilometer rasters produceert, kan de lokale luchtverontreiniging (op het niveau van de woning) aanzienlijk verschillen. Daarom wordt een lokaal model gebruikt dat de invoer van het nationale model stapelt en lokale verontreinigingen als invoer gebruikt om de luchtverontreiniging op een zeer lokaal niveau van 10 op 10 meter te bepalen. Op dit niveau wordt de verspreiding beïnvloed door lokale factoren zoals de dichtheid van bomen en de afstand tot gebouwen. In onze analyse gebruiken we de gegevens van de 10 op 10 meterrasters.

¹⁸ Het model houdt rekening met een aantal factoren, zoals de luchtverontreiniging uit aangrenzende landen, de windsnelheid, de windrichting, vochtigheid, neerslagintensiteit en temperatuur.

De constructie van de kaart voor geluidsoverlast volgt een vergelijkbare stapelprocedure als bij luchtverontreiniging. Ook hier gebruikt het model een ruimtelijke kaart met alle factoren die geluid uitstoten als invoer. Het model stapelt vervolgens de relatieve frequenties van deze factoren. Er zijn wel een aantal verschillen met het model voor luchtverontreiniging. Het belangrijkste verschil is dat de verspreiding van geluidsoverlast geografisch zich over kleinere afstanden verspreidt (met verkeerslawaai als belangrijkste invoer). Daarom wordt alleen een lokaal model gebruikt om de geluidsoverlast te bepalen. Bovendien wordt de overdracht van geluidsoverlast in drie dimensies gemodelleerd, waarbij rekening wordt gehouden met de afmetingen van de omgeving, zoals gebouwen. De gegevens worden gemodelleerd op 10 op 10 meterrasters, die we in onze analyse gebruiken.¹⁹ Geluidskarten voor heel Nederland worden om de vijf jaar geconstrueerd. Door de niet-jaarlijkse beschikbaarheid van de kaarten hebben we een interpolatie toegepast voor de geluidsdata.

Om het percentage water rondom huizen in kaart te brengen maken we gebruik van waterkaarten van het Kadaster. In deze kaarten staat de exacte locatie van wateroppervlakten zoals sloten, meren, en rivieren. We bepalen het percentage water door rondom elk huis een cirkel te trekken.

Resultaten

In tabel A.1 staan de extra waardeestijgingen van huizenweergegeven per integraal project. De extra waardeestijgingen zijn bepaald binnen 0 en 500 meter en binnen 500 tot 1000 meter. Er staan per casus twee effectschattingen van de extra waardeestijgingen binnen die afstanden in de tabel. Voor elke casus is de eerste effectschatting de extra waardeestijging zonder dat mogelijke leefbaarheidsindicatoren zijn meegenomen in de analyse. De tweede effectschatting neemt de leefbaarheidsindicatoren wel mee.

De oneven kolommen in de tabel laten zien dat er grote extra waardeestijgingen van huizen worden gerealiseerd binnen 500 meter van de tunnel of verdiepte aanleg. Voor Delft is de extra waardeestijging na de ondertunneling voor huizen binnen 500 meter van het spoor bijna 11%. Voor Maastricht is dat ruim 10% en voor Leiden is dat ruim 6%. Tussen 500 en 1000 meter is de extra waardeestijging onzekerder. In Delft en Leiden is de extra waardeestijging 6% en ruim 4%, respectievelijk. Voor Maastricht vinden we binnen die afstand geen significante extra waardeestijging.

In de even kolommen worden de leefbaarheidskanalen toegevoegd. Uit de verandering van de coëfficiënten voor de extra waardeestijgingen binnen 0 en 500 meter, en tussen 500 en 1000 meter, is op te maken dat de extra waardeestijgingen niet worden verklaard. Sterker nog, de coëfficiënten nemen zelfs iets toe. Dit is opvallend gezien het feit dat de schattingen voor de betalingsbereidheid van geluid, luchtvervuiling en water wel de verwachte richting hebben. De tabel laat zien dat in het algemeen huizenkopers geluidsoverlast en luchtvervuiling negatief waarderen, en de aanwezigheid

¹⁹ Vervolgens is een gewogen gemiddelde bepaald over een dag waarbij geluid dat wordt uitgestoten in de avond (19:00-23:00) en nacht (23:00-7:00) een straffactor van 5 en 10 decibel krijgen opgelegd. Dit omdat mensen geluid op die tijdstippen meer hinderlijk ervaren.

van water positief.²⁰ We concluderen dat er geen sprake is van een relatieve leefbaarheidsverbetering in de indicatoren voor geluid, luchtvervuiling en water die een deel van de extra waarde­stijgingen verklaard.

Tabel A.1 De extra waarde­stijgingen van huizen per casus – zonder en met invloed leefbaarheidsindicatoren.

	<u>1. Delft</u>		<u>2. Maastricht</u>		<u>3. Leiden</u>	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Extra waarde­stijging 0-500m	10,9%***	12,8%***	10,1%***	12,4%***	6,3%***	7,3%***
	(0,9%)	(1,2%)	(1,9%)	(2,1%)	(1,4%)	(1,4%)
Extra waarde­stijging 500-1000m	6,0%***	7,4%***	0,4%	-1,7%	4,6%***	4,6%***
	(1,0%)	(1,2%)	(2,0%)	(2,4%)	(1,2%)	(1,2%)
Geluidsoverlast (per dB)		0,15%**		-0,27%***		-0,31%***
		(0,06%)		(0,07%)		(0,03%)
Luchtvervuiling (per PM _{2,5})		-4,7%**		-2,5%*		-2,4%***
		(1,9%)		(1,4%)		(0,7%)
Water (per % binnen 200m)		0,05%		0,2%*		0,1%***
		(0,04%)		(0,1%)		(0,02%)

Beschrijving tabel: De tabel geeft per project de effectschattingen weer van de functievergelijkingen A1 en A2. Tussen haakjes worden de standaardfouten van de effectschattingen weergegeven. Voor de effectschattingen is gebruikgemaakt van data over de periode 1995 tot en met 2021. De extra waarde­stijging is per project geschat vanaf het moment waarna de ingreep heeft plaatsgevonden (na de realisatie van de tunnels/verdiepte aanleg).

²⁰ Enige uitzondering hierop is de schatting voor de betalingsbereidheid voor geluidsoverlast in Delft, die een onverwachte positieve richting heeft. Dit zou mogelijk te maken kunnen hebben met dat we niet controleren voor de aanwezigheid van voorzieningen waar huizenkopers juist een positieve waardering voor hebben. Hierdoor wordt de schatting mogelijk verstoord.

C. Het concept kwaliteit van de publieke ruimte en leefbaarheid bevatten vergelijkbare elementen

In deze paragraaf zetten een uiteen wat het concept kwaliteit van de publieke ruimte en het concept leefbaarheid inhoudt. We leggen uit dat beide concepten bestaan uit vergelijkbare onderliggende elementen.

In het verleden zijn er verschillende literatuurstromen geweest die hebben beoogd om conceptuele begrippen te ontwikkelen over de mens in relatie tot de leefomgeving. Elk van die literatuurstromen hanteert verschillende begrippen. In de internationale literatuur wordt bijvoorbeeld begrippen als 'liv(e)ability', 'quality of place', 'en 'quality of living' gebruikt. Ze bevatten een veelvoud aan kenmerken van de leefomgeving die in verschillende mate van belang worden geacht door de omwoners.

Onder het begrip leefbaarheid en kwaliteit van de publieke ruimte wordt grotendeels hetzelfde verstaan, maar leefbaarheid als begrip is conceptueel relatief minder ontwikkeld dan het begrip kwaliteit van de publieke ruimte. Een definitie die doorgaans wordt gehanteerd voor leefbaarheid is "de mate waarin de omgeving aansluit bij de eisen en de wensen die er door de mens aan worden gesteld" (Leidemeijer & Van Kamp, 2004). Iedereen verstaat er wat anders onder. Zo hechten mensen minder of meer aan bereikbaarheid van verschillende voorzieningen (bakker in de straat of een cultureel centrum), sociale relaties (vrienden en fijne buurtbewoners), de fysieke ruimte, en veiligheid (gevoel van thuis voelen). Deze elementen komen sterk overeen met definitie van kwaliteit van publieke ruimte.

Het analysekader van Hooimeijer e.a. (2001) bevat een conceptualisering van het begrip kwaliteit van de publieke ruimte en laat zien hoe breed het begrip is.²¹ In de definitie staat de interactie tussen twee invalshoeken centraal. De eerste invalshoek bevat eisen voor de publieke ruimte die al eeuwenlang worden gesteld aan bouwwerken, namelijk doelmatigheid, uiterlijk schoon en duurzaamheid: de zogeheten trits van Vitruvius (VROM, 2001). Simpel gezegd, kwaliteit van de publieke ruimte zegt iets over het feit of (openbare) ruimte goed te gebruiken is (gebruikerswaarde), of het er prettig verblijven is (belevingswaarde), en of dat duurzaam is (toekomstwaarde) (Romijn en Renes, 2013).²²

In de tweede invalshoek speelt de interactie tussen de belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarde met vier typen maatschappelijke belangen. Er worden vier typen maatschappelijke belangen onderscheiden in de publieke ruimte:

²¹ Hooimeijer e.a. (2001) constateerden dat in talloze projecten en nota's de termen kwaliteit van de publieke ruimte en ruimtelijke kwaliteit (waarmee hetzelfde werd bedoeld) aan bod kwamen, zonder dat de begrippen goed gedefinieerd werden (Luttik, 2005; de Zeeuw, 2017). Om een spraakverwarring te voorkomen is het begrip geconceptualiseerd.

²² Het gaat nadrukkelijk om de synergie tussen deze onderdelen. De associatie van vele mensen met het alleen het esthetische aspect is te beperkt om ruimtelijke kwaliteit te definiëren.

- Economische doelmatigheid (staan bedrijven en functies op de juiste plek, en is het er prettig verblijven?)
- Sociale rechtvaardigheid (voelt iedereen zich thuis en veilig op de plek?)
- Ecologische duurzaamheid (is de plek vrij van vervuiling voor zowel mens als natuur?)
- Culturele identiteit (heeft de plek een eigen karakter met culturele identiteit?)

Door de interactie tussen de trits en maatschappelijke belangen kan een matrix worden geconstrueerd die het begrip kwaliteit van de publieke ruimte vastlegt. De onderstaande tabel biedt overzicht welke onderliggende elementen hierin bepalend zijn.

Met behulp van een planobjectivering kunnen de omstandigheden in kaart worden gebracht aan welke van de onderliggende elementen een gebiedsontwikkeling moet bijdragen om de beoogde effecten te hebben. Planologen benadrukken hierbij het belang van de huidige ruimtelijke context. Kortom, onder welke ruimtelijke voorwaarden heeft een project kans van slagen? Die ruimtelijke condities zijn aan bod gekomen in paragraaf 4.1. Voor nieuwe integrale projecten helpt het om vooraf die ruimtelijke condities te bepalen.

Tabel C.1 Een conceptueel kader om de kwaliteit van de publieke ruimte te definiëren

	Economische doelmatigheid	Sociale rechtvaardigheid	Ecologische duurzaamheid	Culturele identiteit
Gebruikswaarde	- Allocatie-efficiëntie - Stimulerende effecten - Gecombineerd gebruik - Bereikbaarheid	- Toegang - Eerlijke verdeling - Deelname - Keuzemogelijkheden	- Schoon milieu - Externe veiligheid - Water in balans - Ecologische structuur	- Keuzevrijheid - Culturele verscheidenheid
Belevingswaarde	- Imago/ uitstraling - Aantrekkelijkheid	- Gelijkwaardigheid - Binding - Sociaal draagvlak	- Rust en ruimte - Schoonheid der natuur - Gezonde leefomgeving	- Eigenheid - Schoonheid der cultuur - Contrastrijke omgeving
Toekomstwaarde	- Cumulatieve attractie - Agglomeratie - Stabiliteit - Flexibiliteit	- Iedereen aan boord - Sociaal draagvlak	- Voorraad ruimte - Duurzame ecosystemen	- Cultureel erfgoed - Integratie - Culturele vernieuwing

Bron: Hooimeijer e.a. (2001)

Bibliografie

- Assche, K. van, en M. Jacobs, 2002, Kwaliteit in Complexiteit, ruimtelijke kwaliteit en de kennisontwikkeling daarover, Wageningen: Alterra ([link](#)).
- Baart, M., en L. Molenkamp, 1998, Barrièrewerking door infrastructuur voor mens en dier: sturen met sociale en ecologische structuren. Sturen met structuren, *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk* deel 1. A, p. 233-252.
- Boer, E. de, en L. Molenkamp, 1996, HOV en verblijfsgebied. Delft: TU Delft.
- Bos, F., B. Hof en J. Tijn, 2022, Maatschappelijke kosten-batenanalyse en brede welvaart; een aanvulling op de Algemene MKBA-Leidraad, CPB, Den Haag ([link](#)).
- Bruyn, S. de, S. Ahdour, M. Bijleveld, e.a., 2017, Handboek Milieuprijzen 2017: methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts. Delft, The Netherlands: CE Delft ([link](#)).
- Castelij, K., 2014, Ruimtelijke kwaliteit bekeken, University of Groningen ([link](#)).
- Deryugina, T., G. Heutel, , N. Miller, e.a., 2019, The mortality and medical costs of air pollution: Evidence from changes in wind direction, *American Economic Review*, vol. 109(12), p. 4178-4219 ([link](#)).
- Ebenstein, A., M. Fan, M. Greenstone, e.a., 2017, New evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China's Huai River Policy, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(39), 10384-10389 ([link](#)).
- Flyvbjerg, B., 2006, Five misunderstandings about case-study research, *Qualitative inquiry*, vol. 12(2), p.219-245 ([link](#)).
- Fraenkel, R., J. Zivin, en S. Krumholz, 2022, The Coal Transition and Its Implications for Health and Housing Values (No. w30801), *National Bureau of Economic Research* ([link](#)).
- Goethals, M., en J. Schreurs, 2011, Developing shared terms for spatial quality through design, In S. Oosterlync, J. van den Broek, L. Albrechts, F. Moulaert and A. Verhetsel (eds.) *Strategic Spatial Projects, Catalysts for Change*, p. 97-127, New York: Routledge.
- Hamers, D., L. Bijlsma, A. van Hoorn, 2013, Planobjectivering: Een nieuw instrument voor de ruimtelijke analyse van stedelijke projecten in aanvulling op de maatschappelijke kosten-batenanalyse, PBL publicatie, Den Haag ([link](#)).
- Hamersma, M., 2018, Wonen bij snelwegen: lust of last?, Rooilijn ([link](#)).
- Hooimeijer, P., H. Kroon en J. Luttik, 2001, Kwaliteit in meervoud. Conceptualisering en operationalisering van ruimtelijke kwaliteit voor meervoudig ruimtegebruik, Habiforum, Gouda ([link](#)).
- Janssen-Jansen, L., E. Klijn, en P. Opdam, 2009, Ruimtelijke kwaliteit in gebiedsontwikkeling. Gouda, Netherlands: Habiforum ([link](#)).

- Janssen, C., 2021, De Ramblas van Nederland: Groene Loper hecht Maastricht aaneen, Gebiedsontwikkeling.nu ([link](#)).
- Koopmans, C., 2018, Belang van de leefomgeving, CPB achtergronddocument ([link](#)).
- Kroesen, M., J. Molin, en B. Van Wee, 2008, 'Testing a theory of aircraft noise annoyance: A structural equation analysis', *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 123(6), p. 4250-4260 ([link](#)).
- Laarakker, A., 2022, Stevig boven de rails: twee decennia vernieuwing Spoorzone Delft, Gebiedsontwikkeling.nu ([link](#)).
- Leidemeijer, K., en I van Kamp, 2004, Kwaliteit van de leefomgeving en leefbaarheid; naar een begrippenkader en conceptuele inkadering, RIVM en RIGO ([link](#)).
- Lörzing, H., A. Harbers en S. Schluchter, 2008, Krachtwijken met karakter, PBL-publicatie ([link](#)).
- Luttik, J., 2005, De bezweringsformule voorbij; ruimtelijke kwaliteit ontrafeld met een analysematrix. *Landschap : tijdschrift voor landschapsecologie en milieukunde*, vol. 22(1), p.13-18 ([link](#)).
- Maas R., P. Fischer, J. Wesseling, D. Houthuijs, en F. Cassee, 2015, Luchtkwaliteit en gezondheidswinst. Bilthoven: RIVM ([link](#)).
- Praag, B. van, en B. Baarsma, 2005, Using happiness surveys to value intangibles: The case of airport noise, *The Economic Journal*, vol.115(500), p.224-246 ([link](#)).
- Romijn, G., en G. Renes, 2013, Plannen voor de stad, CPB en PBL ([link](#)).
- Ruijven, K. van, T. Michielsen, en P. Zwaneveld, 2018, Ruimtelijke- én mobiliteitsprojecten in de stad: wat en hoe groot zijn de effecten?, CPB Notitie, Den Haag ([link](#)).
- Ruijven, K. van, P. Verstraten, en P. Zwaneveld, 2019, Diverse effecten stationsprojecten op huizenprijzen, CPB, Den Haag ([link](#)).
- Ruijven, K. van, en J. Tijm, 2020, De leefbaarheidseffecten van Spoorzone Delft, CPB Notitie, Den Haag ([link](#)).
- Ruijven, K. van, en J. Tijm, 2022, Do people value environmental goods? Evidence from the Netherlands, CPB Discussion Paper, Den Haag ([link](#)).
- Smit, J., 2005, De ruimtelijke kwaliteit en de waarden, *Landschap*, vol. 22(1) p. 5-11 ([link](#)).
- Tijm, J., T. Michielsen, en P. Zwaneveld, 2018, Leefbaarheidsbaten A2-tunnel Maastricht zeer aanzienlijk: meer dan 200 miljoen, CPB Notitie, Den Haag ([link](#)).
- Verstraten, P., K. van Ruijven, en R. Euwals, 2019, profijt en bekostiging van ruimtelijke ontwikkeling, CPB Policy Brief ([link](#)).
- VRM, 2001, Ruimte maken, ruimte delen Vijfde Nota over de ruimtelijke ordening 2000/2020, Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu ([link](#)).
- VRM-raad , 2011, Ruimtelijke kwaliteit, verkenning, Den Haag: OBT ([link](#)).

Winke, T., 2017, The impact of aircraft noise on apartment prices: a differences-in-differences hedonic approach for Frankfurt, Germany, *Journal of Economic Geography*, vol. 17(6), p. 1283-1300 ([link](#)).

Zeeuw, F. de, 2017, Ruimtelijke kwaliteit naar de Filistijnen, *Gebiedsontwikkeling.nu* ([link](#)).