

De invloed van ondertunneling van het spoor op de woningwaarde



MRE Jaargang : '19 – '21

Datum : Maart 2022

Auteur : ing. J.T. (Jasper) van Emstede

1^e Begeleider : drs. W.J. (Wim) van der Post

2^e Begeleider : drs. J. (Jantine) Schrader-van Meel MSRE

Interne begeleider : ir. drs. J.P.A. (Jeroen) van de Heuvel MBA

Voorwoord

Voor u ligt mijn MRE Company Research Paper, dat onderdeel is van de opleiding Master of Real Estate aan de Amsterdam School of Real Estate. Met dit onderzoek komt er een einde aan de MRE-opleiding en maak ik daarna exclusief deel uit tot het MRE-netwerk. Met dit onderzoek, naar de invloed van ondertunneling van het spoor op de waarde van woningen, wil ik helderheid bieden aan de wetenschap en de praktijk.

Ik heb het intensieve studietraject van de MRE-opleiding als een verrijking ervaren voor mijn carrière bij NS Stations. Studieonderdelen, zoals o.a. Marktanalyse, Legal Management en Investeringsanalyse hebben mijn werk als ontwikkelmanager verder geprofessionaliseerd. Het Leadership-, Strategy- & Real Estate-programma heeft mij geholpen bij de ontwikkeling van mijn persoonlijke effectiviteit en leiderschap. Tenslotte zal de vergaarde kennis mijn verdere loopbaan in de vastgoedsector bevorderen.

Ter gelegenheid van de afronding van mijn MRE-opleiding wil ik in het bijzonder iedereen bedanken die mij heeft ondersteund tijdens deze periode. Allereerst wil ik mijn scriptiebegeleider Wim van der Post bedanken voor zijn bemoedigende woorden en positieve houding. Ook mijn scriptiebegeleider Jantine Schrader wil ik bedanken voor haar feedback en adviezen. Met de hulp van Douglas Konadu heb ik mijn dataset op de juiste manier kunnen operationaliseren voor de statistische analyses in dit onderzoek. Daarnaast wil ik mijn interne begeleider en collega Jeroen van den Heuvel bedanken voor zijn reflectie op mijn onderzoek. Tenslotte wil ik mijn werkgever NS Stations bedanken voor het mogen volgen van de MRE-opleiding en alle interne afdelingen die aan mijn onderzoek een bijdrage hebben geleverd. Daarnaast wil ik mijn collega's Sebastiaan de Wilde, Rogier de Lint en Erik Meijer bedanken voor het afnemen van semigestructureerde interviews. Ook mijn familie, vrienden en collega's wil bedanken voor hun steun en toeverlaat.

Amsterdam, maart 2022

Jasper van Emstede

Management samenvatting

De vervlochten spoorinfrastructuur in het stedelijk weefsel is van essentieel belang om Nederland bereikbaar te houden. Er zijn circa 845.000 woningen gelegen binnen een straal van 300 meter van het spoor en met de huidige woningbouwopgave zullen dit er meer worden. Desalniettemin ervaren circa 350.000 omwonenden hinder van het spoor door negatieve externe effecten. Dit onderzoek geeft nader inzicht in de invloed van ondertunneling van het spoor op de waarde van woningen in de directe omgeving.

Er zijn verschillende verklaringen in de neoklassieke economie voor externe effecten. In de milieueconomie worden negatieve externe effecten (zoals geluid, trillingen en externe veiligheid) inzichtelijk gemaakt aan de hand van hedonische prijzen. Op basis van het theoretisch kader is de verwachting dat de woningwaardes door ondertunneling van het spoor zullen stijgen.

In dit onderzoek is aan de hand van de hedonische difference-in-difference methode geanalyseerd wat de financiële effecten op woningen zijn door de ondertunneling van het spoor als gevolg van de afname negatieve externe effecten. Deze analyse is verrijkt met semigestructureerde interviews om te reflecteren op de resultaten en hoe dit inzicht toegepast kan worden bij ontwikkelingen van NS.

	(5a)	(7a)	(8a)
	Controlegroep woningen 300 - 600 m bij spoortunnel	Controlegroep woningen < 300 m buiten spoortunnel	Controlegroep alle woningen in gemeentes
Voor start bouw	-1,35%	-5,75%	-4,46%
Tijdens bouw	1,96%	2,40%	4,20%
Na eind bouw	-1,2%	4,78%	5,47%
Aantal observaties	9.653	7.791	51.471
Verklaringskracht (R ²)	84,80%	86,90%	84,30%
Verklaringskracht (adj R ²)	84,70%	86,80%	84,30%

Noot: resultaten zijn gecontroleerd voor woningkarakteristieken met uitsluiting van aantal kamers & onderhoud binnenkant, jaareffecten (transactiejaar) en geabsorbeerd op postcode 4-niveau.

De onderzoeksgroepen in bovenstaande tabel zijn gecontroleerd voor verschillende effecten. Het voorkeursmodel 5a laat ten opzichte van de gevoeligheidsmodellen 7a en 8a significante verschillen zien. Hierbij kan opgemerkt worden dat de gewijzigde controlegroepen in de gevoeligheidsanalyse minder representatief zijn, omdat deze observaties, qua woning-, locatie- en woonomgevingskenmerken, verschillen van de controlegroep (tussen 300 en 600 meter) van 5a. Het model laat een negatief effect van 1,35% gevolgd door een positief effect van 1,96% en negatief effect van 1,2% zien.

In tegenstelling tot de theorie kan er op basis van de onderzochte casussen geconcludeerd worden dat de ondertunneling van het spoor een marginaal effect heeft, als gevolg van de afname van negatieve externaliteiten, op de waarde van woningen binnen een afstand van 300 meter tot het spoor. Dit effect geeft NS inzicht om haar huidige aanpak ten aanzien van het verdichten rondom de sporen verder te effectueren en te allen tijde integraal rekening te houden met de negatieve externe effecten van het spoor in haar afwegingen of (ontwerp)keuzes.

Inhoud

1. Inleiding	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Probleemstelling	2
1.3. Doelstelling	3
1.4. Onderzoeksvraag	3
1.5. Onderzoeksopzet	3
1.6. Relevantie	4
1.7. Leeswijzer	4
2. Theoretisch kader	5
2.1. Externe effecten en waarderingsbenadering	5
2.1.1. Economische hoofdstromen en waardetheorie	5
2.1.2. Wat zijn externe effecten?	6
2.1.3. Waardering externe effecten	7
2.2. De negatieve externaliteiten van het spoor	8
2.2.1. Geluid	8
2.2.2. Trillingen	10
2.2.3. Fysieke veiligheid	11
2.2.4. Overige technische aspecten	12
2.3. Literatuuronderzoek: de determinanten van woningwaarde	13
2.3.1. Fysieke woningkenmerken	13
2.3.2. Fysieke woonomgevingskenmerken	14
2.3.3. Sociaal-culturele/-economische woonomgevingskenmerken	14
2.3.4. Functionele woonomgevingskenmerken	14
2.4. Literatuuronderzoek: de samenhang negatieve externaliteiten spoor en woningwaarde	15
2.4.1. Nationaal perspectief	15
2.4.2. Internationaal perspectief	16
2.5. Relevantie theorie en literatuuronderzoek voor casestudy en analyse	16
3. Methodologie en data	20
3.1. Hedonische prijsmethode	20
3.2.1. Difference-in-difference analyse	22
3.2. Econometrisch model	23
3.3. Selectie casussen	24
3.3.1. Data	29
3.3.2. Beschrijvende statistiek	31

3.3.3. Voorwaarden regressieanalyse	34
3.4. Semigestructureerde interviews	36
4. Resultaten van de analyses	37
4.1. Resultaten regressieanalyses	37
4.2. Resultaten gevoeligheidsanalyses	43
4.3. Resultaten semigestructureerde interviews	45
4.3.1. Reflectie onderzoeksresultaten	45
4.3.2. Relevantie en toepasbaarheid onderzoeksresultaten	46
5. Conclusie en reflectie	49
5.1. Conclusie	49
5.2. Reflectie	52
5.3. Aanbevelingen	54
Bijlage 1. Literatuurlijst	55
Bijlage 2. Geluidskaarten	59
Bijlage 3. Tabel: onderzoeks- en controlegroep per gemeente	62
Bijlage 4. Histogrammen en normaliteit (normal probability plots)	63
Bijlage 5. Homoscedasticiteit & lineariteit – spreidingsdiagram	67
Bijlage 6. Multicollineariteit o.b.v. VIF-test	68
Bijlage 7. Spreidingsdiagrammen en boxplot	70
Bijlage 8. Presentatie semigestructureerde interviews	72
Bijlage 9. Regressieanalyses	78
Bijlage 10. Gevoeligheidsanalyses	88

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

In 1839 werd de eerste spoorlijn van Amsterdam naar Haarlem geopend. Door de aanleg van nieuwe spoor- en snelwegen kwam de verstedelijking op gang, omdat het makkelijker werd relatief langere afstanden te reizen. Momenteel bestaat het Nederlandse spoornetwerk uit 3.424 kilometer aan spoorverbindingen tussen stedelijke gebieden. De groei en ontwikkeling van Nederlandse steden is voor een belangrijk deel te danken aan de komst van het station- en spoorsysteem als geheel. Deze katalysator tussen wonen, werken en recreëren is bepalend geweest voor de stedenbouw en architectuur in steden (Cavallo, 2007). Een resultante hiervan is dat meer dan 10% van alle woningen, circa 845.000, in Nederland binnen een afstand van 300 meter van het spoor liggen (RIVM, 2014).

Mobiliteit is een essentiële voorwaarde om stedelijke gebieden leefbaar en bereikbaar te houden. Het gevolg van de aanhoudende verstedelijking is echter dat steden tegen de grenzen van leefbaarheid aanlopen. Dit betekent dat samenhangende ruimtelijke vraagstukken, zoals woon- en klimaatopgave, mobiliteit- en energietransitie en de verduurzaming van de leefomgeving integraal moeten worden opgepakt om op een duurzame manier te kunnen verstedelijken. Binnen de duurzame verstedelijking speelt gezondheid een steeds belangrijker rol. Gezondheid staat binnen gebiedsontwikkeling vaker centraal om een gezonde invulling te geven aan de ruimtelijke vraagstukken. Het doel is om een gezonde en veilige omgeving te creëren waarin de omgevingskwaliteit niet verslechterd, maar juist wordt verbeterd (De Zeeuw, 2019). Reizen per trein is in vergelijking tot veel andere vormen van vervoer bij uitstek een duurzame manier om reizigers en goederen te verplaatsen.

De wisselwerking tussen spoor en de gebouwde omgeving kent vele positieve en negatieve externe effecten. Door toename van intensiever en meervoudig ruimtegebruik en strengere wet- en regelgeving lijken de negatieve externe effecten van het spoor- en treinverkeer echter een grotere uitdaging bij ruimtelijke ontwikkeling te worden. Negatieve externe effecten of negatieve externaliteiten laten zich in de milieueconomie definiëren als negatieve welvaartseffecten van een goed, welke niet zijn verdisconteerd in de prijs van het goed. Oftewel er wordt niet gecompenseerd voor de schade als gevolg van een activiteit die een derde uitvoert als deze een dienst of product aanbiedt op een bepaalde markt (Pigou, 2013). Voorbeelden van negatieve externe effecten van het spoorverkeer zijn geluidsoverlast, bijkomende trillingen, externe veiligheidsrisico's en overige technische aspecten. Deze omgevingseffecten kunnen leiden tot een suboptimale leefomgeving van bewoners die nabij het spoor wonen.

Van de circa 1,35 miljoen bewoners die nabij het spoor wonen becijferde het RIVM (2014) dat circa 20% ernstig hinder ondervindt van de trillingen die worden veroorzaakt door treinen. Daarnaast concludeert het RIVM (2020) dat 2,1% van de Nederlandse bevolking ernstige hinder ondervindt van het geluid van treinverkeer. Het aandeel van goederentreinen hierin is bijna twee keer zo hoog als de hinder van reizigerstreinen. De negatieve gezondheidseffecten door treinen worden geïdentificeerd op basis van hinder, slaapverstoring en verstoring van andere (sociale) activiteiten. Naast de hindereffecten is externe veiligheid een ander effect. Bij externe veiligheid draait het om vervoer, behandeling en productie van gevaarlijke stoffen die een gevaar zijn voor de directe omgeving (de Wilde, 2004). Overige technische aspecten, zoals elektromagnetische compatibiliteit (elektrische en

magnetische velden), windhinder en luchtkwaliteit, afkomstig van spoorinfrastructuur en treinverkeer kunnen ook de (kwaliteit) van de omliggende leefomgeving treffen.

In nationale en internationale literatuur is er nog beperkt inzicht in hoeverre deze negatieve externe effecten van invloed zijn op de waarde van woningen in de nabijheid. Deze financiële effecten, die mogelijk door het (gedeeltelijk) wegnemen van negatieve externaliteiten, kunnen worden gecreëerd lijken onvoldoende te worden meegenomen (gebieds)ontwikkelingen rondom en boven het spoor. Dit inzicht kan mogelijk leiden tot andere keuzes en/ of afwegingen in de planvormingsfase van ruimtelijke initiatieven.

1.2. Probleemstelling

Om de woningbouwopgave in Nederland op te lossen worden bestaande plekken in de stad verder verdicht, zo ook langs de sporen. De bestaande academische literatuur naar de financiële effecten van het spoorstelsel als geheel (sporen en treinen) op bewoners van nabijgelegen woningen is echter beperkt. Door het intensievere gebruik van het spoor in Nederland kan het wooncomfort van de direct gebouwde omgeving worden aangetast en kunnen (gezondheids)risico's van bewoners toenemen. Nieuwe en aangescherpte wet- en regelgeving leggen ontwikkelaars steeds zwaardere eisen op om nieuwe hinder- en risicosituaties tegen te gaan en om de bestaande situatie niet verslechteren. Maar in hoeverre worden deze effecten ingeprijsd door woonconsumenten bij de aanschaf van nabij het spoor gelegen woningen?

In het verlengde van dit maatschappelijke probleem speelt dat ook binnen NS sprake is van een verdichtingsopgave in haar vastgoedportefeuille. De vastgoedportefeuille van NS bestaat grofweg uit:

1. alle niet-spoorgebonden vastgoed, zoals stationsgebouwen, kantoren, woningen, bedrijfsruimten en,
2. terreinen die niet direct van belang zijn voor treinverkeer. De posities liggen langs het spoor of rondom openbaar vervoersknooppunten.

In de afgelopen jaren groeide het besef dat veel vastgoed, dat niet (direct) dienstbaar is aan de vervoersfunctie kan worden afgestoten. Het verkoopprogramma focust zich sinds de opheffing van het grondbedrijf in 2014 voornamelijk op waardecreatie van de grond. De waardecreatie wordt voornamelijk bereikt met het ontwikkelen van voormalige spooreplacements, gebieden rondom het stations en van vastgoed boven de sporen. Dit heeft geresulteerd in een bedrijfsdoelstelling waarin de Nederlandse Spoorwegen (NS) de ambities heeft om haar maatschappelijke verantwoordelijkheid te vergroten aan een bereikbare en mobiele samenleving, welke bijdraagt aan een levendige en gezonde economie. Deze verantwoordelijkheid reikt verder dan duurzame mobiliteit en heeft geleid tot een aangescherpte strategie. NS wil onder andere bijdragen aan de ruimtelijke ontwikkeling en leefbaarheid door middel van het uitgeven van grond nabij en boven het spoor. Om dit op een duurzame en gezonde wijze te doen is het onoverkomelijk om in de voorfase na te denken over negatieve externe effecten van het spoor welke van invloed zijn op de (gebouwde) omgeving en de daarmee samenhangende waardeontwikkeling.

Om de centraal gestelde ambities van NS op waarde te kunnen schatten en deze in de praktijk te kunnen implementeren is het van belang om meer inzicht te verschaffen in de negatieve externaliteiten van het spoor. In de planvorming en grondexploitatie van (gebieds)ontwikkelingen worden belangrijke keuzes, ten aanzien van negatieve externe effecten van het spoor, gemaakt die

uiteindelijk invloed kunnen hebben op de prijsvorming van de te realiseren woningen en/ of het wooncomfort van de toekomstige bewoner. Hiervoor zal gekeken worden naar de bestaande woningen nabij spoorweginfrastructuur, waarbij negatieve externaliteiten (gedeeltelijk) zijn weggenomen door een spoorondertunneling.

1.3. Doelstelling

Het doel van dit Company Research Paper is om inzicht te verkrijgen in de invloed van negatieve externaliteiten van het spoor op de woningwaarde in de directe omgeving. Aan de hand hiervan zal tot een advies gekomen worden aan NS ter ondersteuning van het maken van keuzes/ afwegingen tijdens de planvormingsfase van (gebieds)ontwikkelingen.

1.4. Onderzoeksvraag

De vraag die in dit onderzoek centraal staat is:

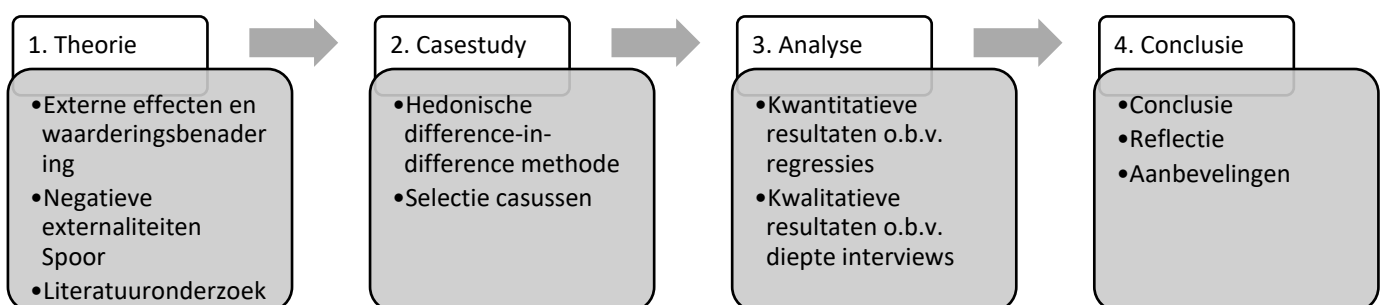
Wat is de invloed van ondertunneling van het spoor op de waarde van woningen in de directe omgeving in Nederlandse steden en hoe kan dit inzicht worden toegepast op de (gebieds)ontwikkelingen van NS?

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. Hoe worden externe effecten gewaardeerd?
2. Wat zijn volgens de literatuur de negatieve externaliteiten van het spoor?
3. Welke bepalende factoren en eigenschappen zijn van belang om de waarde van een woning vast te stellen?
4. In hoeverre hebben negatieve externaliteiten van het spoor effect op woningwaarden?
5. In hoeverre leidt dit inzicht tot andere keuzes/ afwegingen in de planvormingsfase van ontwikkelingen van NS?

1.5. Onderzoeksopzet

De opzet van dit onderzoek is opgebouwd uit meerdere onderdelen. Figuur 1 toont het onderzoeksmodel bestaande uit vier onderdelen. Onderdeel 1 is het theoretisch kader waarin antwoord wordt gegeven op de eerste drie deelvragen. Deze input dient als ondersteuning voor de gehanteerde methodologie en de selectie van de casussen (onderdeel 2). Vervolgens wordt er op basis van onderdelen 1 en 2 in de analyse antwoord gegeven op de laatste twee deelvragen. De kwantitatieve resultaten vormen de basis voor semigestructureerde interviews in onderdeel 3. Tenslotte wordt er aan de hand van de voorgaande onderdelen in onderdeel 4 de conclusie van dit onderzoek omschreven.



Figuur 1. Onderzoeksopzet.

1.6. Relevantie

De maatschappelijke relevantie van dit onderzoek richt zich met name op de praktijk en is van belang voor ontwikkelaars (tevens een rol van NS) die zich bezighouden met ruimtelijke ontwikkelingen nabij het spoor. Met het antwoord op de onderzoeksvraag of er een effect van ondertunneling van het spoor op de woningwaarde in de directe omgeving is worden voor hen relevante inzichten versterkt. Deze inzichten dienen mogelijk ter ondersteuning bij het maken van keuzes/ afwegingen tijdens de planvormingsfase van (gebieds)ontwikkelingen. Hierbij kan gedacht worden aan ruimtelijke, functionele, sociale en/ of financiële randvoorwaarden van ruimtelijke ontwikkeling.

De wetenschappelijke relevantie van dit onderzoek ligt met name in de theorievorming en is van belang voor de belanghebbenden (tevens van belang voor NS) die zich bezighouden met onderzoek naar de financiële effecten van woningen in de nabijheid van het spoor. Volgens het RIVM (2015) is onderzoek naar de gezondheidsrisico's, welke mogelijk worden ingeprijsd in de woningwaarde nabij het spoor, door treinverkeer in de directe omgeving schaars. Door het intensievere gebruik van het spoor en de omliggende omgeving in Nederland neemt de maatschappelijke aandacht over negatieve externaliteiten en de effecten daarvan verder toe.

1.7. Leeswijzer

Het theoretisch kader in hoofdstuk 2 gaat in algemene zin kort in op de waardetheorie. Vervolgens wordt het begrip "externe effecten" gedefinieerd en worden verschillende waarderingmethodieken van externe effecten behandeld. Naast de theorie worden de verschillende negatieve externaliteiten van het spoor beschreven. Tenslotte wordt er in het literatuur onderzoek ingegaan op de determinanten van woningwaarde en eerdere nationale en internationale studies die de invloed van geluidshinder op de woningwaarde onderzoeken. Aan de hand van het theoretisch kader wordt in hoofdstuk 3 de onderzoeksmethodologie, het econometrisch model en de selecties van de casussen van het empirisch onderzoek omschreven. Hoofdstuk 4 beschrijft de uitkomsten van de statistische analyse waarop vervolgens door middel van uitkomsten uit de semigestructureerde interviews kwalitatief worden gereflecteerd. Het onderzoek wordt afgesloten met hoofdstuk 5 waarin de conclusies, reflectie en aanbevelingen zijn verwoord.

2. Theoretisch kader

Het doel van het theoretisch kader is tweeledig. Enerzijds vormt het een theoretische onderbouwing van de waardering van externe effecten. Anderzijds geeft het een verdieping van de interne en externe eigenschappen van een woning die de waarde (kunnen) beïnvloeden. In de eerste paragrafen worden de waardetheorie en de theorie over externe effecten gedefinieerd. Vervolgens worden de negatieve externaliteiten van het spoor en treinverkeer omschreven. Verder wordt door middel van literatuuronderzoek behandeld welke determinanten van invloed zijn op woningwaarde. Tenslotte wordt er aansluiting gezocht bij nationale en internationale literatuur over de samenhang van externaliteiten van het spoor en woningwaarde.

2.1. Externe effecten en waarderingsbenadering

Om externe effecten van het spoor te kunnen waarderen worden de belangrijkste beginselen van de waardetheorie, externe effecten en de waardering daarvan behandeld. Het geeft een algemeen beeld van hoe een prijs of waarde tot stand komt. Om ongeprijsde (negatieve) externe effecten te waarderen wordt er gebruik gemaakt van de hedonische prijsmethode (impliciete prijzen). Deze methode wordt nader toelichting in hoofdstuk 3.

2.1.1. Economische hoofdstromen en waardetheorie

In de achttiende eeuw kwam de klassieke economie op en werd dit vakgebied een zelfstandige wetenschap. Toonaangevende economen, zoals Adam Smith en David Ricardo, zijn gedeeltelijk geslaagd om ontwikkeling en economische groei te verklaren. In de boeken "The wealth of nations" verdedigde economische grondlegger Adam Smith (2012) systematisch de principes van de markteconomie. Hij stelde dat de economie zichzelf regelt (zelfregulering) en maakt onderscheid in drie productiefactoren, te weten: arbeid, kapitaal en grond. De beloning die voor deze factoren gelden zijn loon, winst en pacht.

In 1870 maakt de klassieke hoofdstroming plaats voor de neoklassieke economie. Deze school kent verschillende theorieën die gaan over de totstandkoming van evenwichtige markten door aanpassingen van relatieve prijzen van economische goederen. Na veel kritiek op deze theorie kwam de institutionele economie met ontstaan van instituties, ondernemingen en overheden door transactie- en informatiekosten als aanvulling op de traditionele stroming. Dit is een voorloper van de uiteindelijk later bestempelde neo-institutionele economie, waarin getracht de wisselwerking tussen sociale en wettelijke normen en regels en efficiënte economie te verklaren.

Waarde is in de economie een eigenschap van een dienst of goed waarmee getracht wordt een prijs (of ruilwaarde) te verklaren. Alle economische theorieën die pogingen doen om dat te verklaren vallen binnen de generieke term 'waardetheorie'. Deze theorie is onder te verdelen in de 1.) intrinsieke waardetheorie (objectief) en de 2.) subjectieve waardetheorie

Ad 1.) De intrinsieke waardetheorie gaat ervan uit dat de waarde van een dienst of goed niet afhankelijk is van subjectieve oordelen. Deze theorieën ontlenen de intrinsieke waarde van een dienst of goed uit het productieproces en de daarmee samenhangende kosten van een dienst of goed. De arbeidswaardetheorie van Adam Smith is hier een voorbeeld van.

Ad 2.) De subjectieve waardetheorie gaat ervan uit dat de waarde van een dienst of goed afhankelijk is van subjectieve oordelen. De dienst of het goed dienen bruikbaar te zijn om te kunnen voorzien in menselijke behoeften. Deze theorieën ontleen de subjectieve waarde uit schaarste en nut, waarbij het vermogen van een dienst of goed om de behoefte van een individu te bevredigen wordt bepaald door de grootte van de waarde. De Oostenrijkse school van Carl Menger is hier een voorbeeld van.

De neoklassieke school als dominante economische hoofdstroom kent vele verklaringen over het functioneren van de vrijemarkteconomie. Er zijn echter theorieën, zoals welvaartseconomie of marktfalen, die de suboptimale resultaten van marktmechanisme ondermijnen. De externe effecten of externaliteiten die het mechanisme verstoren kunnen worden gecorrigeerd en de volgende paragraaf gaat verder in op de prijs van deze externe effecten.

2.1.2. Wat zijn externe effecten?

Externe effecten ontstaan als gevolg van consumptie of productie die niet zijn ingeprijsd op een activiteit van derden. Externe effecten kunnen zowel positief als negatief zijn. Bij een positief extern effect hebben derden het positief effect wel, maar betalen hiervoor geen vergoeding. Bij een negatief extern effect willen derden het effect niet en wordt hier niet voor gecompenseerd in de transactie. Externe effecten in de milieueconomie zijn over het algemeen negatief van aard (Centraal Planbureau & Nederlands Economisch Instituut, 2000).

De econoom Arthur Cecil Pigou (1921) introduceerde in de “The economics of Welfare” voor het eerst het begrip extern effect. In de literatuur wordt ook wel gesproken over externaliteit of externe kosten. Pigou stelt dat externe effecten onvoldoende worden meegenomen in de marktprijs – er komt feitelijk gezien geen markt tot stand. Dat wil zeggen dat er niet voor effecten van een economische activiteit wordt gecompenseerd. Een externe effect veronderstelt door het ontbreken van beprijzing dat een producent of consument door zijn handelen de omgeving of anderen schade toebrengt zonder daar de kosten van hoeven te dragen. Voor positieve externaliteiten geldt het tegengestelde: de ontvanger profiteert maar betaalt hiervoor geen vergoeding.

Volgens Pigou (1921) hebben externe effecten vier hoofdkenmerken:

1. De effecten zijn niet verdisconteerd in de marktprijs;
2. Het zijn onbedoelde effecten;
3. De effecten zijn niet uit te drukken in een geldsom;
4. De effecten veroorzaken kosten of baten.

Een veel gebruikt voorbeeld van een negatief extern effect in de milieueconomie is de milieuvuiling bij productie. In de totstandkoming van de marktprijs van het product speelt de milieuvuiling van de fabriek geen rol, maar heeft wel invloed op de welvaart en het welzijn van omwonenden waar zij niet voor worden gecompenseerd. Dit geldt ook voor andere negatieve externe effecten, zoals geluid en veiligheid. Er wordt over een positief extern effect gesproken als de fabriek door haar productiefaciliteiten bijvoorbeeld restwarmte kan leveren aan de omliggende woningen.

In dit voorbeeld is er dus geen markt voor milieuvuiling, omdat de fabrikant geen rekening houdt met de effecten voor de omwonenden. Indien er wel een markt zou zijn voor de milieuvuiling dan

zouden de omwonenden gecompenseerd worden voor het effect. De fabrikant zal afzien van de productie als de kosten voor compensatie te hoog zijn (Teulings et al., 2003)

Om de externe kosten tegen te gaan kunnen negatieve externe effecten worden geïnternaliseerd. Middels onderhandelingen tussen de veroorzaker en de ontvanger kan een vergoeding voor het effect worden overeengekomen. Hierbij is het van belang om onderscheid te maken in het aantal belanghebbenden van een extern effect. In "The problem of social costs" stelt Coase (1960) het probleem van negatieve externaliteiten door partijen onderling via onderhandelingen opgelost kan worden (Coase theorema). Hierbij gelden de volgende voorwaarden:

1. Er is een gering aantal betrokken partijen;
2. Het eigendomsrecht is goed omschreven;
3. De geleden schade van effect is meetbaar;
4. Er zijn geen transactiekosten.

In tegenstelling tot het Coase theorema is het bij een groot aantal belanghebbenden van een extern effect complex om overeenstemming te bereiken. Allereerst is er sprake van hoge transactiekosten vanwege het grote aantal betrokkenen waardoor hiërarchische interventie efficiënter kan zijn. Daarnaast kan in dit geval het free-riderprobleem optreden. Dit houdt in dat individuele rationaliteit kan leiden tot collectieve irrationaliteit. De partijen die niet bijdragen aan de oplossing van het probleem kunnen niet worden uitgesloten. Door overheidsingrijpen, bijvoorbeeld door middel van publiekrechtelijke regelgeving, kan dit probleem worden opgelost (Olson, 1965).

Tenslotte spelen er ook methodologische uitdagingen voor het bepalen van de omvang van externe effecten. Zo zijn externe effecten dynamisch in de tijd en verschillen de effecten per actor (Van der Post, 2005). De volgende paragraaf gaat verder in op de waarderingsmethodieken.

2.1.3. Waardering externe effecten

Er zijn verschillende methoden om externe effecten te waarderen. Er kan onderscheid gemaakt worden in methoden waar de waardering van vermijdingskosten de hoofdrol speelt of in methoden die gebaseerd zijn op de waardering van schade (betalingsbereidheid). De methoden op basis van waardering van schade zijn onder te verdelen in beweerde voorkeuren (stated preference) en in waargenomen voorkeuren (revealed preference) (Centraal Planbureau & Nederlands Economisch Instituut, 2000). In Tabel 1 worden alle methoden op basis van kenmerken beknopt behandeld.

		Methodiek	Wetenschappelijke basis	Benodigde informatie	Betrouwbaarheid	Belangrijke toepassingsgebieden
1. Bepaling vermijdingskosten		Schaduwprizen	Twijfelachtig	Vermijdings-, bestrijdings- of herstelkosten	Goed, maar leidt niet tot schatting van de betalingsbereidheid	Bestaanswaarde natuur en landschap, emissies (mondiaal), klimaatverandering
		Schaduwproject	Minder goed	Herstelkosten	Goed, maar leidt niet tot schatting van de betalingsbereidheid	Bestaanswaarde natuur en landschap
2. Bepaling betalingsbereidheid	a. beweerde voorkeuren	Conjoint analysis	Minder goed	Hypothetische keuzen	Minder goed	Reistijd, geluidshinder, gebruikswaarde natuur en landschap, emissies (lokaal), veiligheid
		Contingent analysis	Minder goed	Hypothetische keuzen	Moeilijk te verifiëren, makkelijk te manipuleren	Bestaanswaarde natuur en landschap, emissies (mondiaal), klimaatverandering
	b. waargenomen voorkeuren	Impliciete of hedonische prijzen	Goed	Waargenomen keuzen, uitkomsten marktgedrag	Goed	Reistijd, geluidshinder, emissies (lokaal), veiligheid
		Reiskostenmethode	Goed	Waargenomen keuzen	Goed	Gebruikswaarde natuur en landschap

Tabel 1. bron Centraal Planbureau & Nederlands Economisch Instituut (2000), eigen bewerking.

Op basis van de beknopte omschreven waarderingsmethodieken in Tabel 1 kan geconcludeerd worden dat aan de hand van de wetenschappelijke basis, benodigde informatie, betrouwbaarheid en belangrijke toepassingsgebieden de centrale vraag in dit onderzoek kan worden beantwoord aan de hand van hedonische prijsmethode. De hedonische prijsmethode wordt voornamelijk toegepast om de financiële effecten van positieve en negatieve externe effecten inzichtelijk te maken. De methode heeft een goede wetenschappelijk onderbouwing en kent een hoge betrouwbaarheid. Deze methode zal in hoofdstuk 3 nader worden omschreven. De toepassingsgebieden, zoals geluidshinder (eveneens trillingen) en veiligheid, van deze methode worden hierna beschreven.

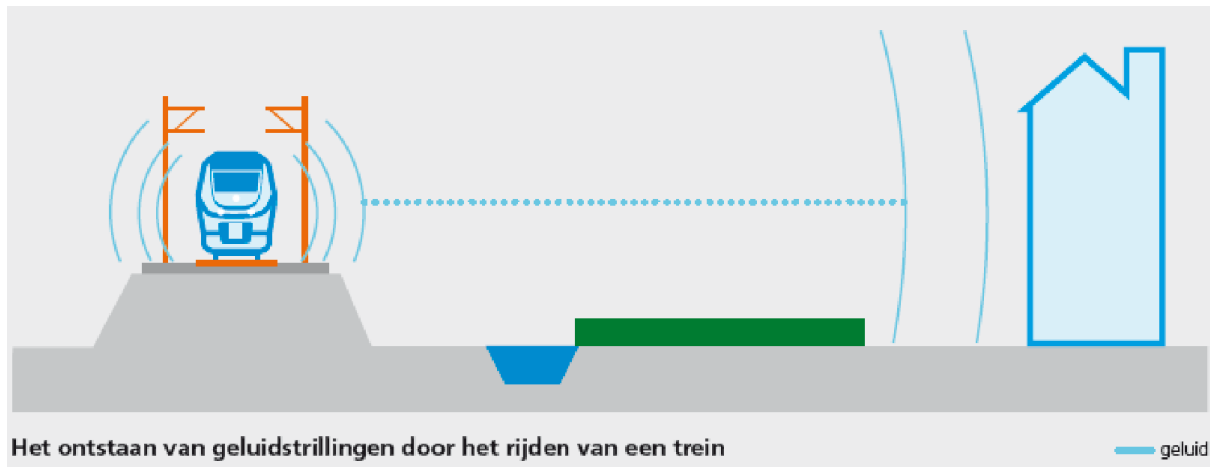
2.2. De negatieve externaliteiten van het spoor

Om het effect van negatieve externaliteiten op woningwaarden inzichtelijk te maken wordt er in dit onderzoek onderscheid gemaakt in externe effecten waar personen hinder van ondervinden en het accepteren van het risico op calamiteiten. Bij hinderacceptatie gaat het om geluid, trillingen en overige technische aspecten. Voor risicoacceptatie geldt de fysieke veiligheid. Deze negatieve externaliteiten worden individueel besproken.

2.2.1. Geluid

Rijdende treinen veroorzaken geluidshinder voor (directe) aangrenzende gebouwen en omgeving. Er is veel onderzoek gedaan naar geluid afkomstig van spoorwegverkeer (Theebe, 2004; Udo et al, 2006; Poon, 1978; Walker, 2016; Simons et al, 2004; Diao et al, 2016). Figuur 2 illustreert het ontstaan van geluidstrillingen door het rijden van een trein, geluid is namelijk een trilling van de lucht. Met het

menselijk trommelvlies kan de trilling worden waargenomen als geluid. Wie binnen een straal van 300 meter van het spoor woont kan last krijgen van geluidshinder van het spoor.



Figuur 2. Verbeelding van het ontstaan van geluidstrillingen (ProRail, 2017a).

De Wet Geluidhinder is in 1979 ingevoerd en stelt eisen aan geluidbelastingen langs het spoor. Echter worden woningen pas sinds 1987, door de invoering van het Besluit Geluidhinder Spoorwegen, beschermd tegen nieuwe geluidshindersituaties en mag de bestaande situatie niet verslechteren. Er gelden andere regels voor nieuwe gebouwen dan voor bestaande gebouwen en er wordt onderscheid gemaakt in verschillende functies. Desalniettemin wordt er door een aanzienlijke groep mensen die in de nabijheid van het spoor wonen (ernstige) hinder tot gezondheidsproblemen ondervonden.

Ten aanzien van de bouw van geluidsgevoelige objecten schrijft de wet het volgende voor:

- i. een voorkeursgrenswaarde;
- ii. een maximaal te verlenen ontheffingswaarde; en
- iii. een maximaal toelaatbaar binnenniveau van spoorweglawaai voor.

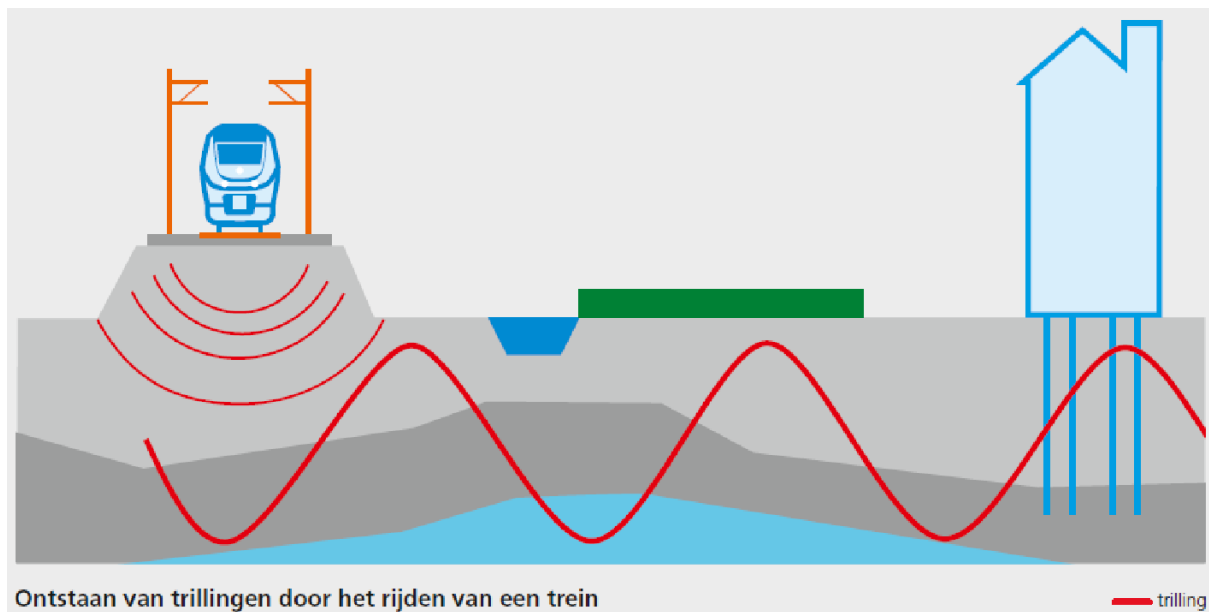
Hierbij geldt dat er op locatie gebouwd mag worden indien het geluidsniveau onder de voorkeursgrenswaarde ligt. Wanneer deze boven de voorkeursgrenswaarde ligt, maar onder de maximaal te verlenen ontheffingswaarde er onder bepaalde omstandigheden ontheffing kan worden verleend zodat er op de locatie gebouwd kan worden. In het geval deze boven de maximaal te verlenen ontheffingswaarde ligt dienen er dove gevels of vliesgevels op het gebouw te worden toegepast. Voor het maximaal toelaatbaar geluid in binnenniveau van de bouw van geluidsgevoelige objecten geldt dat er te allen tijde moeten worden voldaan aan het Bouwbesluit (onderdeel van de Woningwet).

Omwonenden van het spoor hebben daarnaast te maken met de Wet milieubeheer waarin op 1 juli 2012 geluidproductieplafonds voor hoofdspoorwegen en rijkswegen zijn ingevoerd. De geluidbelasting op de gevels van de woningen staat hierin vastgelegd door middel van een norm. De beheerder van het spoor dient dit na te leven. In de “geluidbelastingkaarten spoorwegen voor het gebruiksjaar 2016” staat per gemeente waar een hoofdspoorlijn doorheen gaat een tabel met informatie over wie het geluid van treinen hoort en de mate van hinder die zij ervaren. Deze informatie is ook te raadplegen via een interactieve kaart (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2017).

Het RIVM (2020) heeft met een representatieve steekproef aangetoond dat meer dan 350.000 inwoners van Nederland (ernstige) hinder en slaapverstoring ervaren door railverkeerlawaai. De geluidbelasting van goederentreinen wordt bijna twee keer zo erg ervaren dan de geluidbelasting van reizigerstreinen.

2.2.2. Trillingen

Naast geluid veroorzaakt railverkeer ook trillingen die van invloed zijn op de gebruikers van de naastgelegen gebouwen. Figuur 2 illustreert het ontstaan van trillingen door het rijden van een trein en natuurkundig gezien betreft het een beweging die door de grond wordt doorgegeven. Wie binnen een straal van 300 meter van het spoor woont kan last krijgen van trillinghinder van het spoor.



Figuur 3. Verbeelding van het ontstaan van spoortrillingen (ProRail, 2017b).

In tegenstelling tot geluid bestaat er geen wettelijk kader voor trillingen of trillinghinder. Er zijn wel beleidsregels en richtlijnen opgesteld die ter beoordeling van ruimtelijke plannen kunnen worden gehanteerd (Rijkswaterstaat, z.d.). Onder andere door de toename van het gebruik van het spoor krijgt dit beleidsterrein steeds meer aandacht. De trillingen die worden veroorzaakt door railverkeer hebben vier verschillende effecten op de mens. Afgezien daarvan kunnen trillingen het gebruikscomfort van gebouwen van mensen beïnvloeden of kunnen leiden tot schade aan gebouwen. Met name een vermindering in het gebruikscomfort kan leiden tot gezondheidsklachten/-effecten bij omwonenden.

Ondanks het ontbreken van een wettelijk kader zijn er verschillende handreikingen en instrumenten ontwikkeld om bij nieuwbouwiniciatieven in een vroeg stadium rekening te houden met de hinder van trillingen voor personen in gebouwen. De beoordelingen van trillingen kent wel een basis in Wet ruimtelijke ordening waarin de zorg voor goede ruimtelijke ordening staat beschreven. Dit houdt in dat de hinder van trillingen bij nieuwbouw in beeld moeten worden gebracht en vervolgens op basis van de SBR-richtlijn beoordeeld dient te worden. Vergelijkbaar bij de beoordeling van geluid wordt sinds 1993 aan de hand van het maximale en het gemiddeld trillingsniveau de hinder getoetst. Ook gelden hierbij verschillende grens- en streefwaarden bij functies van gebouwen. Bij overschrijding van grenswaarden kunnen er gebouwgeboden maatregelen worden getroffen om binnen de acceptabele

grens te blijven (Kenniscentrum InfoMil, z.d.). Sinds 2020 bestaat er een rekenmodel waarmee op een eenduidige manier verwachte trillingsniveaus bij woningen kunnen worden berekend. Dit rekenmodel Spoortrillingen bevindt zich momenteel in een testfase (RIVM, 2019).

Voor bestaande bebouwing is in 2014 “beleidsregel trillinghinder spoor” ingevoerd. Dit besluit omvat bij vaststelling van tracébesluiten voor de aanleg, wijziging of het opnieuw in gebruik nemen van een landelijke spoor dat er maatregelen moeten worden getroffen om toename van trillinghinder tegen te gaan. Het doel is om het beschermingsniveau van leefomgeving op de SBR-richtlijn ‘hinder voor personen in gebouwen’ te laten aansluiten.

Uit onderzoek van het RIVM (2014) blijkt dat circa 300.000 mensen die binnen een afstand van 40 tot 110 meter van het spoor wonen ernstig hinder ervaren van trillingen afkomstig vanaf het spoor veroorzaakt door treinen. Klachten van omwonenden worden geïdentificeerd als gevoelens van boosheid, onbehagen en irritatie. Daarnaast is 's nachts deze hinder het grootst afkomstig van voornamelijk goederentreinen.

2.2.3. Fysieke veiligheid

Bij fysieke veiligheid, bestaande uit interne en externe veiligheid, draait het niet om de acceptatiegrens van hinder, maar om de acceptatie van risico. Dit wordt uitgedrukt in maatschappelijke risico-acceptatienormen te onderscheiden in individueel risico (plaatsgebonden risico) en groepsrisico (Suddle, 2002). Hierbij wordt onderscheid gemaakt in twee benaderingen, te weten: probabilistische veiligheidsbenadering en deterministische veiligheidsbenadering. Bij de eerste benadering wordt er gekeken naar de kans en gevolg van een ramp op het spoor. Bij de tweede benadering wordt er gekeken naar de omvang en beheersbaarheid van ongelukken op het spoor op basis van verschillende scenario's (Wilde, 2004). Interne veiligheid gaat over de veiligheid van de reizigers van de trein en wordt derhalve buiten beschouwing gelaten omdat dit onderzoek zich beperkt tot de omgeving van het spoor. Het risico van de omgeving is externe veiligheid.

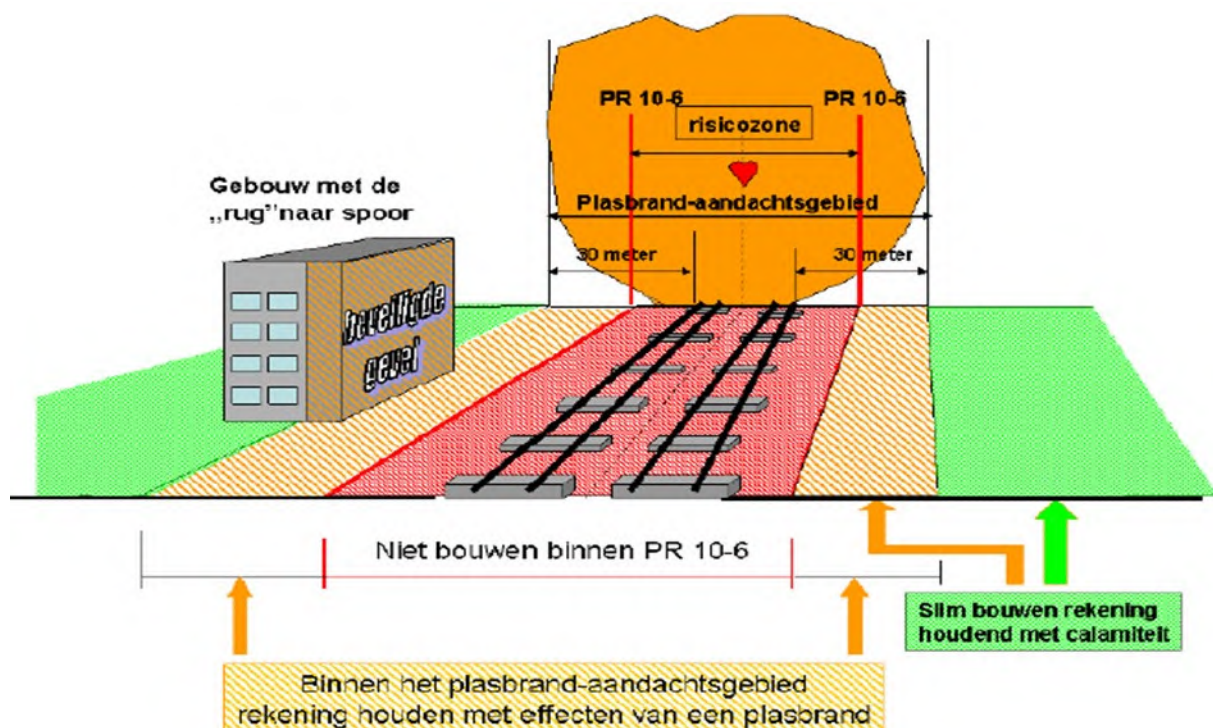
Veiligheid van het spoor en haar omgeving is in verschillende wetten geregeld. In de Spoorwegwet wordt het gebruik, het beheer, de toegankelijkheid en de aanleg van spoorwegen geregeld met als doel het milieubelang te beschermen. De wet regelt ook het verkeer over spoorwegen. De procedurele voorschriften bij de wijziging of aanleg van hoofdinfrastructuur is geregeld in de Tracéwet. Als gevolg van het vervoer van gevaarlijke stoffen moet er rekening worden gehouden met risicocontouren.

De Wet vervoer gevaarlijke stoffen (Wvgs) regelt het vervoer van gevaarlijke stoffen. Als onderdeel van deze wet wordt in de wet Basisnet de beheersing en de normen van risico's bepaald. Voor het netwerk van spoorwegen waarover gevaarlijke stoffen vervoert mogen worden gelden risicoplafonds. Bij ruimtelijke ontwikkeling zijn deze plafonds maatgevend en zijn er afstanden tot de spoorinfrastructuur waarbinnen er geen bouwwerken mogen worden gerealiseerd (opgenomen in Spoorwegwet). Voor de risicoplafonds van basisnetroutes van het spoor geldt:

- Plaatsgebonden risico
 - PR 10^{-6} contour als norm (kans 1 op een miljoen is dat iemand overlijdt)
- Groepsrisico
 - PR 10^{-7} contour als norm (kans 1 op een 10 miljoen is dat iemand overlijdt)

- PR 10^{-8} contour als norm (kans 1 op een 100 miljoen is dat iemand overlijdt)

Op een aantal routes worden grote hoeveelheden brandbare vloeistoffen vervoerd, waarvoor plasbrandaandachtsgebied is opgenomen in het basisnet. Voor deze zone geldt dat er binnen een afstand van 30 meter vanaf spoorinfrastructuur bij ruimtelijke ontwikkelingen aanvullende bouweisen van toepassing zijn. Figuur 4 illustreert de grenzen aan bouwen binnen de regels van wet Basisnet. Binnen de contouren (afstand gemeten vanuit het midden van buitenste spoor) van plaatsgebonden risico (10^{-6}) mogen geen kwetsbare objecten gebouwd worden. Kwetsbare objecten zijn woningen, gebouwen waarin gehandicapten, zieken, minderjarigen of ouderen verblijven, gebouwen waarin groot aantal personen verblijven en kampeer- en recreatieterreinen (van meer dan 50 personen). In vergelijking tot het plaatsgebonden risico (individueel of specifieke locatie) moet er voor het groepsrisico (10^{-7} en 10^{-8}) verantwoording worden afgelegd voor een groep personen. Het groepsrisico kent geen harde normen, alleen oriënterende waarden voor personendichtheid.



Figuur 4. Verbeelding van bouwgrenzen (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011).

In het geval zich een ramp met gevaarlijke stoffen voordoet is de zelfredzaamheid van burgers in de eerste minuten zeer belangrijk. Voor zelfredzaamheid wordt gekeken naar kwantitatieve maten voor de ernst van de gezondheidsschade (Trijsenaar & Rosmuller, 2008). In tegenstelling tot België zijn er geen rampen voorgekomen op het spoor met gevaarlijke stoffen in Nederland. De zorgen over de veiligheid van een spoorlijn door omwonenden nemen echter toe. Er lijkt nog weinig onderzoek gedaan te zijn naar de zorgen van deze groep.

2.2.4. Overige technische aspecten

Over het acceptatieniveau van hinder van geluid en trilling door railverkeer is veel meer onderzoek gedaan dan overige technische aspecten, zoals windhinder, luchtkwaliteit en elektromagnetische compatibiliteit.

Elektromagnetische compatibiliteit van het spoor hindert personen niet direct, maar heeft voornamelijk effect op elektrische apparatuur in gebouwen naast of boven het spoor die in nauwe verbinding staan met bovenleiding van het spoor.

De luchtkwaliteit van spoorvervoer heeft betrekking op uitstotende emissies van dieseltreinen en luchtverontreiniging door metalen deeltjes afkomstig van wrijving tussen de schaarbeugel van de trein en de bovenleiding. De dieseltreinen stoten luchtvervuilende emissies uit, zoals fijnstof (PM10) en bij dieseltreinen ook stikstofoxide (NOx). De effecten van luchtvervuilende emissies beperken zich voornamelijk tot het spoorgoederenvervoer. Meer dan de helft van luchtvervuilende emissies worden uitgestoten tijdens het stationair draaien van treinen. Locomotieven op diesel, die vooral rangeerwerk uitvoeren, zijn de grote veroorzaker (TNO, 2017). De metaaldeeltjes zijn relatief groot waardoor ze neerdalen en snel reactie hebben met andere metalen (Wilde, 2006). De hinder voor omwonenden is echter beperkt. Door de specifieke kenmerken en beperkte literatuur om de toerekenbaarheid van luchtvervuilende emissies te bepalen wordt dit technische aspect buiten beschouwing gelaten.

Met name bij verdichting van de stad neemt de hinder van wind toe. Dit technische aspect is niet generiek aan het spoor, maar geldt vaak voor situaties waar veel hoogbouw of verdichting voorkomt.

2.3. Literatuuronderzoek: de determinanten van woningwaarde

Zowel positieve als negatieve externe effecten kunnen van invloed zijn op de woningwaarde. Daarnaast zijn er talloze eigenschappen die van invloed zijn op de prijs van een woning. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in woning-, locatie- en woonomgevingskenmerken. Dam en Visser (2006) hebben in opdracht voor Ruimtelijk Planbureau onderzoek gedaan naar de kenmerken van de woonomgeving, de locatie en de woning die de waardering van een woning bepalen op basis van de vergelijking van een groot aantal woningtransacties in de periode van 1998 tot en met 2003. Aan de hand van deze kenmerken leidt een persoon af wat hij bereidt is te betalen voor een woning. De kenmerken worden onder de volgende categorieën verdeeld:

1. Fysieke woningkenmerken;
2. Fysieke woonomgevingskenmerken;
3. Sociaal-culturele en -economische woonomgevingskenmerken;
4. Functionele woonomgevingskenmerken.

2.3.1. Fysieke woningkenmerken

Fysieke woningkenmerken zijn bijvoorbeeld woningtype, (perceel)oppervlakte, inhoud, bouwjaar/-periode, aantal kamers, staat van onderhoud en aanwezigheid CV, isolatie, tuin, garage of balkon.

De prijs van een woning wordt voor een belangrijk deel bepaald door de fysieke woningkenmerken. Kenmerken als het type woning en het bouwjaar beïnvloeden in hoge mate de woningwaarde per vierkante meter. Dit geldt ook voor architectuur en de bereikbaarheid van de woning (Kauko, 2005; Li & Brown, 1980). Voor deze fysieke woningkenmerken is het verschil tussen landelijke en stedelijke gebieden echter gering. Het verschil tussen appartementen in landelijke en stedelijke gebieden in vergelijking tot grondgebonden woningen is wel groter. Aan de hand hiervan concluderen Dam en Visser (2006) dat fysieke woningkenmerken een beperkt effect hebben op de woningwaarde.

2.3.2. Fysieke woonomgevingskenmerken

De waarde en kwaliteit van de bebouwing en openbare ruimte in de buurt, de hoeveelheid water en groen of de bebouwingsdichtheid in de buurt zijn voorbeelden van fysieke omgevingskenmerken.

De invloed van fysieke omgevingskenmerken van appartementen en grondgebonden woningen op woningwaardes in stedelijke gebieden is relatief klein. In tegendeel tot grondgebonden woningen op het platteland (Dam & Visser, 2006; Kauko, 2005). Li & Brown (1980) stellen echter wel dat de dichtheidsfactor hierin bepalend is. Deze factor zegt namelijk iets over criminaliteitspercentage of de hoeveelheid groen en water in verschillende gebieden. De woningwaarde hangt nauw samen met de locatie (Kauko, 2005).

In de studies van Dam & Visser (2006) en Li & Brown (1980) is ook gekeken naar negatieve fysieke woonomgevingskenmerken, zoals geluidsoverlast en luchtverontreiniging. De studies naar de invloed hiervan op de woningprijzen zijn mondigesmaat toegepast in vergelijking tot de invloed van water en groen. In de studie naar geluidsoverlast is er wel rekening gehouden met positieve externe effecten. Het onderzoeksgebied bestaat alleen uit woningen binnen een straal van 300 meter van de weg, zodat de positieve externaliteiten constant blijven.

2.3.3. Sociaal-culturele/-economische woonomgevingskenmerken

Sociale woonomgevingskenmerken op gebied van cultuur en economie hebben bijvoorbeeld te maken met de verhouding huur- en koopwoningen en het gemiddelde inkomen in de buurt, de bevolkingssamenstelling en het werkloosheidscijfer.

Er is weinig onderzoek gedaan naar het effect van sociale woonomgevingskenmerken op huizenprijzen. Dit heeft te maken met enerzijds de waardering en anderzijds de perceptie (Dam & Visser, 2006). Desalniettemin toonde Verhoef & Nijkamp (2003) en Li & Brown (1980) dat mensen de voorkeur geven om te wonen in wijken met een hoger gemiddeld inkomen. Woningzoekenden kijken naar de sociale status van de wijk of het gebied.

Opvallend is dat mensen, zowel autochtone en allochtone bewoners, niet graag in een wijk of gebied willen wonen waar veel allochtonen wonen en als dit het geval is geven zij aan graag te willen verhuizen. Dit blijkt uit woonwensen- en woningbehoefteonderzoek in Nederland en de Verenigde Staten (Kauko, 2005).

2.3.4. Functionele woonomgevingskenmerken

Met functionele woonomgevingskenmerken worden bijvoorbeeld de afstand tot en de bereikbaarheid van infrastructuur (afrit snelweg of openbaar vervoer), werkgelegenheid en voorzieningen bedoeld.

Bij de prijsvorming van een woning spelen functionele woonomgevingskenmerken een relatief grote rol. De nabijheid van werkgelegenheid en hoogwaardig openbaar vervoer (tram, metro, trein) zijn belangrijke factoren. In regio's met een hoog werkgelegenheidsaanbod is de druk op de woningmarkt meestal groter (Dam & Visser, 2006; Teulings et al., 2005. Volgens Kauko (2005) en Li & Brown (1980) zijn ook scholen in de nabijheid van de woning een bepalende factor voor de prijsvorming. Er kan

voorzichtig worden gesteld dat hoe groter de afstand tot voorzieningen hoe lager de woningprijzen. Hierbij geldt ook hoe kleiner de afstand tot werkgelegenheid hoe hoger de woningwaarden.

Deze afstandskennmerken zijn wel per type huishouding verschillend. Zo zijn bijvoorbeeld midden en hogere inkomens minder afhankelijk van het openbaar vervoer, omdat zij meer in het bezit zijn van een auto, terwijl bewoners met een lager inkomen meer zijn aangewezen op het openbaar vervoer (Dam & Visser, 2006).

2.4. Literatuuronderzoek: de samenhang negatieve externaliteiten spoor en woningwaarde

Om een beeld te krijgen van de samenhang van negatieve externaliteiten en woningwaarde zijn er verschillende studies vanuit nationaal en internationaal perspectief bestudeerd. Zowel in Nederland als in het buitenland zijn studies gedaan naar de invloed van externaliteiten van het spoor op woningprijzen. Het gebruik van hedonische prijsmethode ("HPM") is in Nederland weinig toegepast in tegenstelling tot de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk (Dam & Visser, 2006). De studies en de belangrijkste conclusies geven een uiteenlopend beeld van deze samenhang.

2.4.1. Nationaal perspectief

Nederlandse onderzoeken waarin de HPM gebruikt is voor de waardering van negatieve externaliteiten van het spoor zijn de werken van Theebe (2004) en Udo, Janssen & Kruitwagen (2006). Deze studies beperken zich tot de waardering van geluidshinder afkomstig van treinverkeer.

In het onderzoek 'Stilte heeft zijn 'prijs'' concluderen Udo et al. (2006) dat stilte positief wordt gewaardeerd door mensen. Er is een significante relatie tussen het geluidsniveau waar de woning aan wordt blootgesteld en de woningwaarde. Deze uitspraak werd gedaan aan de hand van 1.500 verkochte huizen in de periode 1996 en 2000 in Soest en Baarn. Aan de hand van Noise Sensitivity Depreciation Index (NSDI) is de procentuele waardedaling van een woning bij een toename van 1 dB berekend. De NSDI verschilt per drempelwaarde van het geluidsniveau. Bij een drempelwaarde van 45 dB is de NSDI 1,1%, welke bij een drempelwaarde van 60 dB oploopt tot 1,9%. Voor een representatief beeld van Nederland zullen echter meerdere plekken onderzocht moeten worden.

Theebe (2004) heeft in de periode 1997-1999 in de provincies Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht van circa 160.000 transactieprizen onderzocht. De studie beperkt zich niet alleen tot geluidshinder van spoorverkeer, maar houdt ook rekening met auto- en vliegverkeer. Zijn belangrijkste conclusies zijn dat er bij een geluidsniveau onder de 40 dB mensen tot 6,5% extra betalen voor een woning. Het geluidsniveau tussen de 40 en 65 dB is de impact van geluidshinder klein. Bij een geluidsniveau boven de 65 dB betalen mensen tussen 0,3 en 0,5% minder voor de woning.

Het verschil tussen beide studies is dat Theebe in zijn onderzoek rekening heeft gehouden met verklarende variabelen zoals de afstand tot snelwegen en treinstations, woningkenmerken en omgevingsfactoren. Hieruit concludeerde hij dat de nabijheid van een snelweg of een treinstation weinig impact heeft op de woningwaarde.

De waardering op basis van HPM voor trillinghinder en externe veiligheid lijkt in Nederland nog niet te zijn onderzocht.

2.4.2. Internationaal perspectief

Ook vanuit internationaal perspectief gezien is voornamelijk de invloed van geluidhinder op woningwaarde onderzocht. De onderzoekers Poon (1978), Walker (2016), Simons & El Jaouhari (2004), Diao, Qin, & Foo Sing (2016) hebben onderzoek gedaan naar geluidhinder. Ook vanuit internationaal perspectief lijkt de literatuur over de waardering van trillinghinder en externe veiligheid beperkt.

De federale overheid van Canada heeft in het kader van de verplaatsing van stedelijke spoorwegen onderzoek gedaan naar de maatschappelijke voordelen van het elimineren of reduceren van de externaliteiten (wind, lawaai en visuele hinder) van het spoor. Er is empirisch bewijs gevonden dat de kosten van deze externaliteiten zijn gekapitaliseerd in de woningprijzen nabij spoorwegen (Poon, 1978).

In een Amerikaanse studie over geluidhinder van het spoor in metropoolgebied Memphis wordt geconcludeerd dat woningen die binnen 65 dB contour liggen een waardevermindering bereiken van 14 tot 18 procent. De kanttekening die hierbij wordt geplaatst is dat er rekening is gehouden met de frequentie en duur van blootstelling van de geluidhinder (Walker, 2016). Een ander Amerikaans onderzoek in de agglomeratie Cleveland toont aan dat er voor kleine, middelgrote en grote woningen er een waardevermindering van 5% tot 7% optreedt door de effecten van goederenspoorlijnen en de daarmee samenhangende frequentie van de treinen (Simons & El Jaouhari, 2004).

Een studie naar de sluiting van een spoorverbinding in Singapore in toonde aan dat woningen binnen een afstand van 400 meter vanaf de spoorlijn de gemiddelde prijzen met circa 13,7% stegen ten opzichte van woningen buiten deze zone. De gemiddelde prijsstijging voor de sluiting was 3,5% (Diao et al., 2016).

Ten slotte heeft de Europese Commissie onderzoek laten doen naar geluidwaarderingstudies. Er wordt onderscheid gemaakt in wegverkeer-, luchtvaartverkeer-, railverkeer- en industrielawaai en dat de Noise Depreciation Sensitivity Index (NDSI-waarde) tussen de 0,08 en de 2,3 ligt. Daarnaast wordt er geconcludeerd dat de kosten, in termen van waardevermindering, voor geluidhinder in Europa groter zijn dan in Amerika (Navrud, 2002).

2.5. Relevantie theorie en literatuuronderzoek voor casestudy en analyse

De voorgaande paragrafen over de theorie en het literatuuronderzoek bieden de basis voor de casestudy en analyse waarmee de invloed van negatieve externe effecten van het spoor op de woningwaarde inzichtelijk gemaakt kan worden.

Binnen de neoklassieke economische school staat de vrijemarkteconomie centraal, maar de meeste verklaringen houden geen rekening met sociale kosten, de zogenaamde externaliteiten of externe effecten. Het marktmechanisme zorgt op zichzelf voor correctie van deze effecten. In de theorie van Pigou (1921) over de welvaartseconomie wordt voor het eerste gesproken over het begrip extern effect. Hij stelt dat er in de totstandkoming van de marktprijs onvoldoende rekening wordt gehouden

met de prijs van externe effecten. Externe effecten kunnen anderen of de omgeving voordelen opbrengen of schade toebrengen. Zo stelt Coase (1960) dat negatieve externe effecten kunnen worden doorberekend tussen de veroorzaker en de ontvanger om externe kosten tegen te gaan. Als er geen onderhandeling plaatsvindt en daarmee de oplossing van het probleem wordt uitgesloten treedt het free-riderprobleem op. Interventies door de overheid kunnen dit tegengaan door bijvoorbeeld het invoeren van een milieuheffing (Olson, 1965). Daarnaast kent het waarderen van externe effecten uitdagingen op het gebied van tijd(periodes) en actoren. Er zijn verschillende methodologische aanpakken om externe effecten te waarderen. De hedonische prijsmethode is in vergelijking tot andere methodes de meest geschikte methodiek voor het bepalen van milieueffecten, zoals luchtkwaliteit, geluidshinder of veiligheid. Deze aanpak heeft een goede wetenschappelijk basis en kent een hoog betrouwbaarheidsniveau. Het effect wordt afgeleid uit waargenomen keuzen of uitkomsten van het marktgedrag.

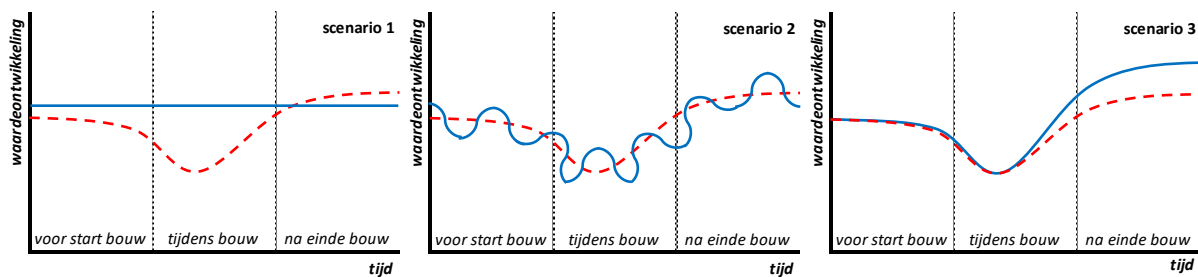
In de milieueconomie komen zowel positieve als negatieve externe effecten voor. Dit onderzoek beperkt zich tot de negatieve externaliteiten van het spoor. In een afgebakend onderzoeksgebied van woningen binnen afstand tot het spoor zijn deze het meest geschikt te meten. Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt in hinder- en risicoacceptatie. Er is veel onderzoek gedaan naar hinder van negatieve externen effecten die door omwonenden worden ervaren. Het is complex om een separaat onderscheid te maken per negatief extern effect en wat daarmee het aandeel is op de invloed van de woningprijs. Gezien de vele studie en bestaande literatuur lijkt geluid zich als negatief extern effect het beste meten. Geluid is een trilling en wordt door onder andere van het spoor overgedragen via de grond en via de lucht. Beide externe effecten zijn binnen een straal van 300 meter tot het spoor merkbaar voor omwonenden die daar hinder van kunnen ondervinden. De overige technische aspecten worden buiten beschouwing gelaten, omdat elektromagnetische compatibiliteit in Nederland tot op heden voorkomt bij niet-woonfuncties. Daarnaast worden luchtkwaliteit en windhinder niet meegenomen gelet op de specifieke kenmerken en gelimiteerde literatuur. Bij risico draait het voornamelijk om (externe) veiligheid. Dit negatief extern effect en de invloed daarvan op woningwaardes is niet of nauwelijks bestudeerd.

Op basis van de literatuuronderzoek kan worden opgemerkt dat fysieke woningkenmerken, zoals bijvoorbeeld woningtype, (perceel)oppervlakte, bouwjaar/-periode, aantal kamers, staat van onderhoud tuin of garage, van grote invloed zijn op de prijsvorming van een woning (Kauko, 2005; Li & Brown, 1980). Voor fysieke omgevingskenmerken, zoals openbare ruimte in de buurt, de hoeveelheid water en groen of de bebouwingsdichtheid in de buurt, is de impact klein op de woningprijs van grondgebonden woningen of appartementen in stedelijk gebied (Dam & Visser, 2006; Kauko, 2005). De invloed van sociale woonomgevingskenmerken, zoals de verhouding van het gemiddelde inkomen in de buurt, de bevolkingssamenstelling of het werkloosheidscijfer, op de prijs is nauwelijks onderzocht (Dam & Visser, 2006). Naast fysieke woningkenmerken hebben functionele woonomgevingskenmerken, zoals de afstand tot afrit snelweg of openbaar vervoer (station), voorzieningen en werkgelegenheid ook een relatief grote impact op de prijs van een woning.

Tenslotte is er aan de hand van een literatuurstudie gekeken naar eerdere onderzoeken naar de invloed van negatieve externaliteiten van het spoor op woningen in de nabijheid. Er is voornamelijk onderzoek gedaan naar geluidshinder. Tabel 2 toont een samenvatting van de eerder besproken studies in het theoretisch kader. Gezien de invloed op de waarde kan er voorzichtig worden

aangenomen dat er geen trend is op te merken in de uitkomsten. Deze verschillen hebben waarschijnlijk te maken met de locatie, tijdsperiode, actoren en individuele kenmerken.

Aan de hand van de statistische analyse heeft het resultaat 1.) geen effect 2.) marginaal effect (ruis) of 3.) significant effect (waardesprong). Conceptueel zijn deze scenario's in Figuur 5 geïllustreerd. De gestippelde rode lijn is de verwachte waardeontwikkeling in de tijd gecategoriseerd in periodes en de blauw lijn is de gerealiseerde waardeontwikkeling in de tijd gecategoriseerd in periodes. Op basis van theoretisch kader is de verwachting dat de invloed van de ondertunneling van het spoor op de omliggende woningprijzen binnen een afstand van 300 meter een mogelijk (positief) effect heeft van tussen de 0% en 18%. Scenario 3 toont dit effect.



Figuur 5. Scenario's van de waardeontwikkeling.

Studie	Auteur	Negatief extern effect	Invloed op waarde
Planes, Trains, And Automobiles: The Impact of Traffic Noise on House Prices	Theebe (2004)	Invloed geluidhinder door o.a. treinverkeer in de periode 1996 en 2000 in Soest en Baarn.	Onder 40 dB 6,5% waardestijging, Het geluidsniveau tussen de 40 en 65 dB is de impact klein. Boven 65 dB waardevermindering tussen 0,3 en 0,5%.
Stilte heeft zijn 'prijs'	Udo, Janssen & Kruitwagen (2006)	Geluidhinder door treinverkeer in de periode 1997-1999 in de provinciën Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht.	45 dB is de Noise Depreciation Sensitivity Index ("NDSI") 1,1% en loopt bij een drempelwaarde van 60 dB tot 1,9%.
Railway Externalities and Residential Property Prices	Poon (1978)	Wind, geluidhinder en visuele hinder door treinverkeer in periode 1967 tot 1972 in London Canada.	Woningen tot een afstand van 50 meter van het spoor zijn gemiddeld \$ 2.161 lager in prijs. Bij 150 meter is dat \$ 1.563, bij 250 meter \$ 1.196 en bij 350 meter \$ 819.
Silence is golden: Railroad noise pollution and property values	Walker (2016)	Geluidhinder door treinverkeer in de periode tussen 2010 en 2012 in het metropoolgebied Memphis, Verenigde Staten.	Woningen die binnen 65 dB contour liggen kunnen waardevermindering bereiken van 14 tot 18 procent.
The Effect of Freight Railroad Tracks and Train Activity on Residential Property Values	Simons & El Jaouhari (2004)	Geluidhinder door treinverkeer in de periode van 1996 tot 1999 in de agglomeratie Cleveland, Verenigde Staten.	Een waardevermindering van 5% tot 7% van woningen door de effecten van goederenspoorlijnen.
Negative Externalities of Rail Noise and Housing Values: Evidence from the Cessation of Railway Operations in Singapore	Diao, Qin, & Foo Sing (2016)	Geluidhinder door treinverkeer in de periode tussen 2005 en 2013 in Singapore.	De gemiddelde prijzen van woningen binnen een afstand van 400 meter vanaf de spoorlijn zijn met circa 13,7% gestegen door opheffing van de spoorlijn.

Tabel 2. Samenvatting studies invloed negatieve externe effecten op woningprijzen.

3. Methodologie en data

Om de invloed van negatieve externaliteiten van het spoor op de waarde van woningen in de directe omgeving in Nederlandse steden empirisch te onderzoeken wordt er gebruikt gemaakt van de HPM op basis van een *difference-in-difference* (“DID”) analyse. Een selectie van spoorondertunnelingen/-verdiepingen in Nederland worden als casus gehanteerd om onderscheid te kunnen maken in een situatie waarin tussen de voor- en nameting er een verandering aan het spoor heeft plaatsgevonden waardoor negatieve externe effecten mogelijk zijn afgenomen of verdwenen. Op de uitkomsten van de kwantitatieve analyse wordt door middel van semigestructureerde interviews gereflecteerd.

3.1. Hedonische prijsmethode

De beprijzing van negatieve en positieve externaliteiten van natuur- en/of milieukwaliteiten wordt ondervangen door de HPM. Deze waarderingsmethode is gebaseerd op de stelling van Rosen (1974) dat er een relatie is tussen de bundel van eigenschappen dat een goed heeft en de prijs van het goed. Rosen heeft de HPM beschreven aan de hand van de waardetheorie van Lancaster (1966). In deze theorie stelt Lancaster dat een goed op verschillende manieren nut genereert. Deze manieren van nut vloeien voort uit verschillende kenmerken dat het goed bezit. De generatie van de totale som van alle eigenschappen die een goed bezit vormt tezamen het nut en wordt uitgedrukt in de *total economic value* (“TEV”). Dit is een concept in de kosten-batenanalyse en gaat over de waarde die mensen ontleen aan bijvoorbeeld het hebben van spoorinfrastructuur vergeleken met het niet hebben ervan. Dit concept wordt ook gebruikt voor erfgoed of een natuurgebied (Plottu & Plottu, 2007). Uit de TEV oftewel de totale economische waarde van een goed afgeleid. Door middel van de HPM kunnen verschillende goederen in de marge met elkaar worden vergeleken. De betalingsbereidheid voor een goed met bepaalde eigenschappen wordt bepaald door het nut dat de (meest recente) consument aan deze eigenschappen koppelt. (Rosen, 1974).

De HPM veronderstelt dat een consument de keuze heeft, maar ook de informatie om een goed met of zonder een specifieke eigenschap te kopen. Er wordt gesproken over de marginale consument, dit betekent dat de meest recente consument onverschillig is over beide goederen met inachtneming van het prijsverschil tussen de goederen met of zonder de specifieke eigenschap. De uitkomst hiervan toont de waarde aan die de marginale consument over heeft voor de eigenschap(en) die bij het ene goed wel en bij het andere goed niet aanwezig is/ zijn. Daarmee kenmerkt de marginale consument zich als de meest recente consument en niet als de gemiddelde consument (Franx, 2018).

Met de hedonische prijsanalyse worden zogenaamde impliciete prijzen inzichtelijk gemaakt. Deze impliciete prijzen worden uitgedrukt in vermijdingskosten van een bepaald extern effect of externaliteit. Deze methode wordt gebruikt om de waarde van ongeprijsde effecten inzichtelijk te maken. Het gaat hierbij om de betalingsbereidheid om externaliteiten weg te nemen, bijvoorbeeld hinder van bepaalde milieueffecten. De HPM wordt gebruikt om bijvoorbeeld de invloed van geluidhinder van auto's, vliegtuigen of treinen op de prijs van woningen inzichtelijk te maken. Met deze methode worden prijzen van omliggende verschillende woningen geanalyseerd. Dit gebeurt aan de hand van kenmerken van de omgeving en de woning zelf om afzonderlijk de waarde van ieder kenmerk te schatten (Centraal Planbureau & Nederlands Economisch Instituut, 2000).

De HPM kent verschillende voordelen en beperkingen. Voor het bepalen van milieuhinder/-kwaliteit biedt de analysemethode een goede wetenschappelijke basis en de betrouwbaarheid ervan wordt over het algemeen als goed ervaren (Centraal Planbureau & Nederlands Economisch Instituut, 2000). Het belangrijkste voordeel is dat de analyse uitgaat van werkelijk keuzegedrag van mensen. Het toepassingsgebied van het model beperkt zich echter tot voornamelijk het effect van milieukwaliteiten op prijzen van woningen. Er zijn echter wel enkele beperkingen bij het gebruik van deze methode, dit zijn de beschikbaarheid en toegankelijkheid van data, marktbeperkingen en multicollineariteit beperkingen. Het belangrijkste nadeel van deze methode is dat er schattingsproblemen kunnen ontstaan, wat kan resulteren in het feit dat een specifiek eigenschap welke minder invloed heeft op het keuzegedrag niet goed is te onderscheiden van andere eigenschappen.

De HPM kan op verschillende manieren worden uitgevoerd. De eerste manier, waarschijnlijk de eenvoudigste, is door huizenprijzen in het onderzoeksgebied met de variabele voor en na de komst van een spoorondertunneling te vergelijken. Hierbij geldt het jaar van oplevering als omslagpunt, ervan uitgaande dat hierdoor negatieve externaliteiten van het spoor zijn afgenomen en daardoor waardeontwikkeling wordt behaald. Daarnaast dient er ook rekening te worden gehouden met andere positieve en negatieve externe effecten die van invloed kunnen zijn op de waardeontwikkeling. De tweede manier is om huizenprijzen tussen verschillende gebieden te vergelijken aan de hand van de HPM. Dit kan met wijken of gebieden met en zonder spoorinfrastructuur. Een andere optie is door gebieden of steden te vergelijken waar spoorinfrastructuur wel of niet is ondertunneld. Dit wordt ook wel de vergelijking tussen een referentiegebied of -stad en een controlegebied of -stad genoemd. Ook deze manier dient gecorrigeerd te worden met andere externe effecten. De derde manier is door het effect van de afstand tot de spoorinfrastructuur te analyseren. De verschillende aanpakken kunnen ook worden gecombineerd.

In dit onderzoek wordt de HPM gebruikt om de betalingsbereidheid van negatieve externaliteiten van het spoor aan de hand van woningprijzen te toetsen. De prijs van een woning A wordt gevormd door al zijn (niet-verhandelbare) eigenschappen (c_1, c_2, \dots, c_n) . Hierbij hoort de volgende notering:

$$prijs(A) = f(c_1, c_2, \dots, c_n)$$

Om de impliciete prijs te berekenen van een uniek eigenschap (bijvoorbeeld de aanwezigheid van spoor) dient de prijs van woning B bestaande uit (niet-verhandelbare) eigenschappen op één eigenschap (c_1) na identiek te zijn:

$prijs(B) = f(c_2, \dots, c_n)$, dus geldt

$$prijs(B) = prijs(A) - prijs(B)$$

Dit resulteert in het onderstaande model:

$$P = \alpha + \sum \beta_i q_i + \sum \beta_j q_j + \varepsilon$$

Waarbij:

P = huizenprijs

α = constante

$\beta_i q_j$ = omgevingsvariabele

ε = storingsterm

De nadelen van HPM zijn:

- Indien er te weinig kenmerken die van invloed zijn op de woningwaarde worden meegenomen in de analyse is de methode onbetrouwbaar;
- Het onderzoeksgebied en de woningmarkt worden beschouwd als één homogene woningmarkt;
- De dataset dient te bestaan uit een substantieel aantal waarnemingen (woningtransacties inclusief woning- en woonomgevingskenmerken).

De voordelen van HPM zijn:

- De uitkomsten van de analyse zijn gebaseerd op daadwerkelijk gerealiseerde woningtransacties;
- De uitkomsten van de analyse zijn herhaalbaar en controleerbaar.

3.2.1. Difference-in-difference analyse

De hedonische prijsmethode wordt gecombineerd met de difference-in-difference en is ontwikkeld door Schwartz et al. (2006). De DID-analyse heeft een voor- en nameting met de controlegroep, hierdoor kent het experiment een random toewijzing. Met de *ordinary least squares* ("OLS") methode kan een lineaire regressie met een DID-analyse worden uitgevoerd. Deze lineaire regressie toetst de relatie tussen een afhankelijke en meerdere onafhankelijke variabelen (Hair, et al., 2010). Om het effect van een bepaalde periode (tijdfactor) van de onafhankelijke variabelen op de afhankelijke variabele te onderzoeken wordt het verschil tussen een controlegroep en onderzoeksgroep vergeleken door middel van de DID-analyse. Voor de afhankelijke variabele wordt een logaritmische schaalverdeling gebruikt, omdat de waarnemingen sterk uiteenlopen.

De basisvergelijking in dit onderzoek naar negatieve externaliteiten van het spoor als waardebepalende factor ziet er als volgt uit:

$$\log P_{igt} = \alpha + R_i S_i * T_t + \beta_i X_{igt} + \gamma_i L_i + \gamma_j A_i + \gamma_k I_t + \varepsilon_{igt}$$

Waarbij:

$\log P_{igt}$ = transactieprijs van een woning i gelegen in de gemeente g in transactiejaar t

α = constante

$R_i S_i * T_t$ = interactievariabele R_i tussen dummyvariabele S_i van woning nabij het spoor (tot 300 meter) en dummyvariabele T_t van het transactiejaar

$\beta_i X_{igt}$ = effect β_i van woningkarakteristieken X_{igt}

$\gamma_i L_i$ = effect γ_i van postcode 4-niveau L_i

$\gamma_j A_i$ = effect γ_j van de afstand tot het station A_i

$\gamma_k I_t$ = effect γ_k van transactiejaar I_t

ε_{igt} = storingsterm van een woning i gelegen in de gemeente g in transactiejaar t

In dit onderzoek wordt gekozen om het difference-in-difference model te gebruiken, omdat:

1. Er wordt gecontroleerd voor overige variabelen welke de geïdentificeerde causale effecten kunnen beïnvloeden;
2. De transactiepreizen van woningen nabij het spoor kunnen worden gemeten in vergelijking met woningen die verder zijn gelegen van het spoor;
3. Er met deze methode meerdere coëfficiënten zijn te berekenen, op basis van gecombineerde verschillen in afstand en tijd.

3.2. Econometrisch model

Het econometrisch model in dit onderzoek heeft als doel om aan de hand van de hedonische prijsanalyse te bepalen in hoeverre, te achterhalen of de waarde van woningen in de nabijheid van het spoor als gevolg van de spoorondertunneling negatief of positief wordt beïnvloed. De veronderstelling is dat de spoorondertunneling de invloed van negatieve externaliteiten van het spoor kan wegnemen of kan laten afnemen. Aan de hand van de transactiepreizen van woningen en hun onderliggende kenmerken is het mogelijk om de waarde van deze negatieve externe effecten af te leiden.

Voor het gehanteerde model in dit onderzoek zal er aansluiting worden gezocht bij het onderzoek van Droës & Koster (2016). Deze auteurs maakten ook gebruik van de hedonische prijsmethode op basis van difference-in-difference analyse, waar het effect van de onderzoeksgroep vergeleken werd met de controlegroep. Droës & Koster (2016) hebben in hun onderzoek gekeken naar het effect van negatieve externaliteiten van windturbines op huizenpreizen.

De onderzoeksgroep zijn alle transactiepreizen van bestaande woningen binnen een straal van 300 meter vanaf het hart van de spoortunnel. Deze afstand sluit aan op de theorie, welke veronderstelt dat omwonenden binnen deze afstand (ernstig) hinder ervaren van het spoor. Droës & Koster (2016) hanteerden een straal van 2.000 meter als onderzoeksgroep. Dit is niet van toepassing op dit onderzoek, omdat hiermee andere externe effecten worden gemeten dan de negatieve effecten van het spoor. De controlegroep bestaat uit de transactiepreizen van bestaande woningen tussen 300 meter en 600 meter vanaf het hart van de spoortunnel. De reden om de controlegroep binnen deze afstand af te bakken heeft enerzijds te maken met de invloed van fysieke woonomgevingskenmerken en anderzijds met een mogelijke verandering van de impact van functionele woonomgevingskenmerken.

De onderzoeksgroep en controlegroep worden met elkaar vergeleken voor, tijdens en na de ingreep. Er wordt geen rekening gehouden met de aankondigingseffect, omdat infrastructurele projecten in Nederland een lange doorlooptijd van de plan- en besluitvorming kennen. De gehanteerde tijdsperiode in de analyses zijn:

1. Periode voor de bouw van de spoortunnel;
2. Periode tijdens de bouw van de spoortunnel;
3. Periode na de bouw van de spoortunnel.

Het te meten effect tussen de tijdsperiodes wordt gecontroleerd voor woningkarakteristieken, locatie-effecten en tijdseffecten. De locatie-effecten in dit onderzoek bestaan uit postcode-effecten, afstand tot het spoor en afstand tot het station. De tijdseffecten zijn als dummyvariabelen van het betreffende

transactiejaar meegenomen. Voor de woningkarakteristieken wordt er aansluiting gezocht bij het onderzoek van Droës & Koster (2016). In Tabel 3 zijn, in vergelijking met het onderzoek van Droës & Koster, de gehanteerde woningkarakteristieken opgenomen.

Woningkarakteristiek	Droës & Koster (2016)	Gehanteerd in onderzoek	Opmerking
Woonoppervlakte	Ja	Ja	
Aantal kamers	Ja	Ja	
Woningtype	Ja	Ja	
Garage	Ja	Ja	Meegenomen als parkeer gelegenheid
Tuin	Ja	Ja	
Onderhoudskwaliteit	Ja	Ja	Meegenomen als onderhoud binnenkant en onderhoud buitenkant
Centrale verwarming	Ja	Nee	Niet aangeleverd
Monument	Ja	Nee	Meer dan 99% van observaties is geen monument
Bouwperiode	Ja	Ja	

Tabel 3. Gehanteerde woningkarakteristieken.

3.3. Selectie casussen

Het Nederlandse spoornetwerk kent verschillende tunnels (incl. verdiept). Deze tunnels zijn bestemd voor regulier reizigersvervoer, hogesnelheidsvervoer of goederenvervoer. Het hogesnelheids- en goederenvervoer kent twee specifieke routes, te weten: Hogesnelheidslijn (HSL) en Betuweroute (BR). De tunnels op deze routes worden niet in dit onderzoek meegenomen, omdat deze lijnen nieuw zijn aangelegd. Het regulier reizigersvervoer kent 11 spoortunnels, zoals in Tabel 4 weergegeven.

Tunnel	Locatie	Gaat onder	Lengte	Bouwperiode	0-s
Almelo Verdiept	Almelo	Stad Almelo	1.000	2006-2009	Ja
Drontermeertunnel	Kampen	Drontenmeer	800	2007-2010	Nee
Hemtunnel	Zaanstad	Noordzeekanaal	1.550	1977-1982	Nee
Kap van Barendrecht	Barendrecht	Stad Barendrecht	1.500	2000-2007	Ja
Salland-Twentetunnel	Nijverdal	Dorp Nijverdal	493	2008-2013	Ja
Schipholspoortunnel	Haarlemmermeer	Vliegveld Schiphol	5.140	1973-2001	Nee
Spoortunnel Best	Best	Dorp Best	935	1998-2002	Ja
Spoortunnel Rijswijk	Rijswijk	Stad Rijswijk	550	1992-1996	Ja
Velserspoortunnel	Velsen	Noordzeekanaal	2.076	1952-1957	Nee
Willem van Oranjetunnel	Delft	Stad Delft	2.300	2009-2017	Ja
Willemsspoortunnel	Rotterdam	Stad Rotterdam	2.608	1987-1996	Ja

Tabel 4. Spoortunnels in Nederland (Wikipedia, 2021).

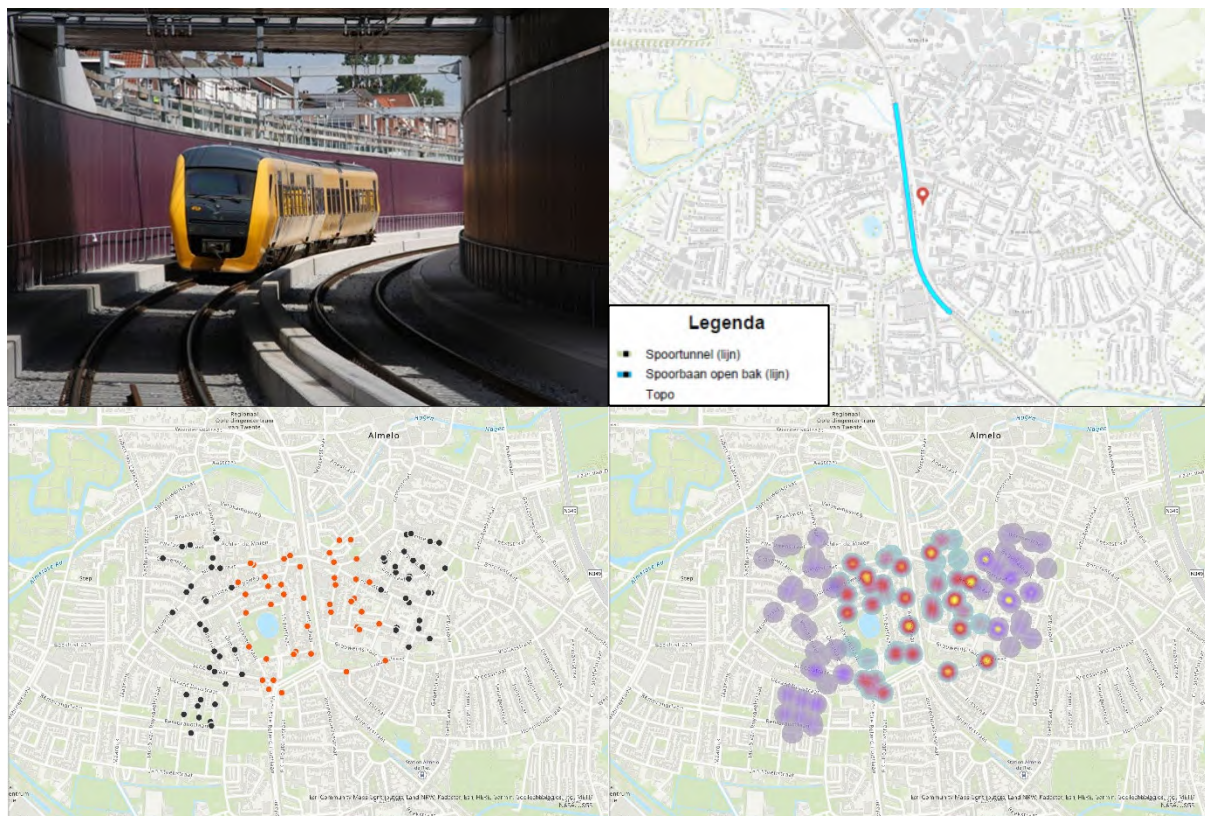
Per tunnel wordt er onderscheid gemaakt in de ligging (waar gaat de tunnel onderdoor), de lengte van de tunnelconstructie, de bouwperiode en de nul-situatie (0-s) van de spoorlijn. De ligging is van belang om te bepalen of de tunnel in bestaand stedelijk gebied is gerealiseerd. De lengte is cruciaal om te beoordelen of de onderzoeks- en controlegroep uit voldoende observaties (woningtransacties) bestaat. De bouwperiode is bepalend voor de onderzoeksperiode van de dataset. Tenslotte geeft de nul-situatie (0-s) aan of er vóór de realisatie van de tunnelconstructie een bestaande bovengrondse spoorlijn aanwezig was.

De spoortunnels die niet zijn gelegen in stedelijk gebied en alsmede geen nul-situatie hebben worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. De Willemsspoortunnel in Rotterdam valt niet binnen de onderzoeksperiode van de dataset en de Spoortunnel Rijswijk heeft geen observaties (woningtransacties) vóór de start van de bouw binnen de onderzoeksperiode. In de DID-analyse

worden de casussen Almelo Verdiept, Kap van Barendrecht, Salland-Twentetunnel, Spoortunnel Best en Willem van Oranjetunnel samengevoegd om de generaliseerbaarheid te verbeteren.

Almelo Verdiept

In de periode van februari 2006 en juli 2009 is een deel van de tweesporige spoorlijn in Almelo, genaamd onder het project 'Almelo verdiept', naar een verdiepte ligging gebracht. Het project omvat een tunnelbakconstructie van ruim 1.000 meter lengte. De voornaamste reden van deze ingreep was om de barrièrewerking van de spoorlijn tussen Deventer en Enschede, welke dwars door het stadscentrum van Almelo loopt, op te heffen. Andere redenen waren om de geluidsoverlast te minimaliseren, kwaliteit van het stadscentrum te verbeteren en om onveilige gelijkvloerse kruisingen van de spoorlijn op te lossen. Figuur 6 geeft de ligging van het verdiepte spoor aan en geeft een illustratie van de tunnelbak. Daarnaast bevat Figuur 6 een kaart met woningtransacties op postcode 6-niveau van de onderzoeksgroep (oranje) en de controlegroep (zwart) alsmede een hittekaart van alle transacties om onderscheid te kunnen maken in aantallen.

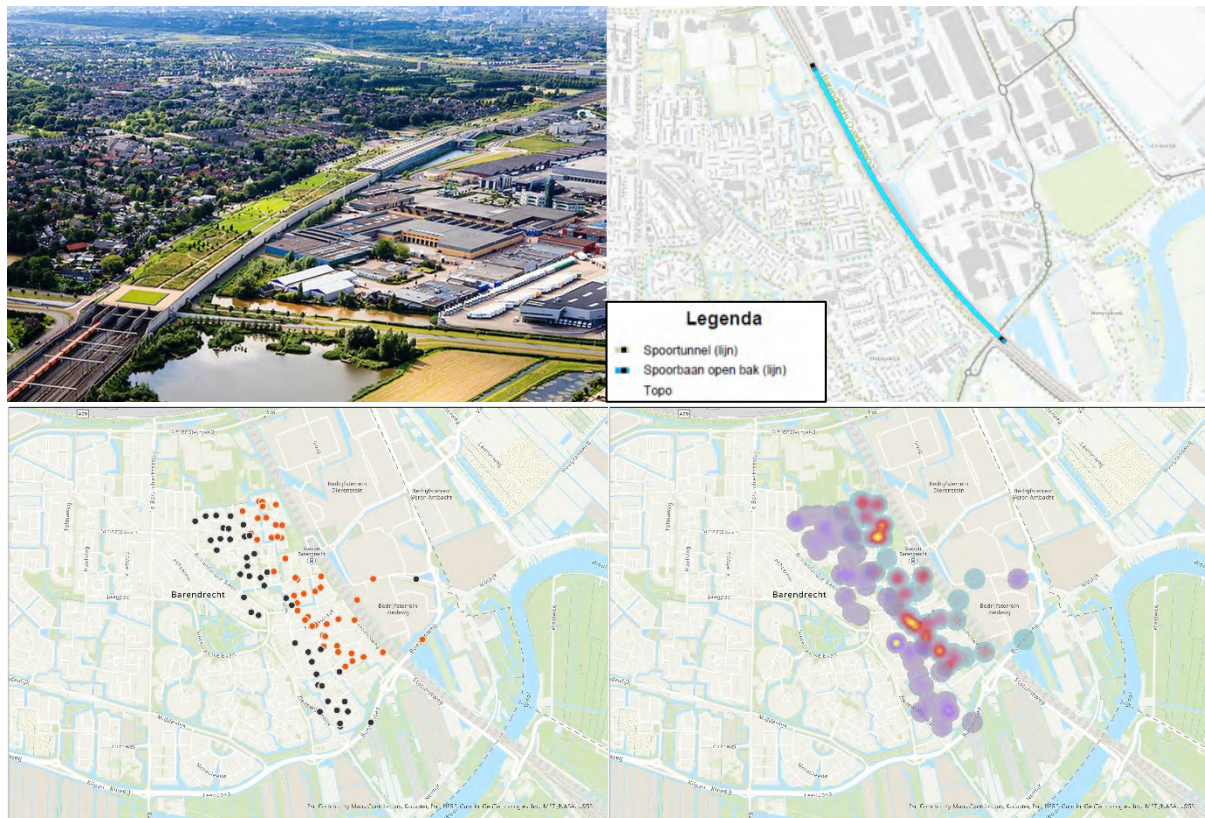


Figuur 6. Linksboven naar rechtsonder: foto tunnelbak Almelo Verdiept (ProRail, z.d.), kaart met Almelo Verdiept, kaart en hittekaart van alle transacties in Almelo.

Kap van Barendrecht

De 'Kap van Barendrecht' is een bovengrondse spoortunnel van circa 1.500 meter lang en is gebouwd tussen begin 2000 en eind 2007. Onder de overkapping liggen negen sporen, bestaande uit twee sporen voor de hogesnelheidstrein, drie sporen voor goederentreinen en vier sporen voor reizigerstreinen. Op het dak van de overkapping zijn een park en een parkeerterrein gerealiseerd. Het station van Barendrecht maakt ook onderdeel uit van het geheel. De belangrijkste reden om deze spoorlijn te overkappen is om de overlast (voornamelijk geluid) door de komst van de

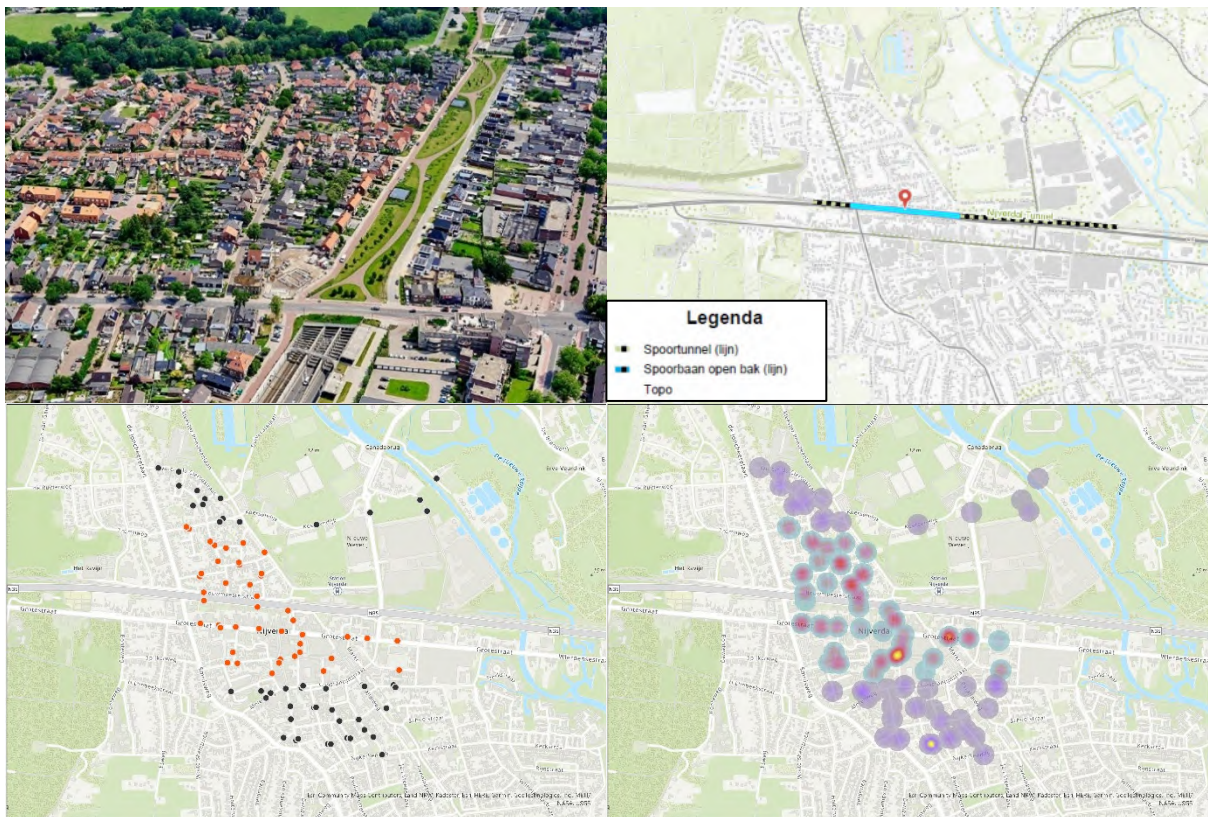
Hogesnelheidslijn, Betuweroute en de uitbreiding van de bestaande sporen te beperken. In Figuur 7 is een luchtfoto van de constructie met het dakpark, station en parkeergelegenheid te zien en het toont tevens waar de overkapping is gesitueerd ten opzichte van het stedelijk gebied van Barendrecht. De andere kaarten illustreren de onderzochte transacties in de onderzoeks- en controlegroep en de aantallen door middel van hitte.



Figuur 7. Linksboven naar rechtsonder: luchtfoto spoorzone Barendrecht (Swart, 2012), kaart met Kap van Barendrecht, kaart en hittekaart van alle transacties in Barendrecht.

Salland-Twentetunnel

De gecombineerde auto- en spoortunnel in het centrum van Nijverdal wordt de Salland-Twentetunnel genoemd. De tunnel bestaat uit twee sporen en twee rijstroken. Het spoorweggedeelte van de combinatietunnel heeft een gesloten lengte van bijna 500 meter en is gerealiseerd tussen begin 2008 en april 2013. Destijds liepen de N35 en het spoor dwars door het dorp Nijverdal wat veel overlast met zich meebracht. Met de combitunnel is de bereikbaarheid van het stationsgebied toegenomen, is de verkeerssituatie veiliger geworden en de doorstroming van het autoverkeer verbeterd. Daarnaast is er minder geluid- en stankoverlast van trein- en autoverkeer. Figuur 8 illustreert de ligging van de combitunnel en is een verbeelding van het dakpark dat beide dorpschelften met elkaar verbindt. De onderste afbeeldingen in Figuur 8 geven een beeld van de onderzochte transacties in de onderzoeks- en controlegroep en de aantallen in deze groepen door middel van een hittekaart.

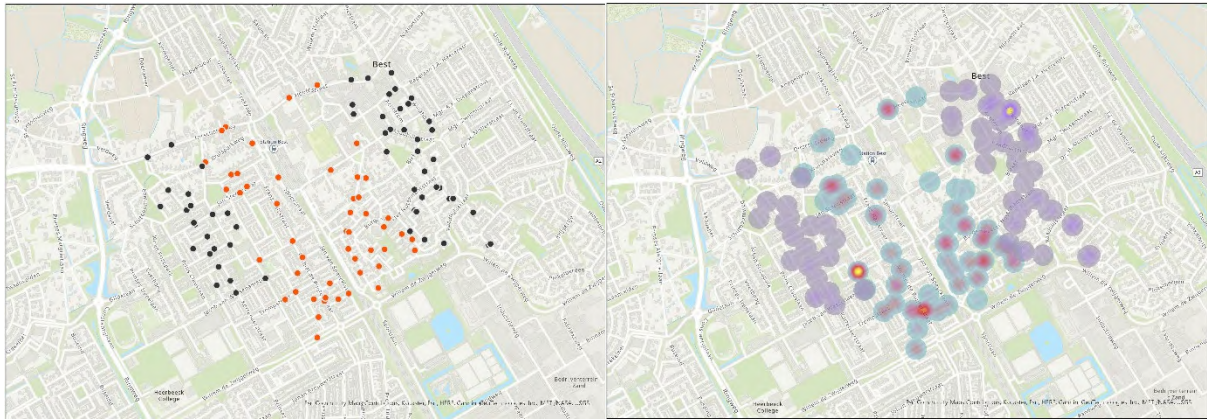


Figuur 8. Linksboven naar rechtsonder: luchtfoto spoorzone Nijverdal (Swart, 2020), kaart met Salland-Twentetunnel, kaart en hittekaart van alle transacties in Nijverdal.

Spoortunnel Best

Tussen april 1998 en september 2002 is de Spoortunnel Best inclusief het ondergrondse station gerealiseerd. De tunnelconstructie heeft een gesloten lengte van 935 meter en doorkruist het dorp van Best. De belangrijkste aanleidingen voor deze spoortunnel waren het uitbreiden naar 4 sporen en het voorkomen van gelijkvloerse kruisingen over het spoor. Daarnaast heeft de ondertunneling ervoor gezorgd dat Best weer een geheel is geworden. Op de kaart in Figuur 9 is te zien waar de spoortunnel is gelegen en de foto illustreert de gesloten tunnelconstructie en het perron van station Best. De andere kaarten geven de woningtransacties in de onderzoeks- en controlegroep en de aantallen door middel van hitte weer.



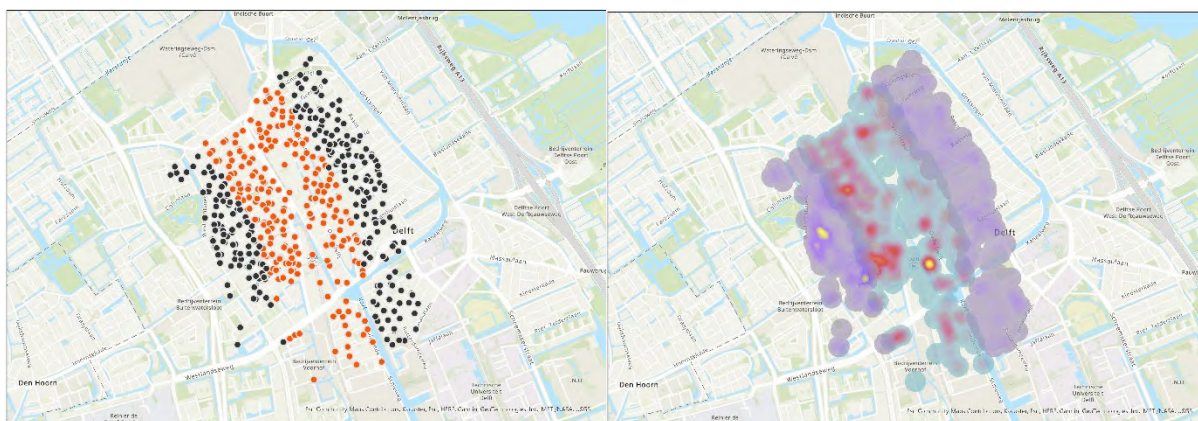


Figuur 9. Linksboven naar rechtsonder: foto spoortunnel Best (TreinspotterLelystad, 2018), kaart met spoortunnel Best, kaart en hittekaart van alle transacties in Best.

Willem van Oranjetunnel

De Willem van Oranjetunnel is ontwikkeld ter vervanging van het spoorviaduct in Delft en omvat tevens het nieuwe ondergrondse station in het stadscentrum van Delft. De tunnel is in de periode van juli 2009 en eind 2017 gefaseerd gebouwd en heeft een gesloten lengte van 2.300 meter met in totaal plek voor vier sporen, waarvan er op dit moment twee in gebruik zijn. Naast de ondergrondse tunnelbakconstructie is er ook een ondergronds station gerealiseerd en beide maken integraal onderdeel uit van de stedelijke ontwikkeling in de Spoorzone van Delft. De keuze voor een spoorverdubbeling naar vier sporen was doorslaggevend om de tunnel te realiseren, omdat het intensieve gebruik van het spoor leidt tot hoge geluidsoverlast. Figuur 10 geeft de ligging van de tunnel aan en omvat tevens een luchtfoto van de Spoorzone van Delft waar het spoor volledig is ondertunneld. Figuur 10 toont ook de locaties met alle woningtransacties en de aantallen op postcode 6-niveau door middel van een hittekaart.





Figuur 10. Linksboven naar rechtsonder: luchtfoto spoorzone Delft (Spoorzone Delft, 2018), kaart met Willem van Oranjetunnel, kaart en hittekaart van alle transacties in Delft.

Voor iedere locatie is in bijlage 2 een geluidkaart opgenomen. Aan de hand van deze kaarten is waar te nemen dat de geluidsc contouren langs de spoortunnel geheel of gedeeltelijk zijn afgenomen. Een voorbijkomende trein kan pieken van 80 tot wel 90 decibel veroorzaken. Het gemiddelde geluidsniveau langs het spoor is tussen de 60 en 70 dB. Ter vergelijking is het gemiddelde geluidsniveau in een rustige straat is circa 50 dB (ProRail, 2017).

Trillingen die door treinen worden veroorzaakt zijn wettelijk niet vastgelegd en derhalve ook niet per locatie vastgelegd in het register. Desalniettemin ervaren bewoners die binnen een afstand van 300 meter van het spoor wonen overlast. Goederenvervoer per spoor heeft een groot aandeel in het veroorzaken van trillingen voor de omgeving. De goederentreinen in Nederland maken vooral gebruik van de aanwezige hoofdroutes.

In de regeling van de Wet Basisnet staat vastgelegd waar goederentreinen met gevaarlijke stoffen mogen rijden. Tabel 5 geeft een overzicht per locatie of Basisnet van toepassing is. Binnen de Basisnet kan er een plasbrandaandachtsgebied aanwezig zijn. Plasbrandgevaar kan ontstaat als er in een korte tijd een groot deel van een brandbare vloeistof uit de tank ontsnapt en ontvlamt. Tenslotte zijn de gemiddelde afstanden van het plaatsgebonden risico en van de groepsrisico contouren opgenomen.

Tunnel	Basisnet	PAG	PR 10 ⁻⁶	GR 10 ⁻⁷	GR 10 ⁻⁸
Almelo Verdiept	Ja	Nee	0 m ¹	10 m ¹	47 m ¹
Kap van Barendrecht	Ja	Ja	30 m ¹	339 m ¹	1472 m ¹
Salland-Twentetunnel	Nee	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Spoortunnel Best	Ja	Ja	1 m ¹	17 m ¹	150 m ¹
Willem van Oranjetunnel	Nee	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 5. Externe veiligheid (wet Basisnet)

3.3.1. Data

In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van data, welke verstrekt is door Nederlandse Coöperatieve Vereniging van Makelaars en Taxateurs in onroerende goederen (NVM). De NVM is een ledenorganisatie met meer dan 4400 aangesloten taxateurs en makelaars. De NVM registreert, via hun leden, gegevens met betrekking tot alle woningverkoop. Dit geeft een beeld van circa 75% van de totale markt (NVM, z.d.). Dit kan worden gezien als representatief. De dataset omvat alle

transactieprijsen van 1990 tot en met 2020 in de gemeenten Almelo, Barendrecht, Best, Delft, Hellendoorn.

De dataset is opgebouwd aan de hand van unieke id, postcode-6 niveau, x- en de y-coördinaat en transactiedatum per transactie (observatie). Naast de hiervoor genoemde kenmerken is de dataset aangevuld met woningkarakteristieken, zoals woonoppervlakte, woningtype, aantal kamers, tuin, parkeerplaats, onderhoudsstaat, etc. Om een hedonische prijsanalyse op basis van een difference-in-difference methode te kunnen uitvoeren is de dataset verrijkt met afstandsvariabelen. Door middel van geografisch informatie systeem ArcGIS zijn alle unieke transacties geïmporteerd, het Nederlandse spoorinfrastructuurnetwerk als “polygon” toegevoegd en alle relevante stations zijn als “points” ingeladen. De afstandsvariabelen tussen een unieke transactie en het spoor of het station zijn gecreëerd op basis van de kortste verbindingsweg (hemelsbreed) ingemeten. In Tabel 6 zijn alle gehanteerde variabelen omschreven.

Variabelen	Omschrijving
<i>Afhankelijke variabele</i>	
Transactieprijs	Prijs (kosten koper) in €
Transactieprijs per m2	Prijs per m2 in €
<i>Belangrijkste onafhankelijke variabelen</i>	
Voor start bouw per gemeente en totaal	Dummy transactie in periode voor start bouw
Tijdens bouw per gemeente en totaal	Dummy transactie in periode tijdens bouw
Na einde bouw per gemeente en totaal	Dummy transactie in periode na einde bouw
<i>Woningkarakteristiekenvariabelen</i>	
Gebruiksoppervlakte	Oppervlakte in m2
Kamers	Aantal kamers
Type woning	Dummy appartement Dummy rijtjeswoning Dummy schakelwoning Dummy hoekwoning Dummy twee-onder-een-kap-woning Dummy vrijstaande woning
Bouwperiode	Dummy bouwperiode 1500 – 1905 Dummy bouwperiode 1905 – 1930 Dummy bouwperiode 1931 – 1944 Dummy bouwperiode 1945 – 1959 Dummy bouwperiode 1960 – 1970 Dummy bouwperiode 1971 – 1980 Dummy bouwperiode 1991 – 2000 Dummy bouwperiode vanaf 2001
Parkeerplaats	Dummy eigen parkeerplaats
Tuin	Dummy eigen tuin
Onderhoud buiten	Dummy onderhoud buiten goed
Onderhoud binnen	Dummy onderhoud binnen goed
<i>Afstands- en locatie-effecten</i>	
Afstand tot het spoor	Afstand in m1 tussen transactie en spoor
Afstand tot het station	Afstand in m1 tussen transactie en station
Postcode-4 niveau	Postcodenummers
<i>Tijdseffecten</i>	
Transactiejaar	Dummy per transactiejaar (1990 t/m 2020)

Tabel 6. Omschrijving van alle gehanteerde variabelen.

3.3.2. Beschrijvende statistiek

De dataset van NVM omvat alle geregistreerde transactiepreizen van 1990 tot en met 2020 in de gemeenten Almelo, Barendrecht, Best, Delft en Hellendoorn. In totaal zijn er 56.554 observaties verdeeld over de hiervoor genoemde gemeenten. Van het totaal aantal observaties worden er 5.083 observaties uitgesloten. Zie Tabel 7 voor het overzicht van de uitsluitingen. De dataset omvat na uitsluitingen 51.471 observaties waarmee HPM op basis van een DID-methode wordt uitgevoerd.

Criteria	Aantal uitgesloten observaties
Geen bouwperiode en -jaar	3.729
Geen gebruiksoppervlakte (<25 m ² of 999 m ²)	972
Geen woningtype	54
Geen kamers	84
Geen kosten koper (verkoopconditie)	177
Geen afstand tot spoor of station (ontbreken coördinaten)	67
Uitbijters/outliers	0*
Totaal	5.083

Tabel 7. *Na uitsluitingen van data geen uitbijters/ outliers met ware afwijkingen (die regressieanalyse beïnvloeden) in dataset geïdentificeerd.

Na correcties van de uitsluitingen van de dataset laat Tabel 8 de gemiddelde transactieprijs per gemeente zien. De gemiddelde prijs varieert tussen de € 163.572,- en € 250.755,-. Om de onderzoeksen controlegroep te creëren worden alle gemeentes samengevoegd.

Prijs per gemeente	Observaties	Gemiddelde	Std. Dev.	Min	Max
Prijs (€) Almelo	13.325	163.572	100.407	15.882	2.042.011
Prijs (€) Barendrecht	7.347	250.755	132.771	39.933	2.100.000
Prijs (€) Best	6.071	243.757	139.204	38.571	3.050.000
Prijs (€) Delft	17.846	230.272	137.820	28.361	2.200.000
Prijs (€) Nijverdal	6.882	209.292	112.477	31.765	1.340.000
Prijs m ² (€) Almelo	13.325	1.304	509	128	7.826
Prijs m ² (€) Barendrecht	7.347	1.886	690	381	7.727
Prijs m ² (€) Best	6.071	1.825	686	85	7.708
Prijs m ² (€) Delft	17.846	2.200	733	44	7.374
Prijs m ² (€) Nijverdal	6.882	1.614	658	182	5.699

Tabel 8. Gemiddelde transactieprijs per gemeente

Na het samenvoegen van alle gemeentes toont Tabel 9 de beschrijvende statistiek van de dataset. Deze gegevens zullen worden gebruikt voor de statistische analyses die in hoofdstuk 4 zijn omschreven. De gemiddelde transactieprijs van de dataset is € 214.714,- en een gemiddelde woonoppervlakte van 120 m². De gemiddelde transactieprijs per m² komt daarmee uit op € 1.801,-. De woningen die worden meegenomen in de analyse liggen in deze gemeentes gemiddeld op 1.015 meter afstand van het spoor en op gemiddeld 1.440 meter afstand van het dichtstbijzijnde station.

Variabele	Gemiddelde	Std. Dev.	Min	Max
Prijs (€)	214.714	129.374	15.882	3.050.000
Prijs per m2 (€)	1.801	748	44	7.826
Onderzoeksgroep voor start bouw	0,237			
Onderzoeksgroep tijdens bouw	0,126			
Onderzoeksgroep na eind bouw	0,133			
Woonoppervlakte	120,043	45,328	25	1.000
Aantal kamers	4,500	1,373	1	29
Appartement	0,258			
Tussenwoning	0,322			
Schakelwoning	0,020			
Hoekwoning	0,136			
Tweeondereenkapwoning	0,160			
Vrijstaande woning	0,103			
Eigen parkeergelegenheid	0,371			
Tuin	0,543			
Onderhoud binnenkant - goed	0,893			
Onderhoud buitenkant - goed	0,919			
bouwperiode 1500-1905	0,061			
bouwperiode 1905-1930	0,104			
bouwperiode 1931-1944	0,067			
bouwperiode 1945-1959	0,062			
bouwperiode 1960-1970	0,169			
bouwperiode 1971-1980	0,160			
bouwperiode 1981-1990	0,146			
bouwperiode 1991-2000	0,159			
bouwperiode 2001	0,074			
Afstand tot spoor	1015,372	762,042	3,907	7.762,407
Afstand tot station	1440,532	919,077	27,133	8081,480
Postcode 4-niveau	4970	2271	2611	7688
Transactiejaar	2008	8	1990	2020
Aantal observaties			51.471	

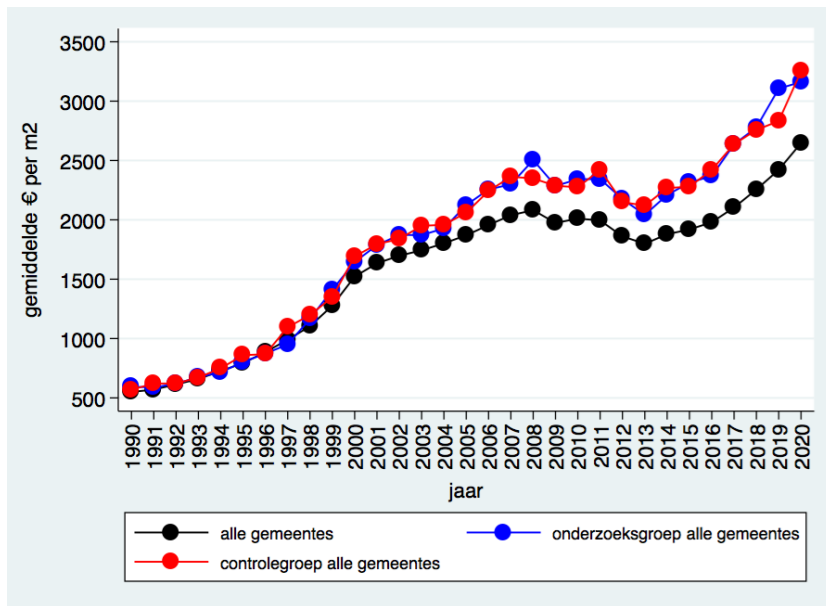
Tabel 9. Beschrijvende statistiek

Tabel 10 geeft een overzicht van de variabelen uitgesplitst in de onderzoeksgroep van alle woningen die binnen 300 meter van het spoor liggen en de controlegroep van alle woningen die tussen 300 en 600 meter van het spoor liggen. Er valt op te merken dat de onderzoeksgroep uit 4.787 observaties en de controlegroep uit 4.866 observaties bestaat. In bijlage 3 is een tabel opgenomen waarin het aantal observaties van de onderzoeks- en controlegroep per gemeente staat. De gemiddelde woningprijs van de onderzoeksgroep van alle gemeentes tezamen is € 233.096,- en de gemiddelde woonoppervlakte is 114 m². De gemiddelde vierkante meter prijs beslaat € 2.075,-. De gemiddelde prijs per vierkante meter van de controlegroep is € 2.102,-. Dit is op basis van een gemiddelde transactieprijs van € 227.237,- en een gemiddelde woninggrootte van 110 m². De woningen van de onderzoeksgroep liggen gemiddeld op 175 meter afstand van het spoor en gemiddeld 525 meter van het station. Voor de controlegroep geldt respectievelijk 449 meter en 669 meter.

Variabele	Onderzoeksgroep binnen 300 meter van het spoor				Controlegroep tussen 300 en 600 meter van het spoor			
	Gemiddelde	Std. Dev.	Min	Max	Gemiddelde	Std. Dev.	Min	Max
Prijs (€)	233.096	158.010	15.882	2.200.000	227.237	143.568	17.924	2.100.000
Prijs per m2 (€)	2.075	873	128	7.374	2.102	878	105	6.250
Voor start bouw	0,478				0			
Tijdens bouw	0,254				0			
Na eind bouw	0,268				0			
Woonoppervlakte	114,304	53,963	29,000	900,000	110,300	52,388	27,000	1000,000
Aantal kamers	4,262	1,566	1,000	24,000	4,203	1,529	1,000	29,000
Appartement	0,327				0,394			
Tussenwoning	0,387				0,338			
Schakelwoning	0,010				0,004			
Hoekwoning	0,132				0,113			
Tweeondereenkapwoning	0,094				0,095			
Vrijstaande woning	0,051				0,056			
Eigen parkeergelegenheid	0,262				0,256			
Tuin	0,500				0,453			
Onderhoud binnenkant - goed	0,865				0,858			
Onderhoud buitenkant - goed	0,882				0,876			
bouwperiode 1500-1905	0,262				0,148			
bouwperiode 1905-1930	0,176				0,223			
bouwperiode 1931-1944	0,118				0,169			
bouwperiode 1945-1959	0,041				0,065			
bouwperiode 1960-1970	0,076				0,131			
bouwperiode 1971-1980	0,072				0,104			
bouwperiode 1981-1990	0,116				0,056			
bouwperiode 1991-2000	0,096				0,060			
bouwperiode 2001	0,044				0,044			
Afstand tot spoor	174,670	78,637	3,907	299,879	449,009	88,997	300,037	599,864
Afstand tot station	524,936	270,660	27,133	1.322,065	668,554	212,542	269,912	1.364,609
Postcode 4-niveau	3856	1925	2611	7607	3940	1953	2611	7607
Transactiejaar	2008	8	1990	2020	2008	8	1990	2020
Aantal observaties		4787				4866		

Tabel 10. Beschrijvende statistiek uitgesplitst in onderzoeks- en controlegroep.

Figuur 11 geeft de ontwikkeling van de gemiddelde transactieprijs per woning van alle gemeentes, de onderzoeksgroep en controlegroep weer. Op te merken valt dat de gemiddelde transactieprijs van de onderzoeks- en controlegroep tussen 1990 en 2020 hoger ligt dan de gemiddelde transactieprijs van alle gemeentes tezamen. Het verloop van de ontwikkeling van de gemiddelde transactieprijs van de onderzoeksgroep en onderzoeksgroep ontlopen elkaar nauwelijks.



Figuur 11. Ontwikkeling gemiddelde transactieprijs per woning per m².

3.3.3. Voorwaarden regressieanalyse

De regressieanalyse dient aan de assumpties te voldoen om op correcte wijze te kunnen generaliseren. De voorwaarden zijn de controle op normaliteit, lineariteit en homocedasticiteit. Daarnaast zullen de variabelen worden getoetst op multicollineariteit en wordt de dataset beoordeeld op extreme waarden.

De controle op normaliteit is van toepassing op de ratiovariabelen transactieprijs, woonoppervlakte, aantal kamers, de afstand tot het spoor en de afstand tot het station. Door middel van de histogrammen en normaliteitplots (*normal probability plots*) wordt dit inzichtelijk gemaakt. In bijlage 4 is op te merken dat er een vergelijking is gemaakt tussen de variabelen en de getransformeerde variabelen naar een natuurlijk logaritme. Op te merken valt dat de normaliteit van de getransformeerde ratiovariabelen transactieprijs, woonoppervlakte en afstand tot het spoor en het station verbeterd. Het logaritme van de transactieprijs in de regressieanalyse wordt echter alleen gebruikt, omdat het logaritme van woonoppervlakte, de afstand tot het spoor en de afstand tot het station op basis van de toets op multicollineariteit in hoge mate correleren met de afhankelijke variabele.

De controle op lineariteit en homocedasticiteit is inzichtelijk gemaakt door middel van een spreidingsdiagram, welke is opgenomen in bijlage 5. Er wordt voldaan aan de toets op lineariteit en homocedasticiteit, omdat de observaties voldoende willekeurig en evenwichtig rondom de nullijn liggen.

Door middel van *Variance Inflation Factor test* (VIF-test) zijn de onafhankelijke variabelen getoetst op multicollineariteit. Op basis van de regressievergelijking welke gecontroleerd is voor woningkarakteristieken, locatie-effecten en tijdseffecten inclusief de toepassing van getransformeerde variabelen (logaritme) woonoppervlakte en afstand tot het station kan in bijlage 6 worden waargenomen dat enkele onafhankelijke variabelen sterk correleren met de afhankelijke variabele. Door het niet toepassen van de getransformeerde variabele woonoppervlakte en het niet

controleren op aantal kamers, onderhoud aan de binnenkant, afstand tot het spoor en afstand tot het station (logaritme) worden de VIF-waardes in het model verbeterd. Er kan in het algemeen gesteld worden dat bij een VIF-waarde vanaf 10 er sprake is van ernstige multicollineariteit. In het verbeterd model is waar te nemen dat alle variabelen een VIF-waarde hebben onder de 10.

In paragraaf 3.3.2. is een tabel opgenomen van uitsluitingen van data. Na uitsluitingen binnen de dataset zijn er geen uitbijters/ outliers met ware afwijkingen waar te nemen. In bijlage 7 is een spreidingsdiagram opgenomen van de afhankelijke getransformeerde variabele transactieprijs afgezet tegen de getransformeerde variabele (logaritme) woonoppervlakte en tegen de variabele aantal kamers. Aan de hand van de spreidingsdiagrammen is waar te nemen dat er een aantal transacties buiten de puntenwolk liggen. Na bestudering van de individuele transacties in de dataset blijken dit echter geen uitbijters/ outliers te zijn. Eveneens laat de boxplot zien dat de data normaal is verdeeld.

3.4. Semigestructureerde interviews

Op de uitkomsten, van de analyse over de invloed van ondertunneling van het spoor op de waarde van woningen in de directe omgeving in Nederlandse steden, wordt op basis van de hedonische difference-in-difference gereflecteerd door middel van semigestructureerde interviews. Met deze kwalitatieve methode wordt er getracht inzicht te verschaffen of de kwantitatieve resultaten kunnen worden toegepast op de (gebieds)ontwikkelingen van NS.

Het doel van het gestructureerde interview is om gedurende drie kwartier tot één uur de kenmerken van de probleemstelling en de achterliggende gedachten van de uitkomsten van de statistische analyse te achterhalen. De respondenten zullen reflecteren op de resultaten van de hedonische difference-in-difference analyses en zij zullen bevraagd worden over de toepasbaarheid van de resultaten ten behoeve van ontwikkelingen rondom het spoor. In bijlage 8 zijn de resultaten van dit onderzoek verwerkt in een lijst met gesprekspunten en -vragen.

Om antwoord te krijgen op de vraag in hoeverre deze inzicht kunnen worden toegepast op de ontwikkelingen van NS zijn de volgende respondenten geïnterviewd:

- Erik Meijer, planontwikkelaar bij NS Stations – vanuit zijn rol houdt hij zich bezig met stationsontwikkeling/-vernieuwing en is hij verantwoordelijk voor het project spooroverbouw Amsterdam Sloterdijk;
- Rogier de Lint, manager Verkoop & Transformatie bij NS Stations – in zijn rol verantwoordelijk voor alle aan- en verkopen van onroerend goed binnen NS en hij is binnen de afdeling verantwoordelijk voor alle gebiedsontwikkelingen van NS;
- Sebastiaan de Wilde, directeur Vastgoed bij NS Stations – eindverantwoordelijk voor alle vastgoedafdelingen binnen NS Stations en hij is in 2006 gepromoveerd op het onderwerp ‘Rail estate, multiple use of space and railway infrastructure’.

Voor de kwalitatieve reflectie is gekozen voor respondenten die binnen NS werkzaam zijn, omdat enerzijds de uitkomsten relevant kunnen zijn voor de vastgoedafdelingen binnen NS Stations en anderzijds hebben zij ruime ervaring opgedaan met bouwen rondom het spoor.

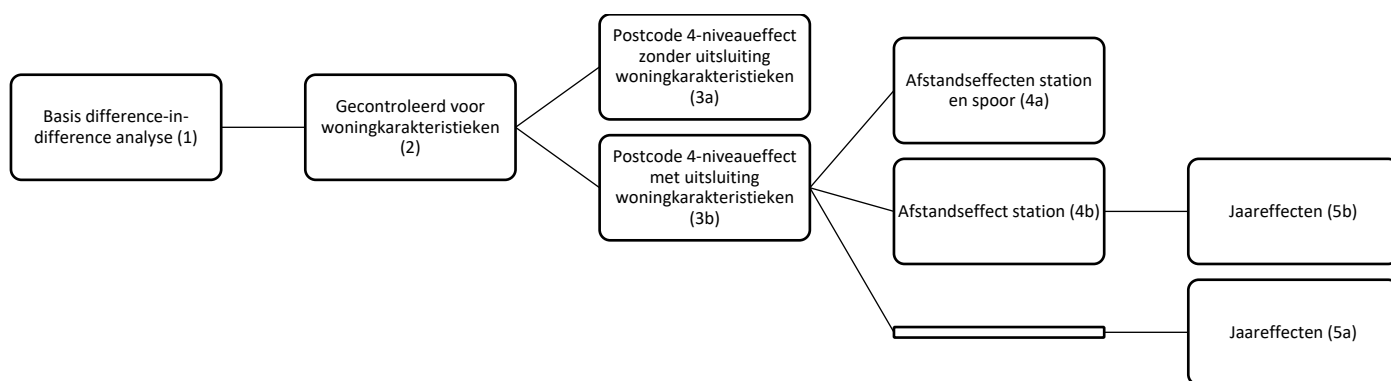
De respondenten zullen reflecteren op de onderzoeksresultaten. Deze kwalitatieve reflectie draagt bij aan de validiteit van de resultaten van de analyse en stelt de respondenten in staat om commentaar te geven op de gehanteerde onderzoeksmethode, uitgangspunten en resultaten. Hierbij zullen alle regressie- en gevoeligheidsanalyses worden besproken en worden de voorkeursmodellen met elkaar vergeleken. Aan de hand van (verdiepende) vragen wordt de toepasbaarheid van de resultaten ten behoeve van ontwikkelingen rondom het spoor voor NS besproken. Hierbij gaat het om de relevantie van de resultaten voor NS. Daarnaast wordt er verder ingegaan op de vraag of de resultaten aanleiding geven tot een andere aanpak van ontwikkelingen rondom het spoor. De semigestructureerde interviews worden door middel van Microsoft Teams opgenomen. De resultaten van de interviews worden kernachtig samengevat in paragraaf 4.3.

4. Resultaten van de analyses

De omschreven methodologische aanpak met de bijhorende basisvergelijking en de selectie van de casussen in hoofdstuk 3 bieden de basis voor de regressieanalyses. Eveneens hebben de toets op de voorwaarden van de regressieanalyse geleid tot een voorkeursmodel welk gebruikt kan worden in dit onderzoek. Tenslotte is er aan de hand van een gevoeligheidsanalyse gekeken of er andere resultaten op te merken zijn door het voorkeursmodel te controleren voor postcode 6-niveau effecten of door de controlegroep te wijzigen. Daarna worden de resultaten kwalitatief gereflecteerd door middel van semigestructureerde interviews om de relevantie voor ontwikkelingen van NS inzichtelijk te maken.

4.1. Resultaten regressieanalyses

Figuur 12 illustreert een stroomdiagram van de regressieanalyses die zijn uitgevoerd. Aan de hand van de resultaten, het significantieniveau en de multicollineariteit zijn er 8 analyses gemaakt waardoor op verschillende effecten wordt gecontroleerd.



Figuur 12. Stroomdiagram regressieanalyses

In Tabel 11 is de samenvatting van de resultaten van de regressieanalyses opgenomen. Voor alle coëfficiënten van de controlevariabelen wordt verwezen naar bijlage 9. De gehanteerde afhankelijke variabele is de getransformeerde variabele (logaritme) transactieprijs per vierkante meter.

	(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4a)	(4b)	(5a)	(5b)
	Basis DID	Woning karakteristieken	Postcode 4-niveaueffect	Postcode 4-niveaueffect	Afstands effecten	Afstands effecten	Jaar effecten	Jaar effecten
Voor start bouw	-0.222*** (0.0129)	-0.231*** (0.00992)	-0.207*** (0.00804)	-0.208*** (0.00808)	-0.193*** (0.0127)	-0.202*** (0.00825)	-0.0135** (0.00575)	-0.00757 (0.00585)
Tijdens bouw	0.165*** (0.0114)	0.0485*** (0.0101)	0.0312*** (0.00985)	0.0309*** (0.00990)	0.0452*** (0.0138)	0.0373*** (0.0101)	0.0196*** (0.00672)	0.0257*** (0.00680)
Na eind bouw	0.174*** (0.0136)	0.131*** (0.0126)	0.249*** (0.00994)	0.250*** (0.00997)	0.264*** (0.0140)	0.256*** (0.0101)	-0.0120* (0.00710)	-0.00607 (0.00718)
Woningkarakteristieken	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Uitsluiting aantal kamers & onderhoud binnenkant	Nee	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Postcode 4-niveau	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Afstand tot spoor	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee
Afstand tot station	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Ja	Nee	Ja
Transactie jaren	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Ja
Aantal observaties	9.653	9.653	9.653	9.653	9.653	9.653	9.653	9.653
Verklaringskracht (R ²)	8,10%	42,10%	63,60%	63,30%	63,30%	63,30%	84,80%	84,90%
Verklaringskracht (adj R ²)	nvt	nvt	63,50%	63,20%	63,20%	63,20%	84,70%	84,80%

Noot: de robuuste standaard errors zijn aangegeven met parenthesen *** p<1%, ** p<5%, * p<10%

Tabel 11. Regressieanalyses

De basis difference-in-difference analyse, zonder controle voor woningkarakteristiekeneffecten, postcode 4-niveaueffecten, afstandseffecten en jaareffecten, in kolom 1 is aan de hand van de volgende formule uitgevoerd:

$$\log P_{igt} = \alpha + R_i S_i * T_t + \epsilon_{igt} \quad (1)$$

De vergelijking is opgebouwd uit $\log P_{igt}$ de transactieprijs per m² van een woning i gelegen in de gemeente g in transactiejaar t . Waarbij α de constante is en het interactie-effect tussen dummyvariabele S_i van een woning nabij het spoortunnel (tot 300 meter) en dummyvariabele T_t van het transactiejaar in de gedefinieerde periodes wordt gemeten door de interactievariabele R_i . De niet geobserveerde woningkarakteristieken en effecten zijn vertaald in de storingsterm van een woning i gelegen in de gemeente g in transactiejaar t . Het interactie-effect geeft de gemiddelde daling of stijging van alle transactiepreizen tezamen per periode van de onderzoeksgroep ten opzichte van de controlegroep weer.

Uit kolom 1 kan worden opgemaakt dat de woningtransactiepreizen in de onderzoeksgroep (woningen binnen een straal van 300 meter van het spoor) 22,2% lager zijn dan de woningtransactiepreizen in de controlegroep (woningen tussen de 300 en 600 meter van het spoor) in de periode vóór de bouw van de voorgenomen spoortunnel (ingreep). In de periode tijdens de bouw van de spoortunnel zijn de woningen in de onderzoeksgroep 16,5% hoger gewaardeerd dan de woningen in de controlegroep. In de periode na de bouw valt deze hogere waardering uit op 17,4%. Deze basis DID-analyse kent echter een beperkte verklaringskracht (R²) van 8,1%.

Kolom 2 toont de regressieanalyse waarmee gecontroleerd wordt op woningkarakteristieken, overeenkomstig met de gehanteerde controlevariabelen in paragraaf 3.3. De formule wordt uitgebreid met de volgende term:

$$\log P_{igt} = \alpha + R_i S_i * T_t + \beta_i X_{igt} + \epsilon_{igt} \quad (2)$$

Hierbij meet β_i het effect van alle gehanteerde woningkarakteristieken X_{igt} . Opvallend is dat de verklaringskracht (R^2) stijgt naar 42,1% door de toevoeging van de woningkarakteristieken en dat coëfficiënt van de periode tijdens bouw sterk afwijkt (positief effect van 4,85%) van het resultaat van de basis DID.

De kolommen 3a en 3b tonen de DID-analyses waar er gecontroleerd wordt voor woningkarakteristieken alsmede postcode 4-niveaueffecten. Het verschil tussen 3a en 3b is dat controlevariabelen (van woningkarakteristieken) ‘aantal kamers’ en ‘onderhoud binnenkant’ worden uitgesloten, omdat deze een hoge mate van correlatie kennen met de afhankelijke variabele. Na verwijdering van deze variabelen blijkt uit de VIF-test dat er geen sprake is van ernstige multicollineariteit. De toevoeging van de absorptie van postcode 4-niveau kent de volgende functie:

$$\log P_{igt} = \alpha + R_i S_i * T_t + \beta_i X_{igt} + \gamma_i L_i + \epsilon_{igt} \quad (3a + 3b)$$

De term γ_i meet het effect van postcode 4-niveau L_i met en zonder uitsluitingen van woningkarakteristieken. De uitkomsten van de coëfficiënten liggen in lijn met kolom 2, behoudens voor de periode na de bouw van de spoortunnel. De gemiddelde woningwaarde van de onderzoeksgroep neemt toe tot 24,9% (na uitsluitingen tot 25%) ten opzichte van de controlegroep. Tenslotte verbeterd de verklaringskracht (R^2) naar 63,6% (adj R^2 63,5%) en neemt na uitsluitingen slechts af naar 63,3% (adj R^2 63,2%).

Met de aanvullende controlevariabelen van de afstandseffecten (afstand tot het spoor en het station), inclusief de genoemde uitsluitingen in kolom 3, wordt de vergelijking als volgt uitgebreid:

$$\log P_{igt} = \alpha + R_i S_i * T_t + \beta_i X_{igt} + \gamma_i L_i + \gamma_j A_i + \epsilon_{igt} \quad (4a + 4b)$$

Hierbij is effect γ_j op de afstand tot het spoor en station A_i en geldt dat erbij analyse 4a voor beide afstanden wordt gecontroleerd en 4b alleen het afstand tot het station. Het afstandseffect van het spoor blijkt aan de hand van de VIF-test een hoge multicollineariteit te hebben. Met alleen de controle voor de afstand tot het station is er geen sprake van ernstige multicollineariteit. Daarnaast liggen de uitkomsten in de trend van analyses 3a en 3b. Opvallend is dat de verklaringskracht (R^2) en (adj R^2) niet verder toeneemt. De coëfficiënt in de periode tijdens de bouw neemt tussen 4a en 4b verder af.

Overeenkomstig met de basisvergelijking in paragraaf 3.2 is de formule volledig uitgevoerd met de toevoeging van tijdseffecten door middel van controlevariabelen van ieder transactiejaar. De regressieanalyses zijn gebaseerd op de volgende functie:

$$\log P_{igt} = \alpha + R_i S_i * T_t + \beta_i X_{igt} + \gamma_i L_i + \gamma_j A_i + \gamma_k I_t + \epsilon_{igt} \quad (5a + 5b)$$

De term γ_k meet het effect van transactie jaren I_t . In de analyse 5b wordt er eveneens gecontroleerd voor de afstand tot het station en bij 5a is deze controlevariabele weggelaten. De uitkomsten van beide analyses liggen niet in lijn van analyse 4, derhalve stijgt de verklaringskracht (R^2) naar respectievelijk 84,9% (adj R^2 84,8%) en 84,8% (adj R^2 84,7%). De woningprijzen in de periode vóór start bouw in de onderzoeksgroep zijn verder gedaald alsmede een minder hoge stijging van de woningprijzen in de periode tijdens de bouw van de onderzoeksgroep ten opzichte van de controlegroep. Opvallend is dat de coëfficiënten van de periode na de bouw negatief zijn geworden in vergelijking met analyses 1 tot en met 4. Tenslotte zijn de uitkomsten, op de resultaten van de periode tijdens de bouw na, niet significant op 1%. In model 5b wordt het significantieniveau verbeterd door niet te controleren voor de afstand tot het station. De uitkomst van de periode vóór bouw is significant betrouwbaar op 5% en voor de periode na de bouw geldt een significantieniveau van 10%.

Op basis van de analyses 1 tot en met 5 wordt 5a, ondanks de verklaringskracht (R^2) en (adj R^2), als voorkeursmodel beschouwd. Gelet op het significantieniveau kent het model geen hoge mate van multicollineariteit. In Tabel 12 wordt het voorkeursmodel 5a met alle uitkomsten van de coëfficiënten getoond.

(5a)		
Jaareffecten		
Voor start bouw	-0.0135**	(0.00575)
Tijdens bouw	0.0196***	(0.00672)
Na eind bouw	-0.0120*	(0.00710)
Woonoppervlakte	-0.00140***	(4.13e-05)
Kamers	uitgesloten	
Appartement	-0.0463***	(0.00790)
Tussenwoning	referentievareabele	
Schakelwoning	0.0953***	(0.0236)
Hoekwoning	0.00778	(0.00659)
Twee onder een kap woning	0.0628***	(0.00841)
Vrijstaande woning	0.230***	(0.0104)
Eigen parkeergelegenheid	0.0946***	(0.00579)
Tuin	0.0527***	(0.00730)
Onderhoud binnenkant - goed	uitgesloten	
Onderhoud buitenkant - goed	0.143***	(0.00609)
Bouwperiode 1500-1905	referentievareabele	
Bouwperiode 1905-1930	-0.0511***	(0.00687)
Bouwperiode 1931-1944	-0.0151**	(0.00753)
Bouwperiode 1945-1959	-0.0575***	(0.0106)
Bouwperiode 1960-1970	-0.0967***	(0.00988)
Bouwperiode 1971-1980	-0.161***	(0.00955)
Bouwperiode 1981-1990	-0.0807***	(0.00936)
Bouwperiode 1991-2000	0.0676***	(0.0107)
Bouwperiode 2001	0.103***	(0.0121)
Afstand tot spoor	uitgesloten	
Afstand tot station	uitgesloten	
Transactiejaar 1991	0.0352	(0.0291)
Transactiejaren 1992 t/m 2020	allen***	zie bijlage 8
Aantal observaties	9.653	
Verklaringskracht (R ²)	84,8%	
Verklaringskracht (adj R ²)	84,7%	

Noot: de robuuste standaard errors zijn aangegeven met parenthesen ***
p<1%, ** p<5%, * p<10%

Tabel 12. Regressieanalyse voorkeursmodel 5a

Het geselecteerde model 5a voor dit onderzoek is de difference-in-difference analyse welke is gecontroleerd voor woningkarakteristieken met uitsluitingen van de variabelen ‘aantal kamers’ en ‘onderhoud binnenkant’, gecontroleerd voor jaareffecten (transactiejaren) en geabsorbeerd op postcode 4-niveau. De controle op afstandsvariabelen zijn niet meegenomen, omdat hierdoor de coëfficiënten van de periodes vóór start bouw en na eind bouw van de onderzoeksgroep significant zijn op respectievelijk 19,6% en 39,9%.

De woningen binnen een afstand van 300 meter nabij het spoor (onderzoeksgroep) in de periode vóór de bouw van de spoortunnel (ingreep) hebben ten opzichte van de woningen tussen een afstand van 300 en 600 meter nabij het spoor (controlegroep), in dezelfde periode gemiddeld een negatief effect op de woningwaarde van 1,35% ervaren. In de periode tijdens realisatie van de spoortunnel hebben de woningen in de onderzoeksgroep een positief effect van gemiddeld 1,96% dan de woningen in de controlegroep ervaren. De gemiddelde woningwaarde van de onderzoeksgroep heeft een negatief

effect van 1,2% in vergelijking met de woningen in de controlegroep in de periode na de realisatie van de spoortunnel.

De resultaten van het voorkeursmodel doen vermoeden dat het effect van de ingreep aan het spoor (ondertunneling van het spoor) waardoor (deels) de negatieve externaliteiten worden weggenomen beperkt is. Het suggereert dat de negatieve externe effecten van het spoor in eerste instantie met een kleine waardedaling worden afgeprijsd bij woningtransacties in de onderzoeksgroep ten opzichte van de woningen in de controlegroep. Ten tijde van de realisatieperiode van een spoortunnel lijken de woningwaardes toe nemen, omdat er mogelijk gespeculeerd wordt op afname van de negatieve externe effecten van het spoor. De fase na de oplevering van de spoortunnel laat zien dat het (deels) wegnemen van negatieve externaliteiten van het spoor niet leidt tot een gemiddelde positief effect op de waarde van de woningen in de onderzoeksgroep in vergelijking tot de woningen in de controlegroep. Op basis van deze waarnemingen kan er gesteld worden dat het effect marginaal is.

Gelet op de uitkomsten in Tabel 12 is op te merken dat de periodes vóór start bouw, tijdens de bouw en na de bouw respectievelijk een significantieniveau hebben van 5%, 1% en 10%. Na verdere beschouwing van de woningkarakteristieken en de tijdseffecten zijn de variabelen op 1% significant behoudens de variabele 'hoekwoning' en 'transactiejaar 1991'. Deze variabelen zijn waarschijnlijk niet significant, omdat deze geen associatie hebben met de uitkomst van het model. Hierbij is rekening gehouden met het effect van de andere variabelen die in de regressieanalyse zitten.

De coëfficiënten van de woningkarakteristieken geven een wisselend beeld van het effect op de gemiddelde transactieprijs. De controlevariabelen woonoppervlakte, appartement en meerdere bouwperiodes zijn negatief. De uitkomst van woonoppervlakte is nihil en lijkt nauwelijks impact te hebben op de transactieprijs. Het woningkarakteristiek appartement heeft echter wel een noemenswaardig effect op de woningwaarde. Dit is verklaarbaar, omdat de referentievariabele in het model een tussenwoning is en de overige woningtypes (schakel-, hoek-, twee-onder-een-kap- en vrijstaande woning) een positief effect hebben op de prijs. Eveneens hebben een eigen parkeerplaats, tuin en een goede onderhoudsstaat van de buitenkant een positief effect op de transactieprijs. Voor de bouwperiodes met als referentievariabele de periode van 1500 tot 1901 hebben alle periodes behalve vanaf 1991 een negatief effect op de woningwaarde. Dit negatief effect lijkt verklaarbaar doordat oudere woningen gemiddeld een lagere transactieprijs hebben. Tenslotte laten de variabelen met betrekking tot tijdseffecten allen een positief effect zien op de gemiddelde transactieprijs. Uit de trend vanaf transactiejaar 1991 is op te merken dat opeenvolgende transactie jaren een hogere woningwaarde veroorzaken ten opzichte van dat referentiejaar.

4.2. Resultaten gevoeligheidsanalyses

De uitgevoerde difference-in-difference hedonisch prijsanalyses in paragraaf 4.1 zijn op gevoeligheid getoetst. De toets op gevoeligheid heeft als doel om nieuwe en aanvullende inzichten te verkrijgen. Er zijn drie verschillende gevoeligheidsmodellen met en zonder de controlevariabele ‘afstand tot het station’ onderzocht, welke zijn opgenomen in de samenvatting in Tabel 13. Voor de volledige gevoeligheidsanalyses wordt verwezen naar bijlage 10.

	(6a)	(6b)	(7a)	(7b)	(8a)	(8b)
	Postcode 6-niveaueffect	Postcode 6-niveaueffect + afstandseffect	Controlegroep woningen < 300 m buiten onderzoeksgroep	Controlegroep woningen < 300 m buiten onderzoeksgroep + afstandseffect	Controlegroep alle woningen in gemeentes	Controlegroep alle woningen in gemeentes + afstandseffect
Voor start bouw	-0.0175* (0.00983)	-0.0187* (0.00995)	-0.0575*** (0.00922)	-0.0373*** (0.00998)	-0.0446*** (0.00439)	-0.0402*** (0.00447)
Tijdens bouw	0.0229** (0.0104)	0.0216** (0.0105)	0.0240** (0.00986)	0.0453*** (0.0107)	0.0420*** (0.00568)	0.0463*** (0.00573)
Na eind bouw	-0.0129 (0.0111)	-0.0141 (0.0112)	0.0478*** (0.00968)	0.0700*** (0.0105)	0.0547*** (0.00542)	0.0605*** (0.00553)
Woningkarakteristieken	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Uitsluiting aantal kamers & onderhoud binnenkant	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Postcode 4-niveau	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja
Postcode 6-niveau	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee
Afstand tot spoor	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Afstand tot station	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja
Transactiejaar	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Aantal observaties	9.653	9.653	7.791	7.791	51.471	51.471
Verklaringskracht (R ²)	88,40%	88,40%	86,90%	86,90%	84,30%	84,30%
Verklaringskracht (adj R ²)	87,50%	87,50%	86,80%	86,70%	84,30%	84,30%

Noot: de robuuste standaard errors zijn aangegeven met parenthesen *** p<1%, ** p<5%, * p<10%

Tabel 13. Gevoeligheidsanalyses

Model 6a en 6b zijn in vergelijking tot analyse 5a en 5b geabsorbeerd met postcode 6-niveau. De formule van 6a ziet er als volgt uit:

$$\log P_{igt} = \alpha + R_i S_i * T_t + \beta_i X_{igt} + \gamma_i L_i + \epsilon_{igt} \quad (6a)$$

En kolom 6b is gebaseerd op de volgende functie:

$$\log P_{igt} = \alpha + R_i S_i * T_t + \beta_i X_{igt} + \gamma_i L_i + \gamma_j A_i + \epsilon_{igt} \quad (6b)$$

Voor beide vergelijkingen geldt dat γ_i het effect van postcode 6-niveau L_i meet. Opvallend is dat de verklaringskracht (R²) aanzienlijk toeneemt naar 88,4% (adj R² 87,5%), maar het significantieniveau van de coëfficiënten van iedere periode neemt beduidend af. Desalniettemin liggen de uitkomsten wel in lijn met het voorkeursmodel. Met de controle voor afstandseffect worden de resultaten verhoogd. Op basis van de verslechtering van het significantieniveau worden deze resultaten in dit onderzoek verder buiten beschouwing gelaten.

In de analyses 7a, 7b, 8a en 8b is de controlegroep gewijzigd in respectievelijk alle woningen binnen een straal van 300 meter vanaf het spoor buiten de onderzoeksgroep nabij de (nog te realiseren) spoortunnel en alle woningen in de gemeentes tezamen buiten de onderzoeksgroep. Hiervoor gelden de volgende vergelijkingen:

$$\log P_{igt} = \alpha + R_i S_i * T_t + \beta_i X_{igt} + \gamma_i L_i + \gamma_k I_t + \epsilon_{igt} \quad (7a + 8a)$$

$$\log P_{igt} = \alpha + R_i S_i * T_t + \beta_i X_{igt} + \gamma_i L_i + \gamma_j A_i + \gamma_k I_t + \epsilon_{igt} \quad (7b + 8b)$$

De term $R_i S_i * T_t$ is in vergelijking tot de regressieanalyses gewijzigd in interactievariabele R_i tussen dummyvariabele S_i van woning nabij het spoor tot 300 meter buiten onderzoeksgroep of in de gemeente en dummyvariabele T_t van het transactiejaar. Het verschil tussen 7a + 8a en 7b + 8b is dat er gecontroleerd wordt voor de afstandsvariabele 'afstand tot het station'.

Geconcludeerd kan worden dat alle coëfficiënten van alle modellen in verschillende periodes significant zijn op 1% behalve analyse 7a, die op een significantieniveau van 5% betrouwbaar is. De verklaringskracht (R^2) van model 7 neemt ten opzichte van het voorkeursmodel toe tot 86,9%. De verklaringskracht (R^2) van de controlegroep van alle gemeentes tezamen neemt 2,6% af. Het gevoeligheidsmodel 7b laat zien dat de transactiepreizen van de woningen nabij het spoor (binnen 300 meter) in de periodes vóór start bouw, tijdens de bouw en na de bouw zich respectievelijk ontwikkelen van een negatief effect van 3,73% naar een positief effect van 4,53% en 7% tegenover de woningen in de controlegroep. Het gevoeligheidsmodel 8b laat respectievelijk een negatief effect van 4,02% naar een positief effect van 4,63% en 6,05% zien.

Op basis van de resultaten kan er gesteld worden dat na aanpassing van de controlegroep het positieve effect op de transactiepreizen van de onderzoeksgroep aanzienlijk verbetert in vergelijking tot de controlegroep. Daarnaast zijn de coëfficiënten van de periode na einde bouw positief ten opzichte van het voorkeursmodel. Dit suggereert dat de ingreep aan het spoor (ondertunneling), de afname van negatieve externe effecten, van invloed is op de woningwaardes van de woningen nabij het spoor (binnen 300 meter). Echter kunnen er vraagtekens geplaatst worden bij het feit of dit toerekenbaar is aan de realisatie van de spoortunnel. Naarmate een woning verder van de ingreep ligt is het de vraag of de woning hier effect van ondervindt. Desalniettemin kunnen de resultaten van de controlegroep met alle gemeentes tezamen mogelijk suggereren dat alle inwoners het effect van de ondertunneling van het spoor positief inpreizen. Beide controlegroepen zijn echter minder representatief voor de woningen in de onderzoeksgroep gelet op de determinanten van woningwaarde zoals omschreven in paragraaf 2.3.

4.3. Resultaten semigestructureerde interviews

Op 1 en op 3 maart 2022 zijn Erik Meijer, Rogier de Lint en Sebastiaan de Wilde geïnterviewd over de resultaten van de kwantitatieve analyses die centraal staan in dit onderzoek en in hoeverre deze inzichten toepasbaar zijn voor de projecten van NS. De respondenten zijn aan de hand van de presentatie in bijlage 8 meegenomen in de aanleiding, onderzoeksvraag, onderzoeksopzet en -methode en de resultaten van de analyses. Vervolgens is er gereflecteerd op de resultaten en de toepasbaarheid hiervan voor de NS aan de hand van (verdiepende) vragen.

4.3.1. Reflectie onderzoeksresultaten

Erik Meijer vindt de resultaten opvallend. Hij vraagt zich af of omwonenden op een de afstand van 300 meter vanaf het spoor nog hinder ondervinden. Hij verwacht dat de analyses meer significante effecten laten zien naarmate de afstand tot het spoor kleiner wordt. Volgens Meijer is dit subjectief, maar zijn gevoel zegt dat de invloed op de woningwaarde toeneemt als de afstand kleiner wordt. Dit wordt onderbouwd aan de hand van de spoorondertunneling in Delft, waarin omwonenden pal aan een spoorviaduct woonden en na oplevering van de spoorondertunneling aan een hoogwaardig openbaar gebied. Hij kan zich niet voorstellen dat de woningen die direct aan het spoor grenzen niet substantieel in waarde zijn gestegen. Hiermee stelt Meijer de beweringen van ProRail en het RIVM dat omwonenden binnen een afstand van 300 meter (ernstige) hinder binnen de invloedssfeer van een afstand van 300 meter tot het spoor ter discussie. Daarnaast denkt hij dat de woningen binnen de onderzoeksgroep het gemiddelde effect verkleind. Desalniettemin geeft Meijer aan dat het spoor geen invloed heeft op het woongenot (omgekeerde van overlast) wat overigens los staat van het effect op woningwaarde.

Eveneens had Rogier de Lint niet verwacht dat de resultaten van de statistische analyse waarin gecontroleerd wordt voor verschillende woningkarakteristieken, locatie-/afstandseffecten en tijdeffecten zo'n beperkte invloed laat zien. De waardestijging tijdens de bouwperiode van een spoorondertunneling vindt hij opvallend. Hij heeft ondanks dit resultaat hiervoor geen verklaring. Als uit de onderliggende data blijkt dat het om een woningbelegger of een particulier gaat zou het om speculatief gedrag kunnen gaan. De Lint geeft aan dat voor hem de spoorzone Delft een bekende plek is. Er was daar ten tijde van de spoorviaduct geen ruimtelijke kwaliteit. Het spoor lag op een hoogte van circa 3/4 meter en de woningen aan de Spoorsingel lagen direct aan de spoorviaduct. In deze vooroorlogse woningen sliepen mensen direct naast het spoor. In vergelijking met de huidige situatie waarin de Spoorsingel in ere is hersteld vindt hij het onbegrijpelijk dat de invloed op de woningwaardes geen groter effect laat zien. Aan de andere kant geeft hij aan dat de consument zich niet rationeel gedraagt (acteert) op de woningmarkt.

Hij stelt dat de consument de woningmarkt minder goed begrijpt, maar de consument bepaalt uiteindelijk wel de markt. Hij illustreert zijn stelling met een voorbeeld op IJburg. Twee identieke kavels waarin de ene kavel wordt verkocht met een jaarlijkse canon en de andere kavel wordt verkocht met de afkoop van de canon ter hoogte van € 400K ineens. Beide kopers realiseren een woning van circa € 400K. Na twee jaar worden beide woningen verkocht. De woning met een jaarlijkse canon wordt verkocht voor € 650K en de woning met een afgekochte canon voor € 800K. Ook maakt hij de vergelijking met oude en nieuwe woningen. De consument lijkt weinig onderscheid te maken in de maandelijkse energielasten bij de aankoop van de woning. Bij een rationele afweging zou de

consument dit moeten inprijzen in de waarde van de woning. Ondanks zijn stelling had hij wel een groter effect verwacht.

Sebastiaan de Wilde maakt voorafgaand aan de presentatie van de resultaten van de statistische analyse de opmerking dat er bij negatieve externe effecten van het spoor onderscheid gemaakt moet worden in oude en nieuwe woningen. Oude woningen in tegenstelling tot nieuwbouwwoningen langs het spoor kenmerken zich vaak met beperkte isolatie, enkele glas en slechte fundering. Hij plaats hierbij de kanttekening dat de bewoners van nieuwbouwwoningen niet in dezelfde verhouding hinder ervaren van het spoor als bewoners van de oude woningen. Tijdens de presentatie geeft De Wilde aan dat bestaande onderzoeken vooral zijn benaderd vanuit de milieuhoeke. Het gaat vaak om beperkte steekproeven en specifieke situaties, waardoor de conclusies uit deze onderzoeken moeilijk generiek te gebruiken zijn.

De Wilde stelt dat er bij de ondertunneling van het spoor een dubbeleffect optreedt. Namelijk de afname van negatieve externe effecten en er is iets positief voor teruggekomen, zoals een park. Eveneens stelt hij dat het effect op de woningwaarde in de breedte langs het spoor klein is. Mogelijk is de controlegroep te klein om het effect te kunnen zien en heeft de ondertunneling van het spoor een grotere invloedssfeer. Bewoners die binnen een afstand van 10 minuten lopen vanaf het station wonen, dit is gelijk aan een afstand van circa 600 meter, hebben mogelijk dezelfde voordelen van de ondertunneling van het spoor. Dit wil niet zeggen dat het effect er niet is op grotere schaal. Op basis van de gevoeligheidsanalyse laten de resultaten een groter effect zien en hiermee zou het mogelijk verdedigbaar zijn om uitspraken te doen op het niveau van de stad als geheel. Hij geeft aan dat hij aan de hand van de onderzoeksresultaten heeft geleerd dat het effect breder ligt dan op het niveau van spoorzone. Hij concludeert dat het effect niet zo klein is als dit wordt vergeleken met de modellen uit de gevoeligheidsanalyse en stelt daarmee dat de hinder in de vorm van slaapverstoring en concentratieproblemen marginaal kan zijn. Hij plaats daarbij ook de kanttekening dat de woonwijken langs het spoor vaak slechter presteren dan woonwijken die niet langs het spoor liggen. Ook voor hem is het de vraag of de afstand van 300 meter vanaf het spoor de juiste afgebakende onderzoeksgroep is. De vraag is of bewoners tussen een afstand van 150 en 300 meter dezelfde hinder ervaren dan bewoners die binnen een straal van 150 meter vanaf het spoor wonen.

4.3.2. Relevantie en toepasbaarheid onderzoeksresultaten

Meijer vindt de resultaten voor NS minder relevant, omdat de ondertunneling van sporen niet door NS wordt gefinancierd. Hij haalt ook de Nederlandse sleutelprojecten aan. Hier is getracht om alle actoren die baat hebben bij een dergelijk infrastructureel project te laten bijdragen aan het project. Een wettelijk kader ontbrak hier echter voor. In het verleden is vaker gesproken over baatbelasting, maar dit is niet tot wasdom gekomen. Hij geeft aan dat de resultaten meer relevant zijn voor vastgoedeigenaren en woningbeleggers.

Meijer houdt zich vanuit zijn rol bezig met de spooroverbouw Amsterdam Sloterdijk. In dit project wordt er een tweede maaiveld gecreëerd over de sporen waarop vastgoedontwikkelingen worden gerealiseerd. In die hoedanigheid vindt hij de resultaten meer relevant voor NS, omdat bij het ontwerp van een de constructie rekening gehouden kan worden met negatieve externe effecten van het spoor voor de omliggende woningen. Indien er een substantiële waardevermindering van woningen aan het spoor op de lange termijn zou optreden, naarmate de negatieve externe effecten van het spoor afnemen,

zou dit tot andere ontwerpkeuzes kunnen leiden. Meijer plaats hierbij de kanttekening dat het dichtmaken van constructie over het spoor vaak leidt tot hogere kosten, doordat er andere eisen worden gesteld aan veiligheid van het spoor. Het wegnemen van negatieve externe effecten van het spoor is voor NS geen financiële afweging, maar de organisatie zou de overwegingen wel mee moeten nemen in haar businesscase. Mogelijk zou hiermee het draagvalk van dergelijke projecten kunnen worden vergroot.

De Lint vindt de resultaten relevant. Hij stelt wel dat de overheid hier de investeringen doet en de vastgoedeigenaren eromheen hiervan profiteren. Hij stelt dat aan de hand van artikelen die hij heeft gelezen er door investeringen in infrastructurele projecten er waardeverstijging optreedt. Hij plaats de kanttekening dat op basis van de NVM-data voor deze specifieke geselecteerde casussen dit dus niet geldt. Hierbij is het belangrijk om te bepalen hoe deze waardeverstijging kan worden afgeroomd voor de bekostiging van deze investeringen. Hij refereert naar het instrument van baatbelasting. Daarmee vind hij dat deze resultaten voornamelijk relevant zijn voor beleidsmakers. Bij bestaande vastgoedeigenaren is het echter lastig om een eventuele waardeverstijging af te romen, omdat zij deze stijging niet fysiek ontvangen. Desalniettemin vindt De Lint, los van het effect op de woningwaardes, dat de investeringen in dergelijke projecten relevant voor de stad als geheel.

Ook vindt hij de resultaten relevant voor NS, omdat het een verrijking vindt voor de interne kennis ten aanzien van dit onderwerp. De Lint geeft aan dat in de projectteams de veronderstelling heerst dat zulke infrastructurele projecten een waardeverstijging tot gevolg hebben voor de directe omgeving, maar dit is op basis van deze resultaten niet evident. Daarnaast geeft hij aan dat wonen direct langs het spoor niet een extreem waardedrukkend effect heeft. Consumenten wonen graag aan het spoor en nemen de negatieve externe effecten voor lief. De resultaten van dit onderzoek onderschrijven zijn mening. Hij vindt ondanks de onderzoeken van het RIVM de regels met betrekking tot geluidswerende maatregelen ten aanzien van woningbouw (een goed idee?). Hij onderbouwd dit aan de hand van het voorbeeld dat de woonconsument de keuze heeft uit 1.) een woning met een dove gevel met een tuin aan het zuiden langs het spoor of 2.) een woning met een tuin aan het noorden niet langs het spoor, de consument zou kiezen voor de eerste optie. Voor De Lint leiden de resultaten in dit onderzoek niet tot een andere aanpak voor ontwikkelingen van NS. Hij had zich niet beseft dat ondanks de huidige wet- en regelgeving voor geluid, trillingen en andere omgevingseffecten er zoveel omwonenden langs het spoor hinder ervaren.

De Wilde vindt de resultaten relevant. Hij worstelt met dergelijke statistische analyses, omdat de input van het model zeer bepalend is voor de output. Er zijn volgens hem zoveel factoren die het resultaat kunnen beïnvloeden. Hij vindt op basis van de resultaten uit de regressie- en gevoeligheidsanalyses dit goed nieuws voor de stad als geheel. Hij zet echter zijn vraagtekens bij de invalshoek om dergelijk onderzoek te benaderen vanuit negatieve externe effecten en niet de positieve externe effecten te betrekken. Het wonen langs het spoor wordt daarmee als een probleem gezien. Hiermee gaat de onderzoeker voorbij aan de voordelen om te wonen op die plek in de stad. Zijn zorg hierbij is dat voor die mensen last ervaren van het spoor deze hinder moet worden gemitigeerd. Bijvoorbeeld door de ondertunneling van het spoor, het beter funderen van woningen en het rijden van stillere treinen. Hier is volgens hem nog een wereld in te winnen. Echter dienen altijd de voor- en nadelen hierin te worden meegenomen. Het wonen langs het spoor is pas een voordeel als er een station in de buurt

is. In het geval dat dat niet zo is ervaart niemand daar voordeel van en is wonen langs het spoor per definitie nadelig.

De Wilde vindt het voor de spoorse sector interessant dat de afstand tot 300 meter vanaf het spoor of tussen 300 en 600 meter vanaf het spoor in wezen niks uitmaakt. Dit betekent voor hem dat het wel degelijk interessant is om in de stad te wonen en dat wij als sector aan de slag moeten met de hinder die wordt veroorzaakt door het spoor. Het verdichten rondom de sporen is volgens hem een goede ontwikkeling ondanks eventuele financiële effecten. Elke voorziening die in een stationsgebied wordt toegevoegd is voor bewoners binnen een afstand van 600 meter relevant en daarmee niet alleen voor bewoners die binnen een afstand van 100 meter wonen. Het gaat hierbij om de toerekenbaarheid van dergelijke ingrepen. Hij onderbouwt dit aan de hand van de Zuid-as. De Zuid-as is niet alleen goed voor de directe omgeving, maar heeft juist voor de stad of Nederland in zijn geheel een voordeel. De toerekenbaarheid wordt mogelijk onderschat.

De resultaten ondersteunen wat de NS doet. Het intensiveren rondom de sporen op een manier waarbij de hinder wordt verminderd loont voor de stad als geheel. Dit is voor NS een reden om te kijken naar spooroverbouwingen. Met deze ontwikkelingen wil zij iets toevoegen aan de stad waarbij de voordelen verder reiken dan alleen de directe omgeving en het wegnemen van de negatieve externe effecten maken daar integraal onderdeel van uit. De onderzoeksresultaten zijn weliswaar marginaal, maar wat er in de praktijk waargenomen kan worden lijkt voor dergelijke infrastructurele projecten veel andere voordelen met zich mee te brengen, zowel voor het stationsgebied en de stad als geheel.

Alle respondenten vinden de resultaten opvallend en hadden een groter effect van de ondertunneling van het spoor op de omliggende woningwaardes verwacht. Het effect wordt volgens hen door uiteenlopende redenen, zoals de invloedssfeer van de afstand tot het spoor, rationeel handelen van de consument, de invloed van positieve externe effecten en de verschillen tussen oude en nieuwe woningen beïnvloed. In tegenstelling tot Meijer vinden De Lint en De Wilde de resultaten relevant voor NS. Meijer stelt zich op het standpunt dat NS meestal geen partij is bij dergelijke infrastructurele projecten, maar erkend wel dat de resultaten meer relevant zijn voor spooroverbouwingen van NS. De Lint en De Wilde stellen dat de resultaten onderschrijven dat consumenten graag aan het spoor wonen. Volgens hen wegen de negatieve externe effecten van het spoor niet op tegen de positieve externe effecten. Respondenten zijn het er unaniem over eens dat verdichten rondom het spoor een goede ontwikkeling is en moedigen de huidige aanpak van NS aan. Echter dient er altijd rekening te worden gehouden met de negatieve externe effecten van het spoor.

5. Conclusie en reflectie

5.1. Conclusie

Binnen de mobiliteitsketen is de spoorinfrastructuur van essentieel belang om Nederland bereikbaar te houden. Het netwerk van sporen is vervlochten in het stedelijk weefsel. Deze verwevenheid maakt dat er circa 845.000 woningen binnen een straal van 300 meter van het spoor zijn gelegen. De keerzijde om nabij het spoor te wonen zijn de negatieve externe effecten van het treinverkeer. Naar schatting ervaren tussen de 250.000 en 350.000 omwonenden hinder hiervan. Om de huidige woningbouwcrisis soelaas te bieden zijn en worden bestaande plekken rondom het spoor verder verdicht. Daarnaast neemt de intensiteit van het treinverkeer toe met als gevolg dat het woonconform wordt aangetast en dat kan leiden tot een toename van (gezondheids)risico's van omwonenden. De bestaande academische literatuur geeft een beperkt en wisselend beeld over het inprijzen van de negatieve externe effecten van het spoor in woningwaardes. Het doel van dit onderzoek was om inzicht te verkrijgen in het wegnemen van de invloed van negatieve externaliteiten van het spoor op de waarde van woningen in de directe omgeving. Deze (gedeeltelijk) weggenomen door een spoorondertunneling alsmede de toepassing van de resultaten om tot andere keuzes/ afwegingen in de planvormingsfase van ontwikkelingen van NS te komen. In dit onderzoek is aan de hand van de hedonische difference-in-difference methode geanalyseerd wat de financiële effecten waren door de ondertunneling van het spoor. Deze analyse is verrijkt met semigestructureerde interviews om te komen tot een bedrijfsgericht advies aan NS.

Vanuit de neoklassieke economie zijn er verschillende verklaringen voor externe effecten. Externaliteiten hebben een negatief of positief effect op de omgeving. In de milieueconomie worden milieueffecten inzichtelijk gemaakt aan de hand van hedonische of impliciete prijzen. Door deze prijsstelling wordt de betalingsbereidheid of de vermijdingskosten van externe effecten afgeleid uit woningwaardes. Indien er niet wordt gecompenseerd voor externaliteiten dan is de veroorzaker een free-rider en ervaart de ontvanger hier van schade. De negatieve externaliteiten van het spoor zijn in hoofdlijnen onder te verdelen in acceptatie van risico en van hinder. Er zijn geen referenties van de beprijzing van risico's met betrekking tot het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor. In tegendeel tot de externe veiligheid zijn de effecten van geluidshinder op de omliggende woningen wel onderzocht. Deze studies geven echter een wisselend en uiteenlopend beeld van het effect. Individuele kenmerken, tijdsperiodes, locaties en actoren van de casuïstiek kunnen de reden hiervan zijn. Desalniettemin blijkt uit de literatuur dat bewoners binnen een straal van 300 meter vanaf het spoor hinder van het treinverkeer ondervinden. Om de hinder te operationaliseren in een analyse is in de literatuuronderzoek gekeken naar de determinanten van woningwaardes. Hieruit blijkt dat fysieke woningkenmerken en functionele woonomgevingskenmerken het grootste impact hebben op de totstandkoming van een woningprijs. Uit de studie van Diao, Qin, & Foo Sing (2016), die het meest aansluit op dit onderzoek, blijkt dat na opheffing van de spoorlijn in Singapore de woningen binnen een afstand van 400 meter met een waardevermeerdering van circa 13,7% zijn gestegen in de periode tussen 2005 en 2013. De verwachting is dat de invloed van de ondertunneling van het spoor op de omliggende woningprijzen binnen een afstand van 300 meter een mogelijk (positief) effect laat zien tussen de 0% en 18%. Het uiteindelijke resultaat is geen, marginaal of significant effect.

Om de invloed van negatieve externe effecten van het spoor op waarde te kunnen schatten is in dit onderzoek gekozen voor de toepassing van de hedonische difference-in-difference methode door

middel van de vergelijking van de woningwaarden vóór, tijdens en na de komst van een spoorondertunneling. De veronderstelling hierbij is dat de negatieve externe effecten van het spoor (gedeeltelijk) afnemen. Het theoretisch kader en de studie van Droës & Koster (2016) vormen de basis van het econometrisch model in dit onderzoek. De onderzoeksgroep bestaat uit alle woningen binnen een afstand van 300 meter van het spoor ter hoogte van de spoortunnels en de controlegroep bestaat uit alle woningen tussen een afstand van 300 en 600 meter vanaf de spoortunnels. Daarnaast zijn er drie onderzoeksperiodes afgebakend, te weten: vóór, tijdens en na de bouw van de spoortunnels. Tenslotte wordt er aansluiting gezocht bij de woningkarakteristieken en afstandsvariabelen. Deze methodologische aanpak heeft geleid tot een selectie van casussen die worden meegenomen in de casestudy in de analyse. Op basis van de beschikbare data van NVM en de spoortunnels die in de periode van 1990 tot en met 2020 in stedelijk gebied zijn gerealiseerd bestaat de onderzoekspopulatie uit de volgende plaatsen, te weten: Spoortunnel Almelo verdiept, Kap van Barendrecht, Salland-Twentetunnel in Nijverdal, Spoortunnel Best en Willem van Oranjetunnel in Delft. Na uitsluitingen bestaat de dataset uit 51.471 observaties met een gemiddelde transactieprijs € 214.714,- op basis van een gemiddeld woonoppervlak van 120 m². De woningen liggen gemiddeld op 1.440 meter afstand van het dichtstbijzijnde station en 1.015 meter van het spoor. De onderzoeksgroep en de controlegroep hebben respectievelijk een gemiddelde transactieprijs van € 233.096,- en € 227.237,- op basis van een oppervlakte van 114 m² en 110 m². Tenslotte liggen de woningen respectievelijk op een gemiddelde afstand van 175 en 449 meter van het spoor. Voor het dichtstbijzijnde station is de afstand gemiddeld 525 en 669 meter. Tenslotte voldoet de data aan de voorwaarden van normaliteit, lineariteit, homocedasticiteit en is de data gecontroleerd op extreme waarden.

Aan de hand van hedonische prijsanalyse in combinatie met de difference-in-difference methode is de invloed van de spoortunnel op de waarde van woningen nabij het spoor geanalyseerd. De uitkomsten van het voorkeursmodel van de regressieanalyses en de geselecteerde gevoeligheidsanalyses zijn getoond in Tabel 14.

	(5a) Controlegroep woningen 300 - 600 m bij spoortunnel	(7a) Controlegroep woningen < 300 m buiten spoortunnel	(8a) Controlegroep alle woningen in gemeentes
Voor start bouw	-1,35%	-5,75%	-4,46%
Tijdens bouw	1,96%	2,40%	4,20%
Na eind bouw	-1,2%	4,78%	5,47%
Woningkarakteristieken	Ja	Ja	Ja
Uitsluiting aantal kamers & onderhoud binnenkant	Ja	Ja	Ja
Postcode 4-niveau	Ja	Ja	Ja
Postcode 6-niveau	Nee	Nee	Nee
Afstand tot spoor	Nee	Nee	Nee
Afstand tot station	Nee	Nee	Nee
Transactiejaar	Ja	Ja	Ja
Aantal observaties	9.653	7.791	51.471
Verklaringskracht (R ²)	84,80%	86,90%	84,30%
Verklaringskracht (adj R ²)	84,70%	86,80%	84,30%

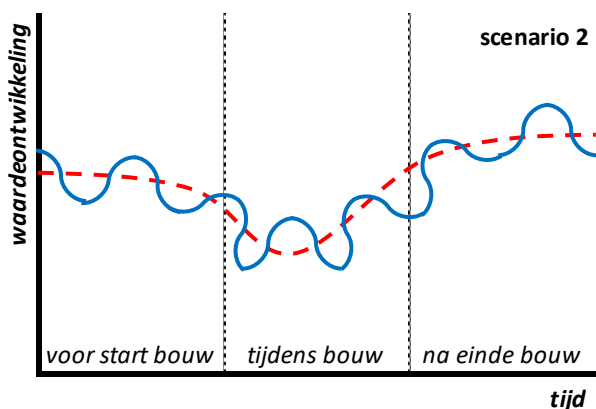
Tabel 14. Uitkomsten voorkeursmodellen regressie- en gevoeligheidsanalyse

Zowel voorkeursmodel 5a als gevoeligheidsanalyses 7a en 8a zijn gecontroleerd voor woningkarakteristieken met uitsluitingen van de variabelen 'aantal kamers' & 'onderhoud binnenkant', jaareffecten (transactiejaren) en geabsorbeerd op postcode 4-niveau. De controle op afstandsvariabelen zijn niet meegenomen, omdat de coëfficiënten van de periodes vóór start bouw en na eind bouw van het voorkeursmodel 5a een significantieniveau kennen van respectievelijk 19,6% en 39,9%. De controlegroep van model 7a is gewijzigd in alle woningen binnen een straal van 300 meter van het spoor buiten de spoortunnel en van model 8a in alle woningen in de gemeentes. De onderzoeksgroepen in de periode voor start en tijdens de bouw volgen dezelfde trend. Voor de bouw van de spoortunnel hebben woningen in de onderzoeksgroep een lagere waarde dan woningen in de controlegroep. In de periode tijdens de bouw van de spoortunnel stijgen de woningwaardes ten opzichte van de controlegroep. Na oplevering van de spoortunnel in model 5a is het effect op de woningwaarde van de onderzoeksgroep gemiddeld 1,2% lager dan de controlegroep. Blijkend uit de gevoeligheidsmodellen 7a en 8a hebben de woningen in de onderzoeksgroep gemiddeld een positief effect van respectievelijk 4,78% en 5,47% hoger ten opzichte van de controlegroep. De modellen suggereren dat ondertunneling van het spoor ten goede komt aan de waarde van de woningen in de onderzoeksgroep. Op basis van deze resultaten kan er mogelijk gesteld worden dat de invloed van ondertunneling van het spoor een groter effect laat zien ten opzichte van de aangepaste controlegroepen. Desalniettemin zijn de gewijzigde controlegroepen minder representatief, omdat woningkenmerken van deze groepen aanzienlijk afwijken in vergelijking tot de controlegroep ter hoogte van de spoortunnel.

De respondenten vonden de resultaten van de statistische analyses opvallend en hadden een significant effect verwacht op de transactieprijzen van de omliggende woningen. Hierbij zijn kanttekeningen geplaatst over de gehanteerde afbakening van de afstanden van de onderzoeksgroep en controlegroep, de kwalitatieve verschillen tussen oude woningen en nieuwbouwwoningen en de mogelijke invloed van positieve externe effecten. Daarnaast gedraagt de consument zich niet rationeel op de woningmarkt en nemen zij mogelijk de negatieve externe effecten van het spoor voor lief. Desalniettemin is het beeld bij de respondenten dat de resultaten relevant zijn voor zowel beleidsmakers en vastgoedeigenaren als voor de NS. Hierbij is het belangrijk hoe eventuele financiële effecten van dergelijke infrastructurele projecten op de omgeving afgeroomd kunnen worden. De zogenaamde baatbelasting. Op basis van de onderzoeksresultaten lijken de negatieve externe effecten een marginaal effect te hebben op de woningwaardes in de onderzoeks- en controlegroep, maar de resultaten van de gevoeligheidsanalyses tonen dat dergelijke infrastructurele projecten veel andere voordelen met zich meebrengen voor het stationsgebied en de stad als geheel. Dit onderschrijft de huidige aanpak van NS om verder te verdichten rondom de sporen middels haar gebiedsontwikkelingen en spooroverbouwingen. De respondenten geven echter aan dat het belangrijk is om de negatieve externe effecten van het spoor integraal mee te nemen in de businesscase en hier mogelijk andere afwegingen te maken in de ontwerpkeuzes.

Om het gestelde probleem nader te duiden is in dit onderzoek de volgende vraag centraal gesteld: *“Wat is de invloed van ondertunneling van het spoor op de waarde van woningen in de directe omgeving in Nederlandse steden en hoe kan dit inzicht worden toegepast op de (gebieds)ontwikkelingen van NS?”*. Er kan worden geconcludeerd dat het effect van ondertunneling van het spoor, met de veronderstelling dat daardoor negatieve externaliteiten afnemen, marginaal is. De negatieve woningwaarde in de periode vóór start bouw lijkt te verklaren dat het spoor boven het

maaiveld ligt en alle omliggende woningen worden blootgesteld aan de negatieve externe effecten. Daaropvolgende periode, tijdens de bouw van de spoortunnel, stijgt de woningwaarde ten opzichte van de situatie zonder spoortunnel, omdat er mogelijk wordt gespeculeerd op een waardestijging. Desondanks dalen de woningprijzen in de periode na oplevering van de spoortunnel. De waardedaling is kleiner ten opzichte van de waardedaling in de periode voor de realisatie van de spoortunnel. In tegenstelling tot de theorie en literatuurstudie, waarin negatieve externe effecten worden ingeprijsd, is er op basis van deze conclusie te stellen dat de ondertunneling van het spoor een marginaal effect heeft (zoals geïllustreerd in Figuur 13), na de afname van negatieve externe effecten, op de waarde van woningen in de nabijheid. Het marginaal effect onderschrijft voor NS haar huidige aanpak om verder te verdichten rondom de sporen rekening houdend met de invloed van negatieve externe effecten van het spoor in haar planvorming.



Figuur 13. Conceptueel model van het marginale effect van de waardeontwikkeling in de tijd

5.2. Reflectie

Door middel van literatuuronderzoek, difference-in-difference hedonische prijsanalyse bestaande uit de selectie van 5 casussen en semigestructureerde interviews is getracht het effect van ondertunneling van het spoor op de waarde van woningen in de directe omgeving in Nederlandse steden in kaart gebracht. Daarnaast zijn de inzichten praktisch gemaakt voor mogelijke toepassing bij NS. de hand van deze opzet wordt gereflecteerd op het proces van de onderzoeker.

Selectie van casussen

De onderzoeks- en controlegroep van casus Delft is significant groter dan de overige casussen (Almelo, Barendrecht, Best en Nijverdal). Daarnaast verschillen de casussen onderling in stedelijke woningdichtheid, de lengte van spoorondertunneling, bouwperiode, specifieke locatiemarken en de invloedssfeer van de relevante negatieve externe effecten. Deze eigenschappen kunnen mogelijk het onderzoeksresultaat beïnvloeden. Desalniettemin is ervoor gekozen om meerdere casussen empirisch te onderzoeken om de generaliseerbaarheid van de conclusies te kunnen vergroten.

Periodes van de onderzoeksgroep

De periodes (voor start, tijdens en na eind bouw) van de onderzoeksgroepen van alle casussen vallen binnen 1990 tot en met 2020, maar verschillen in lengte en tijdsjaren. Hierdoor ontstaat er een onderlinge discrepantie tussen de periodes tot start bouw, de daadwerkelijke bouwperiodes van

desbetreffende spoorondertunnelingen en de periodes na het eind van de bouw. Mogelijk ontstaan hierdoor afwijkingen in de resultaten van de analyses.

Controleren voor woningkarakteristieken

In vergelijking met het onderzoek van Droës & Koster (2016) was de woningkarakteristiek centrale verwarming niet beschikbaar. Daarnaast werd er alleen gecontroleerd voor de aanwezigheid van een tuin en bleek niet uit de dataset of een woning beschikte over een buitenruimte (balkon of dakterras). De beperking van dit onderzoek is dat er niet op deze specifieke woningkarakteristieken wordt gecontroleerd, welke mogelijk de onderzoeksresultaten kunnen beïnvloeden.

Uitsluiting en transformatie van variabelen

De woningkarakteristiek woonoppervlakte en afstand tot het station wordt gemeten op rationiveau. Het is gebruikelijk dit soort variabelen te transformeren naar logaritmische variabelen. Een beperking in het model was dat enkele onafhankelijke variabelen sterk correleren met de afhankelijke variabele, waardoor er niet gekozen is voor een logaritmische transformatie. Daarnaast zijn de woningkarakteristieken aantal kamers en onderhoud binnenkant uitgesloten, omdat deze een hoge mate van correlatie kennen met de afhankelijke variabele. Met name de woningkarakteristiek aantal kamers is een belangrijke controlevariabele en derhalve een beperking in dit onderzoek. Een woning van bijvoorbeeld 100 m² met 2 kamers wordt namelijk niet hetzelfde gewaardeerd als een woning van 100 m² met 4 kamers.

Waardeontwikkeling van ander typen vastgoed

In de resultaten van de analyses zijn enkel koopwoningen onderzocht. Om een volledig beeld te krijgen van de waardeontwikkeling van de desbetreffende gemeentes in dit onderzoek zouden ook huurwoningen, commercieel vastgoed en de grondmarkt beschouwd moeten worden. De dataset van NVM beperkt zich alleen tot de kopersmarkt en kenmerkt zich daarmee als een databeperking.

Aankondigingseffect ondertunneling spoor

In dit onderzoek is geen rekening gehouden met het zogenaamde aankondigingseffect, omdat infrastructurele projecten in Nederland een lange doorlooptijd van de plan- en besluitvorming kennen. Hierdoor worden mogelijke anticipaties op (gedeeltelijke) afname van de negatieve externe effecten van het spoor niet meegenomen in de resultaten van de analyses.

Homogeniteit van de woningmarkt

De woningmarkt kan niet worden beschouwd als homogene markt. In dit onderzoek is ervoor gekozen om onderzoeksgroep en controlegroep respectievelijk af te bakenen 0 tot 300 meter en 300 tot 600 meter. Hiermee wordt er zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij de determinanten van woningwaarde en de invloedssfeer van negatieve externe effecten van het spoor. Een beperking van deze afbakening kan zijn dat de onderzoeksgroep en controlegroep onderling te weinig van elkaar verschillen, waardoor de resultaten van de analyses beperkt zijn. Mede gelet op de gevoeligheidsanalyses lijkt de invloedssfeer van de ondertunneling van het spoor groter te zijn.

Financieel effect op ondertunneling van het spoor

Publieke investeringen in ondertunneling van het spoor leveren op basis van de onderhavige onderzoeksresultaten geen waardesprong op voor bestaande vastgoedeigenaren na de oplevering van de spoorondertunneling. In tegenstelling tot resultaten van de analyses is op te merken dat tijdens

de bouw er geen negatief effect is op de woningwaarde, maar een tijdelijk positief effect. Hiervoor is in dit onderzoek geen verklaring.

5.3. Aanbevelingen

Aan de hand van dit onderzoek is te stellen dat er een discrepantie zit tussen de theorie en de empirie. Op basis van theoretisch kader is de verwachting dat de invloed van de ondertunneling van het spoor op de omliggende woningprijzen binnen een afstand van 300 meter een mogelijk (positief) effect heeft van tussen de 0% en 18%, oftewel een significant effect. Desalniettemin lijkt het effect marginaal op basis van de empirie. Gelet op deze uitkomst worden in dit onderzoek de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Bepaal of de tijdelijke waardeverhoging tijdens de bouwperiode een resultante is van het effect van de bouw (speculatie-effect) of is berust op toeval (mate van ruis) in vervolgonderzoek. De trend van de resultaten van de analyse lijken niet de verwachting op basis van de theorie te volgen.
2. Onderzoek of er sprake is van een samengesteld effect (steekproef). Hierbij dienen woningen die binnen een straal van 300 meter liggen die geen beperkingen ervaren van de negatieve externe effecten van het spoor afgezet te worden tegen woningen die binnen dezelfde straal liggen die wel beperkingen ervaren van de negatieve externe effecten hoe dit de onderzoeksresultaat beïnvloedt. Hierbij kan opgemerkt worden dat er kritisch moet worden gekeken naar de invloedssfeer van de negatieve externe effecten van het spoor.
3. Bepaal of er een effect is buiten de gehanteerde invloedssfeer in dit onderzoek. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat het directe effect marginaal is op de waarde van woningen binnen een afstand van 300 meter, maar dit wil niet zeggen dat dit geldt voor woningen buiten de gehanteerde afstand. Kortom er is misschien geen delta in de waardesprong te zien, maar er is mogelijk wel een indirect effect. Indien er een waardesprong optreedt voor bestaande vastgoedeigenaren kan dit deels worden afgeroomd door middel van baatbelasting. In het geval van een indirect effect kan dit door het verklaren van een bijdrage in bovenwijkse voorzieningen worden verhaald bij toekomstige vastgoedeigenaren.
4. Hanteer een langere onderzoeksperiode, inclusief het moment dat het project ten aanzien van ondertunneling van het spoor onherroepelijk is geworden, in vervolgonderzoek. In dit onderzoek is er niet separaat rekening gehouden met de periode tussen het onherroepelijk worden van het project tot het moment van de start bouw van de spoortunnel.
5. Onderzoek of de huidige schaarste van de woningmarkt de resultaten van dit onderzoek beïnvloedt. In dit onderzoek zijn de woningprijzen gecontroleerd voor tijdseffecten (de ontwikkeling van de woningmarkt). Op basis van de onderzoeksresultaten kan er geen onderscheid worden gemaakt of het effect wordt beïnvloed door woningprijzontwikkeling door schaarste of door (gedeeltelijke) afname van de negatieve externe effecten van het spoor.
6. Beschouw de positieve externe effecten van ondertunneling van het spoor in plaats van negatieve externe effecten. Positieve externe effecten van ondertunneling van het spoor zijn bijvoorbeeld a.) het verdwijnen van de barrièrewerking van het spoor en de daarmee samenhangende ruimtelijke kwaliteit, b.) de opheffing van gelijkvloerse spoorwegovergangen of c.) het milieubewuster worden van de consument waardoor men de negatieve aspecten van het spoor voor lief neemt.

Bijlage 1. Literatuurlijst

Cavallo, R. (2007). *De spoorwegen en de Nederlandse stad*. OverHolland 5 – Architectonische studies voor de Hollandse stad, 43–59. <https://doi.org/10.7480/overholland.2007.5.1606>

Centraal Planbureau & Nederlands Economisch Instituut. (2000). *Evaluatie van infrastructuurprojecten. Leidraad voor kosten-batenanalyse*. https://puc.overheid.nl/PUC/Handlers/DownloadDocument.ashx?identificer=PUC_70710_31&versienummer=1

Coase, R.H. (1960). The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*, Vol. 3, pp. 1–44

Dam, F. van. & Visser, P. (2006). *Prijs van de Plek: Woonomgeving en Woningprijs*. NAI Uitgevers Rotterdam, Ruimtelijk Planbureau Den Haag. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/De_prijs_van_de_plek.pdf

Diao, M., Qin, Y., & Foo Sing, T. (2016). Negative Externalities of Rail Noise and Housing Values: Evidence from the Cessation of Railway Operations in Singapore. *Real Estate Economics*, V44(4), 878–917. <https://doi.org/10.1111/1540-6229.12123>

Droës, M.I., H.R.A. Koster (2016). Renewable energy and negative externalities: the effect of wind turbines on house prices. *Journal of urban economics*, 96: 121-141.

Franx, A. (2018, augustus). *Van Onschatbare Waarde. 'De belevingswaarde van Nationaalpark Veluwezoom: Een toepassing van de 'Hedonic Pricing methode''*. <https://thesis.eur.nl/pub/43394/Franx-A.-413820.pdf>

Hair, J. F. J., Black, W. C., Babin, B. J. & Anderson, R. E., (2010). *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*. 7th red. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Kauko, T. (2005). *Comparing spatial features of urban housing markets: Recent evidence of submarket formation in metropolitan Helsinki and Amsterdam*. DUP Science, Delft.

Kenniscentrum InfoMil. (z.d.). *Beleid, wet- en regelgeving*. <https://www.infomil.nl/onderwerpen/ruimte/omgevingsthema/trillingen/tril-beleid-w/>

Lancaster, K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132–157. <https://doi.org/10.1086/259131>

Li, M.M. & Brown, H.J. (1980). Micro-Neighborhood Externalities and Hedonic Housing Prices, *Land Economics*, Vol. 56, No.2, May 1980, Wisconsin (USA).

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2011, 15 september). Grenzen aan het bouwen [Illustratie]. In *Hoofdlijnen Basisnet Spoor*.

-
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2017, 17 juli). *Geluidsbelastingkaarten spoorwegen voor het gebruiksjaar 2016*. Publicatie | Rijksoverheid.nl. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/geluidsoverlast/documenten/publicaties/2017/07/14/geluidsbelastingkaarten-spoorwegen-2016>
- Navrud, S. (2002, april). *The State-Of-The-Art on Economic Valuation of Noise*. <http://ec.europa.eu/environment/archives/noise/pdf/020414noisereport.pdf>
- NVM. (z.d.). *Marktcijfers koopwoningen*. DTNL. Geraadpleegd op 29 januari 2022, van <https://www.nvm.nl/wonen/marktinformatie/>
- Olson, M. (1965). *The logic of collective action – Public goods and the theory of groups*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Pigou, A. (1921). *The Economics of Welfare*. Palgrave MacMillan.
- Plottu, E., & Plottu, B. (2007). The concept of Total Economic Value of environment: A reconsideration within a hierarchical rationality. *Ecological Economics*, 61(1), 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.09.027>
- Poon, L. C. L. (1978). Railway Externalities and Residential Property Prices. *Land Economics*, 54(2), 218–227. <https://doi.org/10.2307/3146235>
- ProRail. (2017a, maart). *Geluid langs het spoor*. <https://www.prorail.nl/siteassets/homepage/wonen/documenten/brochure-geluid.pdf>
- ProRail. (2017b, februari). *Trillingen langs het spoor*. <https://www.prorail.nl/siteassets/homepage/wonen/documenten/brochure-trillingen.pdf>
- ProRail. (z.d.). *Project Almelo Verdiept 2006 - 2009* [Foto]. https://archieffedwardbary.nl/paginas/nederland/ns/infrastructuur_7.htm
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34–55. <https://doi.org/10.1086/260169>
- Rijkswaterstaat. (z.d.). *Trillingen - Beleid, wet- en regelgeving*. Kenniscentrum InfoMil. Geraadpleegd op 31 maart 2021, van <https://www.infomil.nl/onderwerpen/ruimte/omgevingsthema/trillingen/tril-beleid-w/>
- RIVM. (2019, 11 oktober). *Rekenmodel Spoortrillingen*. RIVM. <https://www.rivm.nl/wonen-langs-spoor/rekenmodel-spoortrillingen>
- RIVM. (2015). *Wonen langs het spoor: Gezondheidseffecten van trillingen door treinen* (Nr. 2014–0096). <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0096.pdf>

-
- RIVM. (2020). *Ernstige Hinder en Slaapverstoring. Monitoringsgegevens Onderzoek Beleving Woonomgeving (OBW)* (Nr. 2020–0116). <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0116.pdf>
- Schwartz, A. E., Ellen, I. G., Voicu, I. & Schill, M. H., (2006). The external effects of place-based subsidized housing. *Journal of Regional Science and Urban Economics*, Volume 36, pp. 679-707. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2006.04.002>
- Scenarioboek Externe Veiligheid. (2018, 22 augustus). *Ketelwagen benzine – Plasbrand* [Illustratie]. <https://www.scenarioboekev.nl/ketelwagen-benzine-plasbrand/>
- Simons, R. A., & El Jaouhari, A. (2004). The Effect of Freight Railroad Tracks and Train Activity on Residential Property Values. *The Appraisal Journal*, Summer 2004, 223–233.
- Smith, A., Spencer, M. G., & Griffith, T. (2012). *The Wealth of Nations*. Wordsworth Editions.
- Spoorzone Delft. (2018, 13 januari). *Een luchtfoto van de Spoorzone in Delft* [Foto]. <https://www.ad.nl/delft/nieuw-delft-presenteert-verse-bouwplannen-voor-spoorzone~ad6d5e5e/>
- Suddle, S. I. (2002). *Beoordeling veiligheid bij Meervoudig Ruimtegebruik*. Cement, 73–78. <http://www.sscm.nl/files/2813/4186/2658/003.pdf>
- Swart, S. (2012, 15 juli). *Nederland, Zuid-Holland, Barendrecht* [Foto]. <https://siebeswart.photoshelter.com/image/I0000V4hrc7EGqe0>
- Swart, S. (2020, 21 juni). *Nederland, Overijssel, Gemeente Hellendoorn* [Foto]. <https://siebeswart.photoshelter.com/image/I0000kxShJ4n4mNs>
- Theebe, M. A. J. (2004). Planes, Trains, and Automobiles: The impact of Traffic Noise House Prices. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 28(2/3), 209–234.
- TNO. (2017). *Inzicht in het energieverbruik de CO2-uitstoot en de NOx-uitstoot van het spoorgoederenvervoer* (Nr. 2017-STL-RAP-0100310158). <https://www.spoorpro.nl/wp-content/uploads/2018/04/TNO-2017-R11414v2.pdf>
- TreinspotterLelystad. (2018, 12 mei). *Nederlandse Spoorwegen Stadler Flirt3 2212* [Foto]. <https://treinposities.nl/foto/20815>
- Trijssenaar, I., & Rosmuller, N. (2008). *Kwantificering van zelfredzaamheid in externe veiligheid*. Tijdschrift voor Veiligheid, 7, 6–18. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:c9e24f6b-d5b8-489a-a40c-ecceabbb4ee3/datastream/URL/download>

-
- Teulings, C.N., A.L. Bovenberg, L. en H.P. van Dalen (2003). *De calculus van het Publieke Belang*. Ministerie van Economische Zaken. Den Haag: Kenniscentrum voor Orderingsvraagstukken.
- Udo, J., Janssen, L. H. J. M., & Kruitwagen, S. (2006). Stille heeft zijn 'prijs'. *ESB*, 14–16.
- Verhoef, E.T. & Nijkamp, P. (2003), *Spatial Externalities and the Urban Economy, Urban Dynamics and Growth*, CEA, vol. 266, Amsterdam
- Walker, J. K. (2016). Silence is golden: Railroad noise pollution and property values. *The Review of Regional Studies*, 46(1), 75-89. doi:10.13140/RG.2.1.4235.8889
- Wikipedia. (2021, 4 november). *Lijst van spoortunnels in Nederland*. Wikipedia. Geraadpleegd op 13 maart 2022, van https://nl.wikipedia.org/wiki/Lijst_van_spoortunnels_in_Nederland
- Wilde, T. S. de (2006). *Meervoudig ruimtegebruik en spoorinfrastructuur. Kwaliteit, flexibiliteit en technische aspecten*. Movares.
- Wilde, T. S. de (2004). *Meervoudig ruimtegebruik en spoorinfrastructuur. Fysieke veiligheid*. Movares.
- Zeeuw, F. de (2019). *Zo werkt gebiedsontwikkeling* (derde druk). Delft: Praktijkleerstoel gebiedsontwikkeling TU Delft.

Bijlage 2. Geluidskarten

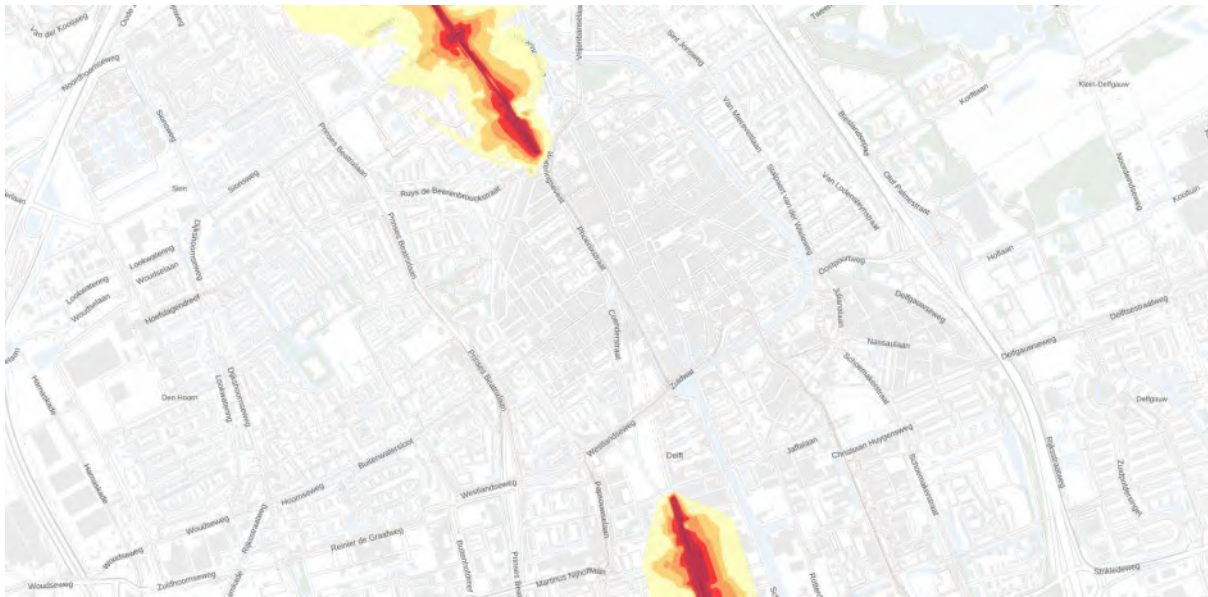
Almelo Verdiept



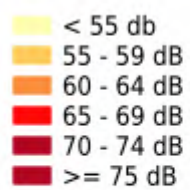
Kap van Barendrecht



Willem van Oranjetunnel



Legenda:



Bron:

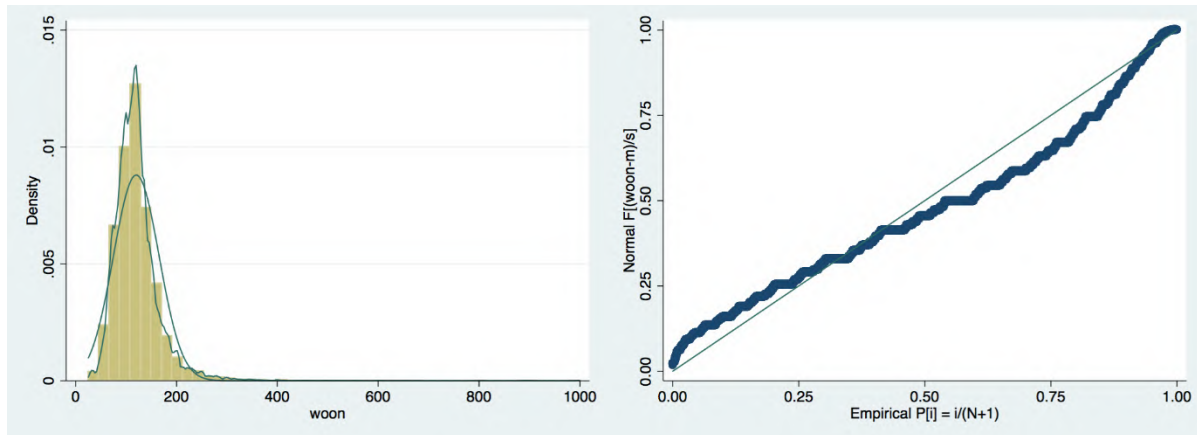
Ministerie van Infrastructuur en
Waterstaat, 2016

Bijlage 3. Tabel: onderzoeks- en controlegroep per gemeente

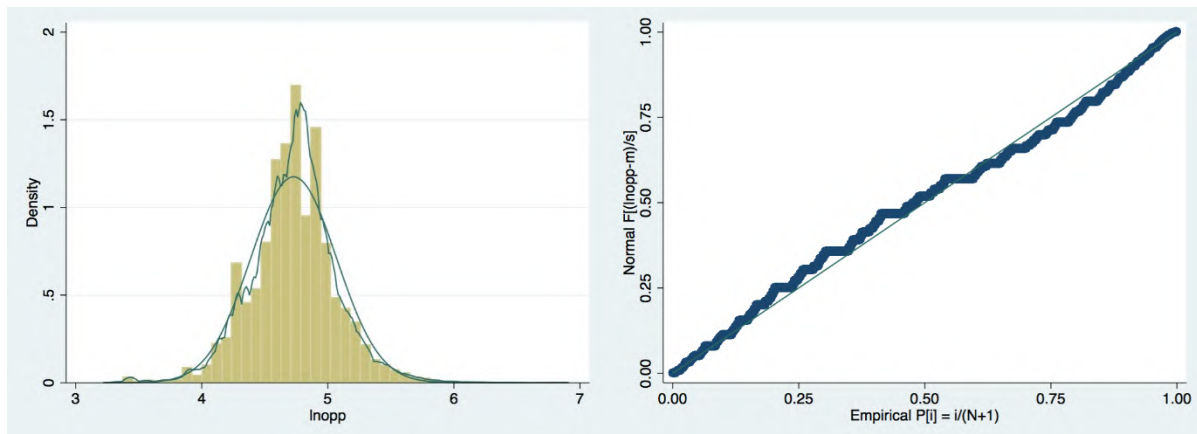
<i>Gemeente</i>	onderzoeksgroep				controlegroep				<i>totaal</i>
	<i>voor start</i>	<i>tijdens</i>	<i>na eind</i>	<i>subtotaal</i>	<i>voor start</i>	<i>tijdens</i>	<i>na eind</i>	<i>subtotaal</i>	
Almelo	207	44	139	390	197	75	211	483	873
Barendrecht	239	141	197	577	175	137	217	529	1106
Best	116	75	353	544	123	110	424	657	1201
Delft	1545	903	391	2839	1425	997	397	2819	5658
Nijverdal	179	55	203	437	195	53	130	378	815
Totaal	2286	1218	1283	4787	2115	1372	1379	4866	9653

Bijlage 4. Histogrammen en normaliteit (normal probability plots)

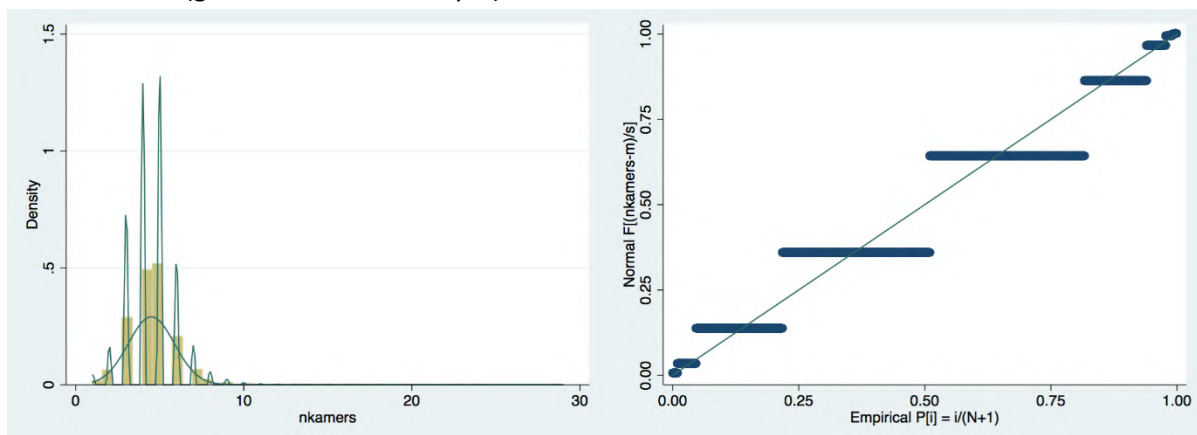
Woonoppervlakte (gehanteerd in de analyse)



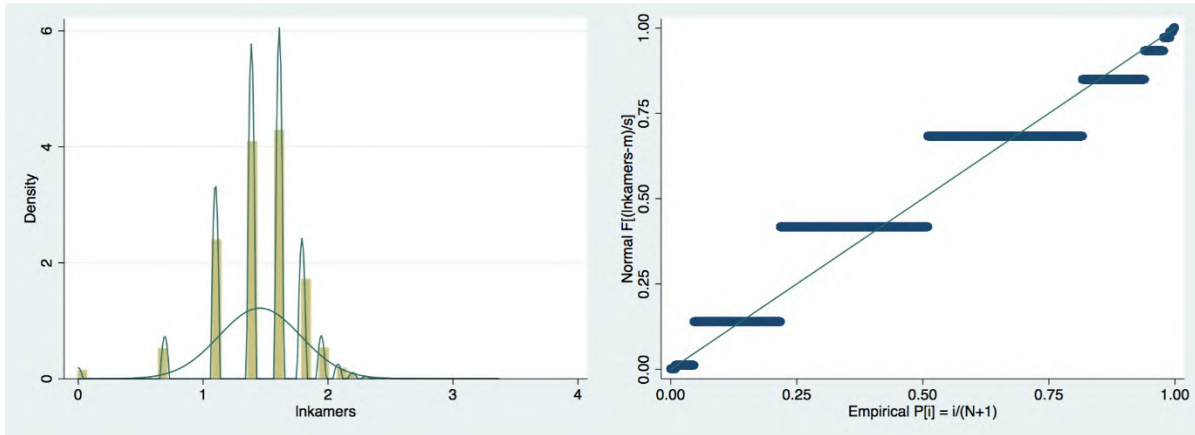
Woonoppervlakte logaritme (niet gehanteerd in de analyse)



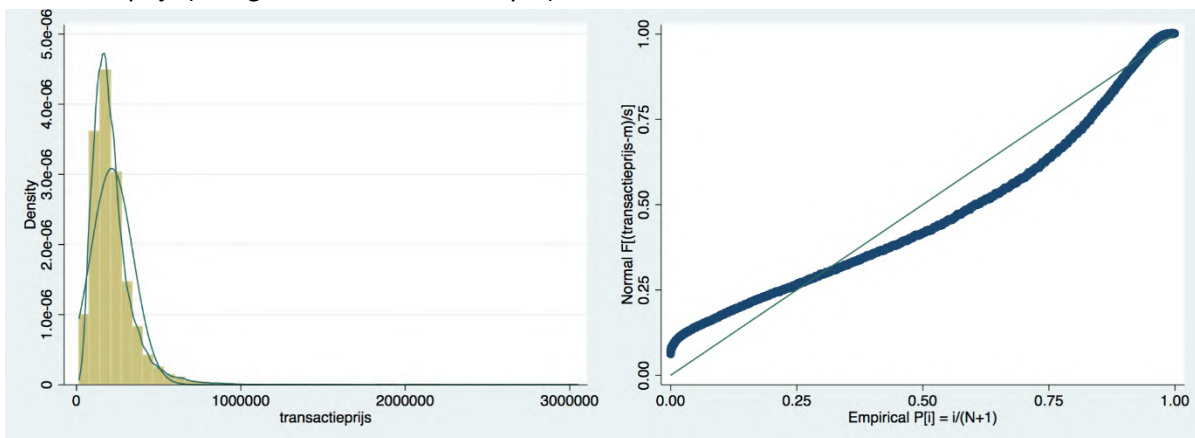
Aantal kamers (gehanteerd in de analyse)



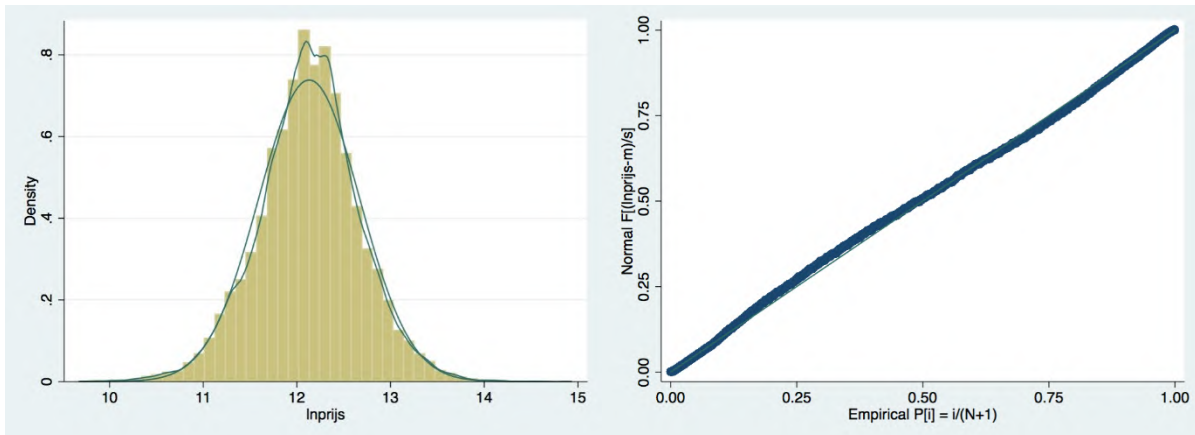
Aantal kamers logaritme (niet gehanteerd in de analyse)



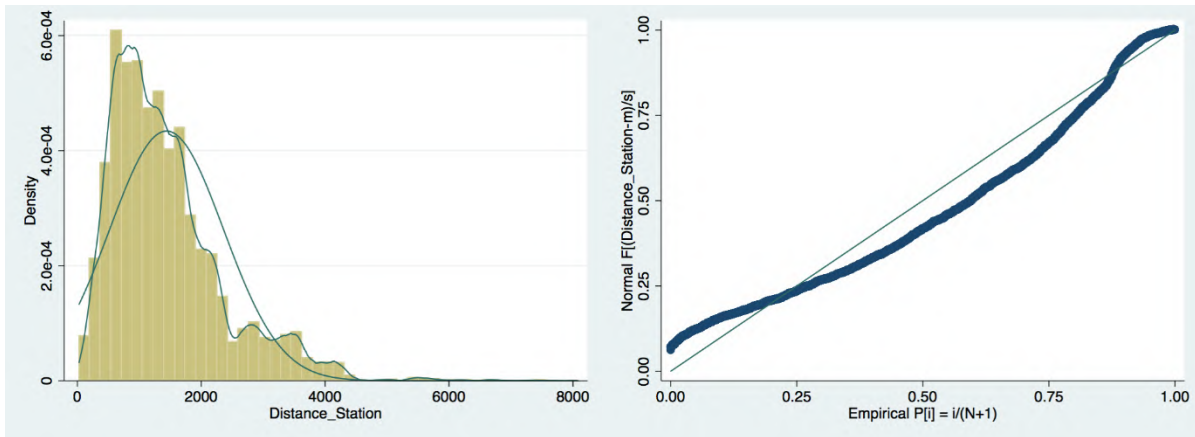
Transactieprijs (niet gehanteerd in de analyse)



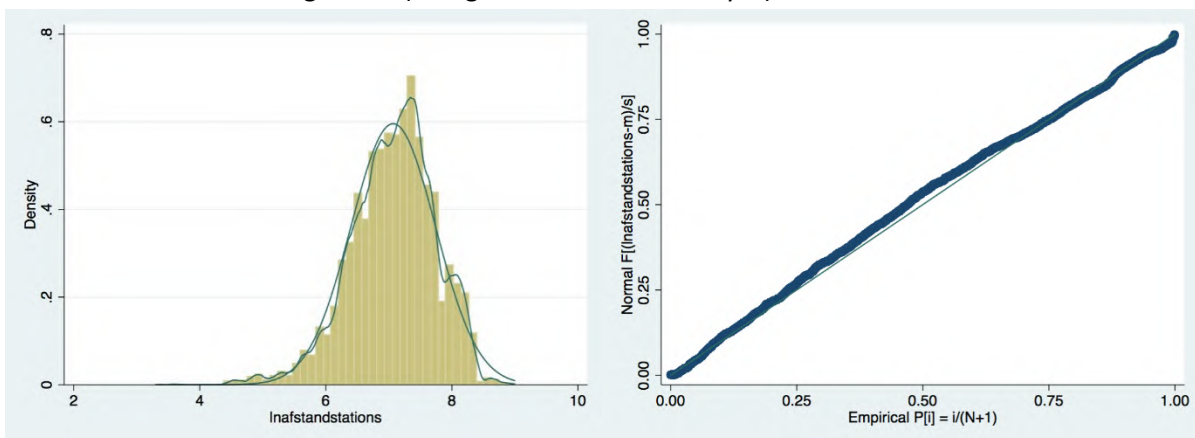
Transactieprijs logaritme (gehanteerd in de analyse)



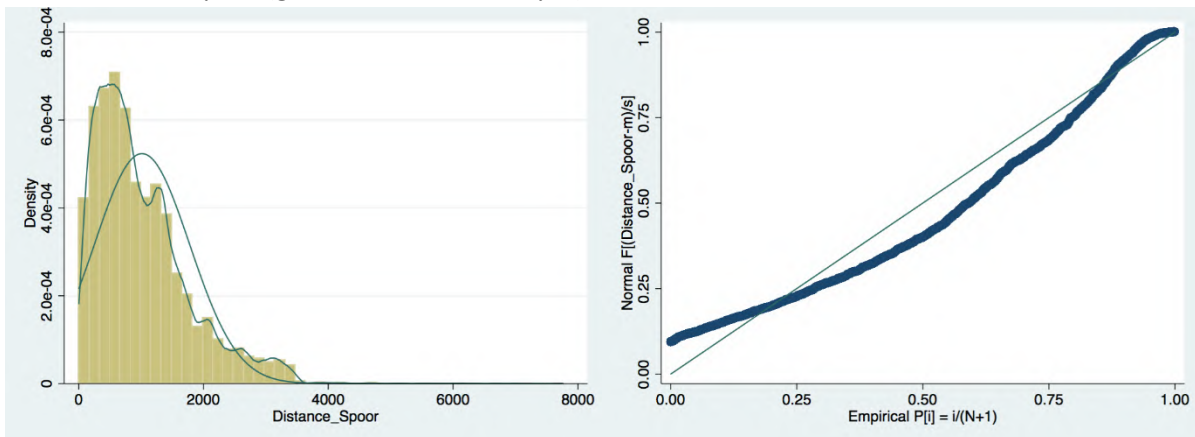
Afstand tot het station (gehanteerd in de analyse)



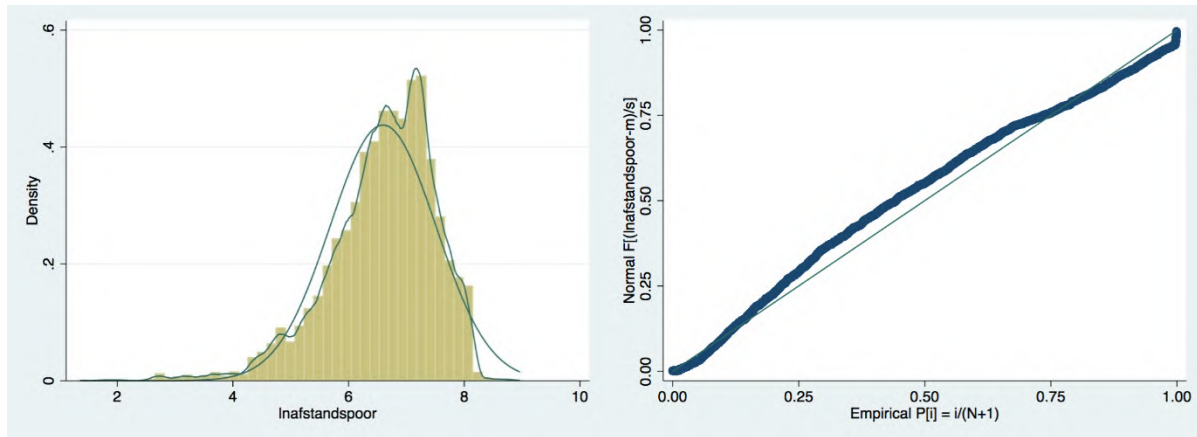
Afstand tot het station logaritme (niet gehanteerd in de analyse)



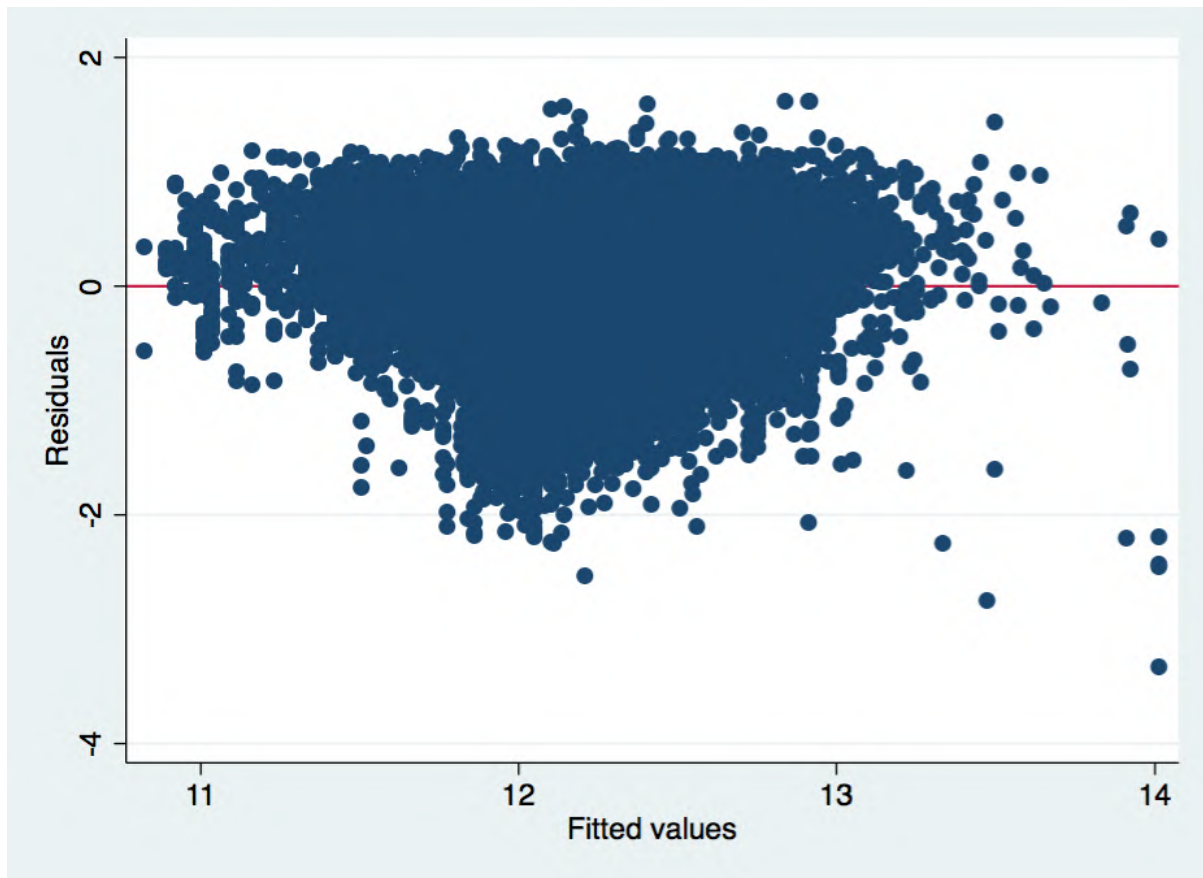
Afstand tot het spoor (gehanteerd in de analyse)



Afstand tot het spoor logaritme (niet gehanteerd in de analyse)



Bijlage 5. Homoscedasticiteit & lineariteit – spreidingsdiagram



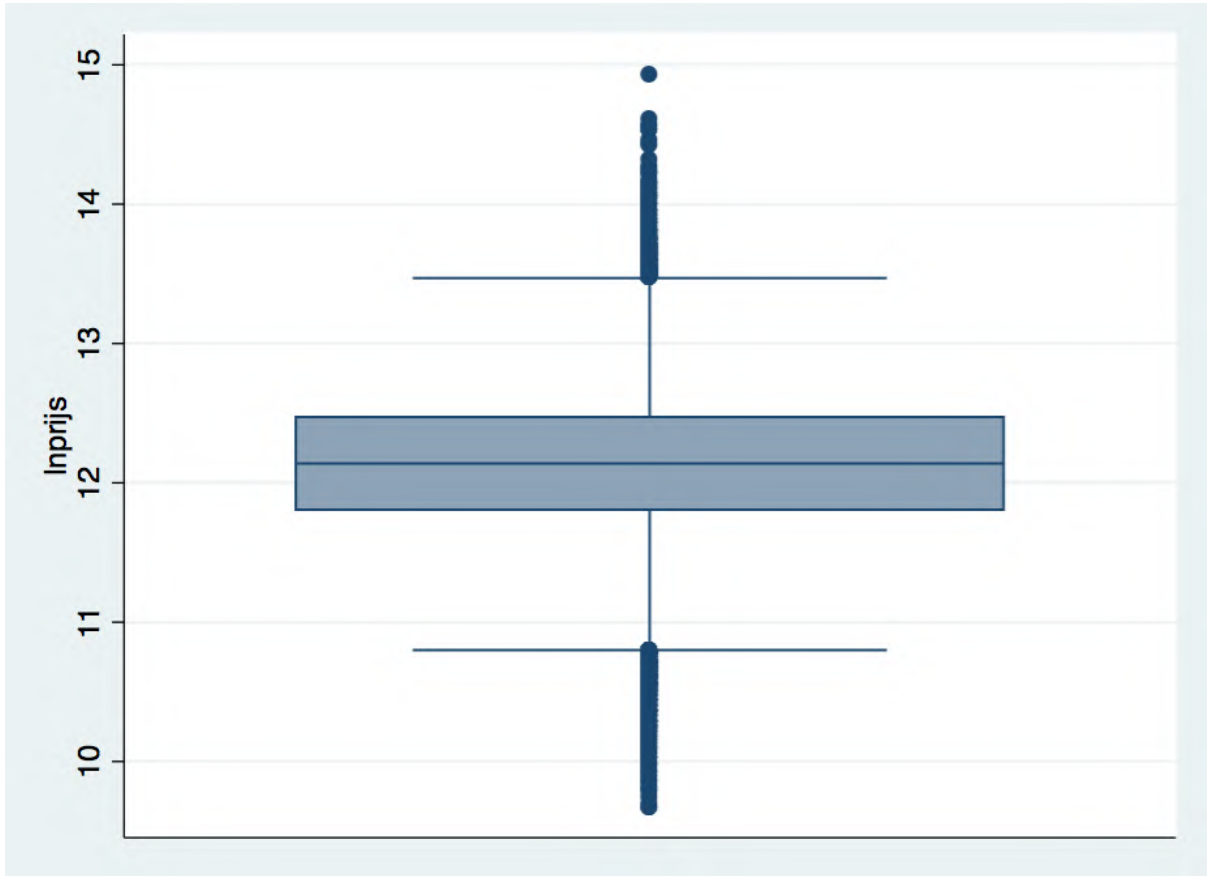
Bijlage 6. Multicollineariteit o.b.v. VIF-test

VIF-test met logaritmische variabele van woonoppervlakte

Variable	VIF	1/VIF
voorstartb~n	4.40	0.227380
tijdensbou~n	2.71	0.368861
naeindbou~n	2.96	0.337751
lnopp	230.45	0.004339
nkamers	18.86	0.053035
apparLemen~y	6.03	0.165833
schakeLwon~y	1.05	0.954922
hockwoning~y	1.40	0.713600
helflVandu~y	1.55	0.644700
vrijstaand~y	1.36	0.735644
parkeergel~y	2.11	0.474661
Luindummy	6.72	0.148879
o~innenkan~y	15.28	0.065462
o~uitenkan~y	17.45	0.057313
bw19051930~y	2.21	0.452847
bw19311944~y	1.95	0.512943
bw19451959~y	1.39	0.720357
bw19601970~y	1.76	0.568555
bw19711980~y	1.67	0.598008
bw19811990~y	1.63	0.612977
bw19912000~y	1.66	0.602052
bw2001dummy	1.51	0.663309
Distance_S~r	19.40	0.051560
lnafstands~s	148.56	0.006731
jaar		
1991	1.82	0.549639
1992	1.84	0.542463
1993	2.12	0.472631
1994	1.88	0.531359
1995	2.30	0.434114
1996	2.40	0.416817
1997	2.51	0.397923
1998	4.31	0.231983
1999	4.55	0.219716
2000	5.01	0.199689
2001	5.24	0.190667
2002	5.59	0.178984
2003	4.95	0.201952
2004	5.63	0.177675
2005	5.53	0.180931
2006	5.58	0.179063
2007	5.55	0.180077
2008	5.09	0.196554
2009	4.59	0.217878
2010	4.33	0.230828
2011	4.01	0.249280
2012	4.17	0.239848
2013	4.06	0.246344
2014	5.07	0.197277
2015	5.73	0.174523
2016	5.98	0.167352
2017	5.55	0.180226
2018	5.72	0.174783
2019	5.82	0.171772
2020	6.00	0.166745
Mean VIF	11.61	

VIF-test met variabele van woonoppervlakte

Variable	VIF	1/VIF
voorstartb~n	1.88	0.532277
tijdensbou~n	1.46	0.685246
naeindbouw~n	1.61	0.619523
woon	6.37	0.156991
appartement~y	5.85	0.170796
schakelwon~y	1.05	0.955183
hoekwoning~y	1.40	0.716751
helftvandu~y	1.53	0.652995
vrijstaand~y	1.37	0.730553
parkoorgcl~y	2.08	0.479790
tuindummy	6.69	0.149520
o~uitenkan~y	8.29	0.120637
bw19051930~y	2.12	0.471344
bw19311944~y	1.83	0.545014
bw19451959~y	1.35	0.738623
bw19601970~y	1.69	0.592183
bw19711980~y	1.64	0.610600
bw19811990~y	1.61	0.622834
bw19912000~y	1.64	0.611449
bw2001dummy	1.49	0.672808
jaar		
1991	1.18	0.850190
1997	1.18	0.846287
1993	1.26	0.796042
1994	1.20	0.832902
1995	1.30	0.770593
1996	1.29	0.773297
1997	1.30	0.771679
1998	1.65	0.605430
1999	1.79	0.558289
2000	2.01	0.497115
2001	2.07	0.483019
2002	2.16	0.462824
2003	1.96	0.509415
2004	2.18	0.459388
2005	2.13	0.469363
2006	2.17	0.460749
2007	2.15	0.466089
2008	2.03	0.492108
2009	1.86	0.536956
2010	1.82	0.549665
2011	1.77	0.565965
2012	1.79	0.559742
2013	1.77	0.566430
2014	2.03	0.492864
2015	2.16	0.462823
2016	2.20	0.454638
2017	2.10	0.476616
2018	2.14	0.467406
2019	2.14	0.466403
2020	2.22	0.450716
Mean VIF	2.16	



Bijlage 8. Presentatie semigestructureerde interviews

Semigestructureerde interview
Invloed spoorondertunneling op woningwaarde
Een onderzoek naar het effect van ondertunneling van het spoor op de waarde van woningen in de directe omgeving

1

Agenda

- Presentatie onderzoek
 - Aanleiding
 - Onderzoeksvraag
 - Onderzoeksopzet en -methode
 - Resultaten analyse
- Semigestructureerde interview
 - Reflectie resultaten
 - Toepasbaarheid resultaten t.b.v. ontwikkelingen rondom het spoor
 - Verdiepende vragen

2

1

Aanleiding

- Circa 845.000 woningen in Nederland liggen binnen een afstand van 300 meter van het spoor. Tussen de 250.000 en 350.000 omwonenden ervaren (ernstige) hinder en slaapverstoring
- Met de aanhoudende verstedelijking en verdichting wordt de aandacht voor (negatieve) externe effecten van het spoor belangrijker
- Deze omgevingseffecten kunnen leiden tot een suboptimale leefomgeving van bewoners die nabij het spoor wonen.
- Er zijn beperkte inzichten in de financiële effecten van negatieve externaliteiten van het spoor op de waarde van woningen in de nabijheid. Deze inzichten lijken ook niet te worden meegenomen in de keuzes en/ of afwegingen in de planvormingsfase van ruimtelijke initiatieven.

3

Onderzoeksvraag en doel semigestructureerde interview

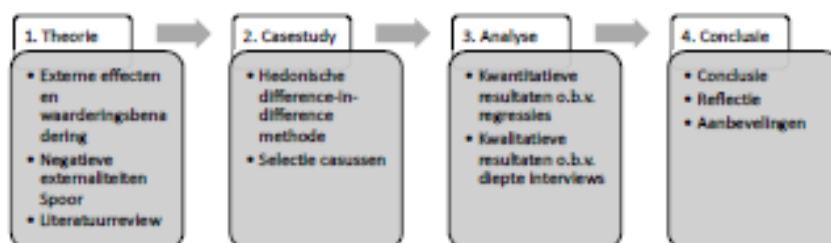
Wat is de invloed van ondertunneling van het spoor op de waarde van woningen in de directe omgeving in Nederlandse steden en hoe kan dit inzicht worden toegepast op de (gebieds)ontwikkelingen van NS?

- Reflectie van resultaten analyse
- Toepasbaarheid resultaten t.b.v. ontwikkelingen rondom het spoor

4

2

Onderzoeksopzet



5

Onderzoeksmethode

- Casestudy bestaat uit meerdere casussen:
 - Almelo Verdlept;
 - Kap van Barendrecht;
 - Salland-Twente-tunnel (Nijverdal);
 - Spoor-tunnel Biet; en
 - Willem van Oranjetunnel (Delft).
- Hedonische prijsanalyse o.b.v. difference-in-difference methode
- Afwijking in waarde van woningen tussen onderzoeks- en controlegroep
 - Onderzoeksgroep: alle woningen binnen 300 meter van het spoor ter hoogte van spooronder-tunneling
 - Controlegroep: alle woningen tussen 300 en 600 meter van het spoor ter hoogte spooronder-tunneling
- Afwijking in woningprijzen toerekenbaar aan geheel of gedeeltelijk afname negatieve externaliteiten
- Onafhankelijke variabele in verschillende tijdsperiodes (tussen 1990 en 2020) wordt gecontroleerd voor woningkarakteristieken, locatie- en afstandsvariabelen en tijdeffecten

6

3

Toepasbaarheid resultaten

- Toepasbaarheid resultaten t.b.v. ontwikkelingen rondom het spoor
 - hoe kan dit inzicht worden toegepast op de (gebieds)ontwikkelingen van NS?
- Wat vind je van de resultaten?
- Wat had je van de resultaten verwacht?
- Vind je de resultaten relevant?
- Wat betekenen de resultaten voor NS?
- Geven de resultaten aanleiding tot een andere aanpak van ontwikkelingen rondom het spoor?
- Geven de resultaten aanleiding om tot andere keuzes/ afwegingen te komen in (gebieds)ontwikkelingen van NS?

11

Verdiepende vragen

- Welke factoren zijn er naast negatieve externaliteiten van het spoor van invloed op de waarde van woningen in de nabijheid?
- Wat vind je van het verdichten rondom het spoor in relatie tot de resultaten?
- Zijn er nog andere zaken die je aan dit onderzoek wil toevoegen?

12

6

Bijlage 9. Regressieanalyses

Basis DID (1)

Linear regression

Number of obs	=	9,653
F(3, 9649)	=	305.41
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.0814
Root MSE	=	.46442

lnprijsm2	Robust					
	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
voorstartbouwallen	-.2224426	.0129125	-17.23	0.000	-.2477539	-.1971314
tijdensbouwallen	.1654313	.0114285	14.48	0.000	.1430291	.1878336
naeindbouwallen	.1736621	.0136011	12.77	0.000	.1470011	.2003231
_cons	7.550589	.0068187	1107.34	0.000	7.537223	7.563955

Variable	VIF	1/VIF
voorstartb~n	1.12	0.891490
naeindbouw~n	1.10	0.912650
tijdensbouw~n	1.09	0.915293
Mean VIF	1.10	

Woningkarakteristieken (2)

Linear regression

Number of obs	=	9,653
F(22, 9630)	=	284.75
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.4211
Root MSE	=	.36904

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnprijsm2						
voorstartbouwallen	-.2307354	.0099168	-23.27	0.000	-.2501745	-.2112963
tijdensbouwallen	.0484974	.0101212	4.79	0.000	.0286578	.0683371
naeindbouwallen	.1306608	.0126244	10.35	0.000	.1059143	.1554073
woon	-.0011574	.0002263	-5.11	0.000	-.001601	-.0007138
nkamers	.030524	.006406	4.76	0.000	.0179668	.0430811
appartementdummy	.4281671	.0160954	26.60	0.000	.3966167	.4597175
schakelwoningdummy	-.0351329	.0522788	-0.67	0.502	-.1376104	.0673446
hoekwoningdummy	-.0017003	.0135206	-0.04	0.000	-.1082035	-.0551971
helftvandubbelwoningdummy	-.264827	.0178889	-14.80	0.000	-.2998929	-.229761
vrijstaandewoningdummy	-.0439983	.0255863	-1.72	0.086	-.0941528	.0061562
parkeergelegenheiddummy	.0349781	.0116099	3.01	0.003	.0122203	.0577359
tuindummy	.4458804	.0145083	30.73	0.000	.4174411	.4743198
onderhoudbinnenkantgoeddummy	.0608621	.0162322	3.75	0.000	.0290436	.0926806
onderhoudbuitenkantgoeddummy	.1019134	.0177357	5.75	0.000	.0671476	.1366792
bw19051930dummy	-.291421	.0134527	-21.66	0.000	-.3177912	-.2650509
bw19311944dummy	-.2951805	.0144737	-20.39	0.000	-.323552	-.266809
bw19451959dummy	-.412439	.021539	-19.15	0.000	-.4546599	-.3702181
bw19601970dummy	-.5037909	.014966	-33.66	0.000	-.5331273	-.4744545
bw19711980dummy	-.4195339	.0159071	-26.37	0.000	-.4507152	-.3883526
bw19811990dummy	-.3720776	.01462	-25.45	0.000	-.4007359	-.3434193
bw19912000dummy	-.0578654	.014469	-4.00	0.000	-.0862277	-.0295032
bw2001dummy	-.0422709	.0195484	-2.16	0.031	-.0805899	-.003952
_cons	7.343413	.0238524	307.87	0.000	7.296657	7.390169

Variable	VIF	1/VIF
appartemen~y	2.76	0.361721
nkamers	2.59	0.385768
woon	2.41	0.414777
tuindummy	2.16	0.462991
o~uitenkan~y	2.10	0.475350
o~innenkan~y	2.10	0.476059
bw19051930~y	1.74	0.574081
bw19311944~y	1.61	0.620124
parkeergel~y	1.53	0.653684
bw19601970~y	1.52	0.656547
bw19912000~y	1.51	0.663317
bw19711980~y	1.46	0.682694
bw19811990~y	1.44	0.695368
bw2001dummy	1.41	0.708961
helftvandu~y	1.38	0.724483
vrijstaand~y	1.29	0.772926
bw19451959~y	1.29	0.778167
hoekwoning~y	1.23	0.815225
voorstartb~n	1.21	0.826324
naeindbouw~n	1.16	0.858630
tijdensbouw~n	1.14	0.874816
schakelwon~y	1.04	0.965269
Mean VIF	1.64	

Postcode 4-niveaueffect (3a)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs = 9,653
 F(22, 9617) = 330.23
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.6363
 Adj R-squared = 0.6350
 Root MSE = 0.2927

	lnprijsm2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
	voorstartbouwallen	-.2074858	.0080437	-25.79	0.000	-.2232531 -.1917186
	tijdensbouwallen	.0311566	.0098545	3.16	0.002	.0118398 .0504734
	naeindbouwallen	.2486551	.0099424	25.01	0.000	.2291659 .2681442
	woon	-.0016769	.0000887	-18.91	0.000	-.0018508 -.0015031
	nkamers	.01907	.0031189	6.37	0.000	.0137562 .0259838
	appartementdummy	.2635319	.0109024	24.17	0.000	.2421609 .2849028
	schakelwoningdummy	.0960609	.0364337	2.64	0.008	.0246512 .1674866
	hoekwoningdummy	.0131806	.0101871	1.29	0.196	-.0067883 .0331494
	helftvandubbelwoningdummy	.0480975	.0129568	3.71	0.000	.0226995 .0734954
	vrijstaandewoningdummy	.2949251	.0159914	18.44	0.000	.2635785 .3262717
	parkeergelegenheiddummy	.0689525	.0089427	7.71	0.000	.0514229 .086482
	tuindummy	.415871	.0088748	46.86	0.000	.3984745 .4332675
	onderhoudbinnenkantgoeddummy	.0893853	.012518	7.14	0.000	.0648474 .1139231
	onderhoudbuitenkantgoeddummy	.0759132	.0132725	5.72	0.000	.0498962 .1019301
	bw19051930dummy	-.0812383	.0106482	-7.63	0.000	-.1021111 -.0603655
	bw19311944dummy	-.082989	.011713	-7.09	0.000	-.1059489 -.060029
	bw19451959dummy	-.0996146	.0164539	-6.05	0.000	-.1318678 -.0673614
	bw19601970dummy	-.1184933	.0153685	-7.71	0.000	-.1486188 -.0883679
	bw19711980dummy	-.199698	.0147469	-13.54	0.000	-.2286051 -.170791
	bw19811990dummy	-.101954	.0144304	-7.07	0.000	-.1302406 -.0736673
	bw19912000dummy	.1193999	.0164697	7.25	0.000	.0871158 .151684
	bw2001dummy	.1751906	.0185946	9.42	0.000	.1387413 .2116399
	_cons	7.236084	.0168464	429.53	0.000	7.203062 7.269106
	pc_n	F(13, 9617) = 437.707 0.000			{14 categories}	

Variable	VIF	1/VIF
nkamers	18.82	0.053134
o~uitenkan~y	16.57	0.060334
o~innenkan~y	14.67	0.068149
woon	13.11	0.076260
tuindummy	3.59	0.278569
appartemen~y	3.25	0.307736
parkeergel~y	2.06	0.485495
bw19051930~y	2.04	0.489373
bw19311944~y	1.81	0.551948
bw19601970~y	1.64	0.609548
bw19912000~y	1.62	0.617044
bw19711980~y	1.55	0.644297
bw19811990~y	1.53	0.652988
helftvandu~y	1.52	0.658877
voorstartb~n	1.48	0.677576
bw2001dummy	1.46	0.683533
hoekwoning~y	1.38	0.723527
vrijstaand~y	1.36	0.733487
naeindbouw~n	1.34	0.748984
bw19451959~y	1.31	0.764966
tijdensbou~n	1.29	0.775528
schakelwon~y	1.04	0.958484
Mean VIF	4.29	

Postcode 4-niveaueffect (3b)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs = 9,653
 F(20, 9619) = 355.72
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.6330
 Adj R-squared = 0.6317
 Root MSE = 0.2940

	lnprijsm2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
voorstartbouwallen		-.2076409	.0080755	-25.71	0.000	-.2234707 -.1918112
tijdensbouwallen		.0309002	.0098988	3.12	0.002	.0114981 .0503024
naeindbouwallen		.2495467	.0099734	25.02	0.000	.2299968 .2690966
woon		-.0013012	.000064	-20.33	0.000	-.0014266 -.0011757
appartementdummy		.2535423	.0108065	23.46	0.000	.2323593 .2747253
schakelwoningdummy		.0894242	.0365858	2.44	0.015	.0177083 .16114
hoekwoningdummy		.0138757	.0102318	1.36	0.175	-.0061808 .0339321
helftvandubbelwoningdummy		.047111	.0130133	3.62	0.000	.0216021 .0726198
vrijstaandewoningdummy		.2911021	.0160494	18.14	0.000	.2596418 .3225624
parkeergelegenheiddummy		.0714933	.008977	7.96	0.000	.0538966 .0890901
tuindummy		.4223742	.0088692	47.62	0.000	.4049887 .4397598
onderhoudbuitenkantgoeddummy		.1404047	.0094327	14.88	0.000	.1219145 .1588948
bw19051930dummy		-.0759587	.0106443	-7.14	0.000	-.0968237 -.0550936
bw19311944dummy		-.0740346	.0116413	-6.36	0.000	-.096854 -.0512152
bw19451959dummy		-.0941259	.016469	-5.72	0.000	-.1264086 -.0618432
bw19601970dummy		-.1089502	.0153213	-7.11	0.000	-.1389832 -.0789172
bw19711980dummy		-.1971478	.0147962	-13.32	0.000	-.2261515 -.1681441
bw19811990dummy		-.1018732	.0144779	-7.04	0.000	-.1302529 -.0734936
bw19912000dummy		.118088	.0165392	7.14	0.000	.0856677 .1505083
bw2001dummy		.1746209	.0186676	9.35	0.000	.1380285 .2112134
_cons		7.29464	.0154809	471.20	0.000	7.264294 7.324986
pc_n		F(13, 9619) =	436.036	0.000		{14 categories}

Variable	VIF	1/VIF
o~uitenkan~y	6.44	0.155318
woon	5.03	0.198797
tuindummy	3.26	0.306962
appartemen~y	3.21	0.311274
parkeergel~y	2.05	0.486701
bw19051930~y	1.93	0.517400
bw19311944~y	1.69	0.591607
bw19912000~y	1.62	0.618691
bw19601970~y	1.55	0.643442
bw19711980~y	1.53	0.652878
bw19811990~y	1.52	0.658137
helftvandu~y	1.52	0.659140
bw2001dummy	1.46	0.685211
voorstartb~n	1.45	0.687376
hoekwoning~y	1.38	0.725828
vrijstaand~y	1.36	0.734773
naeindbouw~n	1.33	0.752240
tijdensbouw~n	1.28	0.778553
bw19451959~y	1.27	0.787416
schakelwon~y	1.04	0.959063
Mean VIF	2.10	

Afstandseffecten (4a)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs = 9,653
 F(22, 9617) = 324.36
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.6335
 Adj R-squared = 0.6322
 Root MSE = 0.2938

	lnprijsm2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
	voorstartbouwallen	-.1934548	.0127456	-15.18	0.000	-.2184388 -.1684708
	tijdensbouwallen	.0452176	.013827	3.27	0.001	.0181138 .0723215
	naeindbouwallen	.2638947	.0139533	18.91	0.000	.2365434 .291246
	woon	-.0013175	.0000641	-20.54	0.000	-.0014433 -.0011918
	appartementdummy	.2573989	.0109696	23.46	0.000	.2358962 .2789016
	schakelwoningdummy	.0912203	.0365777	2.49	0.013	.0195203 .1629202
	hoekwoningdummy	.014748	.0102295	1.44	0.149	-.005304 .0348
	helftvandubbelwoningdummy	.0499414	.0130315	3.83	0.000	.024397 .0754858
	vrijstaandewoningdummy	.2933	.0160666	18.26	0.000	.2618062 .3247939
	parkeergelegenheiddummy	.070024	.008983	7.88	0.000	.0532154 .0884326
	tuindummy	.4222406	.0088642	47.63	0.000	.4048649 .4396163
	onderhoudbuitenkantgoeddummy	.1406078	.0094284	14.91	0.000	.1221261 .1590895
	bw19051930dummy	-.0818975	.0107682	-7.61	0.000	-.1030054 -.0607895
	bw19311944dummy	-.0839555	.0120029	-6.99	0.000	-.1074838 -.0604272
	bw19451959dummy	-.103121	.0166449	-6.20	0.000	-.1357486 -.0704935
	bw19601970dummy	-.1160676	.015437	-7.52	0.000	-.1463274 -.0858078
	bw19711980dummy	-.2000489	.0148166	-13.50	0.000	-.2290926 -.1710051
	bw19811990dummy	-.1022766	.0145444	-7.03	0.000	-.1307866 -.0737665
	bw19912000dummy	.1169393	.016533	7.07	0.000	.0845312 .1493474
	bw2001dummy	.1699673	.0187037	9.09	0.000	.1333042 .2066304
	Distance_Spoor	.0000325	.0000389	0.83	0.404	-.0000438 .0001088
	Distance_Station	.0000491	.0000152	3.22	0.001	.0000192 .000079
	_cons	7.252494	.0227118	319.33	0.000	7.207974 7.297014
	pc_n	F(13, 9617) = 433.148 0.000			{14 categories}	

Variable	VIF	1/VIF
Distance_S~r	11.28	0.088662
o~uitenkan~y	7.67	0.130309
Distance_S~n	7.53	0.132759
woon	6.11	0.163786
appartementen~y	3.95	0.253060
tuindummy	3.68	0.271392
voorstartb~n	2.33	0.428274
bw19051930~y	2.09	0.479509
parkeergel~y	2.06	0.485184
naeindbouw~n	1.93	0.519303
bw19311944~y	1.82	0.548950
tijdensbou~n	1.80	0.555330
bw19601970~y	1.66	0.601269
bw19912000~y	1.62	0.615960
bw19711980~y	1.59	0.630460
bw19811990~y	1.54	0.651175
helftvandu~y	1.52	0.658711
bw2001dummy	1.47	0.679556
hoekwoning~y	1.39	0.720810
vrijstaand~y	1.36	0.734558
bw19451959~y	1.34	0.745170
schakelwon~y	1.04	0.958930
Mean VIF	3.04	

Afstandseffecten (4b)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs = 9,653
 F(21, 9618) = 339.78
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.6335
 Adj R-squared = 0.6322
 Root MSE = 0.2938

	lnprijsm2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
	voorstartbouwallen	-.2015575	.0002517	-24.43	0.000	-.2177326 -.1853823
	tijdensbouwallen	.0373016	.0100561	3.71	0.000	.0175896 .0570137
	naeindbouwallen	.2558881	.0101272	25.27	0.000	.2360367 .2757396
	woon	-.0013179	.0000641	-20.55	0.000	-.0014437 -.0011922
	appartementdummy	.2584955	.0108904	23.74	0.000	.2371481 .2798429
	schakelwoningdummy	.0918156	.0365701	2.51	0.012	.0201304 .1635007
	hoekwoningdummy	.0148101	.0102291	1.45	0.148	-.0052411 .0348612
	helftvandubbelwoningdummy	.049997	.0130311	3.84	0.000	.0244533 .0755406
	vrijstaandewoningdummy	.2937495	.0160573	18.29	0.000	.2622739 .3252251
	parkeergelegenheiddummy	.0705253	.0089758	7.86	0.000	.052931 .0881197
	tuindummy	.4222716	.008864	47.64	0.000	.4048964 .4396469
	onderhoudbuitenkantgoeddummy	.1407117	.0094275	14.93	0.000	.1222318 .1591915
	bw19051930dummy	-.0818632	.010768	-7.60	0.000	-.1029707 -.0607557
	bw19311944dummy	-.0843458	.0119936	-7.03	0.000	-.1078558 -.0608358
	bw19451959dummy	-.1025292	.0166295	-6.17	0.000	-.1351266 -.0699318
	bw19601970dummy	-.1156825	.0154299	-7.50	0.000	-.1459282 -.0854367
	bw19711980dummy	-.2002803	.0148138	-13.52	0.000	-.2293185 -.1712421
	bw19811990dummy	-.1034492	.0144761	-7.15	0.000	-.1318253 -.0750731
	bw19912000dummy	.117092	.0165317	7.08	0.000	.0846864 .1494976
	bw2001dummy	.1704874	.018693	9.12	0.000	.1338452 .2071295
	Distance_Station	.0000523	.0000148	3.54	0.000	.0000233 .0000812
	_cons	7.26439	.0176758	410.98	0.000	7.229742 7.299038
	pc_n	F(13, 9618) = 436.377			0.000	(14 categories)

Variable	VIF	1/VIF
o~uitenkan~y	6.87	0.145569
Distance_S~n	5.92	0.168970
woon	5.68	0.176108
tuindummy	3.41	0.293373
appartementen~y	3.31	0.302295
parkeergel~y	2.06	0.485195
bw19051930~y	2.03	0.491850
bw19311944~y	1.80	0.554580
bw19912000~y	1.62	0.617366
bw19601970~y	1.60	0.626779
bw19711980~y	1.56	0.642987
bw19811990~y	1.53	0.653238
helftvandu~y	1.52	0.658749
bw2001dummy	1.47	0.681506
voorstartb~n	1.46	0.685551
hoekwoning~y	1.38	0.722774
vrijstaand~y	1.36	0.734769
naeindbouw~n	1.36	0.737434
tijdensbou~n	1.30	0.771215
bw19451959~y	1.30	0.771845
schakelwon~y	1.04	0.958992
Mean VIF	2.36	

Jaareffecten (5a)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs = 9,653
 F(51, 9588) = 606.19
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.8429
 Adj R-squared = 0.8479
 Root MSE = 0.1890

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
voorstartbouwallen	-.0075729	.0058502	-1.29	0.196	-.0190406	.0038947
tijdensbouwallen	.0256679	.0060045	3.77	0.000	.0123296	.0390061
naeindbouwallen	-.0060651	.0071834	-0.84	0.399	-.0201461	.0080016
woon	-.0014115	.0006413	-34.14	0.000	-.0014925	-.0013304
appartementdummy	-.041393	.0079434	-5.21	0.000	-.0569637	-.0258222
schakelwoningdummy	.0976018	.023565	4.14	0.000	.0514095	.1437941
hoekwoningdummy	.0086615	.0065841	1.32	0.188	-.0042446	.0215677
helftvandubbelwoningdummy	.0655032	.0084144	7.78	0.000	.0490092	.0819973
vrijstaandewoningdummy	.2326559	.0103637	22.45	0.000	.2123408	.252971
parkeergelegenheiddummy	.0936578	.005787	16.18	0.000	.0823141	.1050016
tuindummy	.0527763	.007291	7.24	0.000	.0384844	.0670682
onderhoudbuitenkantgoeddummy	.1432188	.0066786	23.56	0.000	.1313035	.1551341
bw19051930dummy	-.0567816	.0069461	-8.17	0.000	-.0703976	-.0431657
bw19311944dummy	-.0250332	.0077534	-3.23	0.001	-.0402315	-.0098349
bw19451959dummy	-.0656797	.0107331	-6.12	0.000	-.0867187	-.0446406
bw19601970dummy	-.1032455	.009943	-10.38	0.000	-.1227359	-.083755
bw19711980dummy	-.163598	.0095557	-17.12	0.000	-.1823291	-.1448668
bw19811990dummy	-.0822528	.0093467	-8.80	0.000	-.1005743	-.0639312
bw19912000dummy	.066659	.0106644	6.25	0.000	.0457546	.0875634
bw2001dummy	.0986291	.0121065	8.15	0.000	.0748978	.1223604
Distance_Station	.00005	9.51e-06	5.26	0.000	.0000313	.0000686
jaar						
1991	.0339903	.029042	1.17	0.242	-.0229382	.0909188
1992	.0998556	.029082	3.43	0.001	.0428487	.1568624
1993	.1352669	.0272259	4.97	0.000	.0818983	.1886354
1994	.2428918	.0287061	8.46	0.000	.1866218	.2991619
1995	.3214395	.0263333	12.21	0.000	.2698206	.3730584
1996	.3908258	.0260506	15.00	0.000	.3397611	.4418906
1997	.5365206	.025728	20.85	0.000	.4860882	.586953
1998	.5544526	.0234617	23.63	0.000	.5084627	.6004425
1999	.6734813	.0230391	28.25	0.000	.6267516	.7202111
2000	.8006637	.0246244	33.33	0.000	.7535708	.8477565
2001	.8957984	.0239253	37.44	0.000	.8488997	.9426971
2002	.936738	.0238169	39.33	0.000	.8900519	.9834241
2003	.9731813	.0240405	40.48	0.000	.9260568	1.020306
2004	1.019487	.0237214	42.98	0.000	.9729876	1.065985
2005	1.067483	.0237809	44.89	0.000	1.020867	1.114099
2006	1.116807	.0238879	46.75	0.000	1.069982	1.163633
2007	1.162415	.0238383	48.76	0.000	1.115687	1.209143
2008	1.180464	.0246343	49.12	0.000	1.133352	1.227577
2009	1.125265	.0243981	46.12	0.000	1.077439	1.17309
2010	1.126188	.0248018	45.41	0.000	1.077571	1.174804
2011	1.142772	.0250593	45.60	0.000	1.093651	1.191894
2012	1.078625	.0247924	43.51	0.000	1.030027	1.127224
2013	1.04568	.0249493	41.91	0.000	.9967743	1.094586
2014	1.076131	.0243629	44.17	0.000	1.028375	1.123888
2015	1.1199	.0240011	46.66	0.000	1.072853	1.166947
2016	1.167804	.0238979	48.87	0.000	1.120959	1.214649
2017	1.274118	.0240609	52.95	0.000	1.226954	1.321283
2018	1.340278	.024149	55.50	0.000	1.292941	1.387615
2019	1.419053	.0240932	58.90	0.000	1.371826	1.466281
2020	1.494419	.0240165	62.22	0.000	1.447341	1.541496
_cons	6.517571	.0234396	278.06	0.000	6.471624	6.563518
pc_n	F(13, 9588) = 814.486			0.000	{14 categories}	

Variable	VIF	1/VIF
voorstartb~n	1.92	0.521215
lijdensbou~n	1.50	0.668195
naeindbouw~n	1.68	0.596804
woon	6.49	0.154173
appartement~y	5.90	0.169406
schakelwon~y	1.05	0.955145
hoekwoning~y	1.40	0.716391
helftvandu~y	1.53	0.652837
vrijstaand~y	1.37	0.730442
parkeergel~y	2.09	0.479250
tuindummy	6.70	0.149213
o~uilenkan~y	8.30	0.120529
bw19051930~y	2.15	0.465411
bw19311944~y	1.89	0.530272
bw19451959~y	1.36	0.735746
bw19601970~y	1.70	0.588371
bw19711980~y	1.64	0.608802
bw19811990~y	1.61	0.622404
bw19912000~y	1.64	0.611407
bw2001dummy	1.49	0.671572
Distance_S~n	7.32	0.136553
jaar		
1991	1.22	0.822685
1992	1.23	0.815548
1993	1.30	0.767515
1994	1.24	0.808111
1995	1.36	0.737648
1996	1.36	0.737268
1997	1.38	0.726590
1998	1.81	0.551387
1999	1.99	0.501974
2000	2.20	0.454247
2001	2.28	0.438353
2002	2.41	0.415544
2003	2.19	0.457501
2004	2.40	0.415858
2005	2.38	0.420962
2006	2.42	0.412975
2007	2.40	0.416975
2008	2.25	0.444479
2009	2.06	0.486127
2010	2.00	0.500792
2011	1.92	0.521096
2012	1.96	0.510811
2013	1.93	0.518507
2014	2.24	0.446712
2015	2.41	0.414817
2016	2.47	0.404900
2017	2.34	0.427037
2018	2.38	0.419502
2019	2.42	0.413232
2020	2.48	0.403238
Mean VIF	2.37	

Jaareffecten (5b)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs = 9,653
 F(50, 9589) = 616.05
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.8484
 Adj R-squared = 0.8474
 Root MSE = 0.1892

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
voorstarbouwwallen	-.0135054	.0057482	-2.35	0.019	-.0247731	-.0022377
tijdensbouwwallen	.0195978	.006715	2.92	0.004	.0064349	.0327607
naeindbouwwallen	-.0119694	.0071049	-1.68	0.092	-.0258965	.0019576
woon	-.0013955	.0000413	-33.00	0.000	-.0014765	-.0013146
appartementdummy	-.0462875	.0078996	-5.86	0.000	-.0617723	-.0308027
schakelwoningdummy	.0952877	.0235935	4.04	0.000	.0490394	.141536
hoekwoningdummy	.0077801	.006591	1.18	0.238	-.0051397	.0207
helftvandubbelwoningdummy	.0627501	.0084097	7.46	0.000	.0462652	.079235
vrijstaandewoningdummy	.2301268	.0103669	22.20	0.000	.2098055	.2504482
parkeergelegenheiddummy	.0945735	.0057924	16.33	0.000	.0832191	.1059278
luindummy	.0527151	.0073011	7.22	0.000	.0384034	.0670268
onderhoudbuitenkantgoeddummy	.1429375	.0060868	23.48	0.000	.1310061	.1548689
bw19051930dummy	-.051065	.00687	-7.43	0.000	-.0645315	-.0375984
bw19311944dummy	-.0153352	.0075316	-2.01	0.045	-.0298997	-.0003718
bw19451959dummy	-.0575442	.0106356	-5.41	0.000	-.0783921	-.0366962
bw19601970dummy	-.0967156	.0098788	-9.79	0.000	-.1160801	-.0773511
bw19711980dummy	-.1605641	.0095514	-16.81	0.000	-.1792069	-.1418412
bw19811990dummy	-.08807076	.0093551	-8.63	0.000	-.0990455	-.0623697
bw19912000dummy	.0676461	.0106775	6.34	0.000	.0467159	.0885763
bw2001dummy	.1026413	.0120992	8.48	0.000	.0789244	.1263503
jaar						
1991	.0352245	.0290813	1.21	0.226	-.0217811	.0922301
1992	.101903	.0291197	3.50	0.000	.0448223	.1589838
1993	.1369301	.0272618	5.02	0.000	.0834911	.190369
1994	.2432486	.0287458	8.46	0.000	.1869007	.2995966
1995	.3232271	.0263677	12.26	0.000	.2715409	.3749134
1996	.3918609	.026006	15.02	0.000	.3407268	.442995
1997	.538507	.0257609	20.90	0.000	.4888102	.5890039
1998	.5552901	.0234937	23.64	0.000	.5092375	.6013427
1999	.6763545	.0238659	28.34	0.000	.6295723	.7231368
2000	.8012023	.0240575	33.30	0.000	.7540446	.84836
2001	.8971648	.0239571	37.45	0.000	.8502038	.9441257
2002	.9390288	.0230459	39.38	0.000	.8922857	.9857718
2003	.9751519	.0240709	40.51	0.000	.9279677	1.022336
2004	1.020501	.0237535	42.96	0.000	.9739388	1.067062
2005	1.069141	.0238118	44.90	0.000	1.022464	1.115017
2006	1.119322	.0239163	46.80	0.000	1.072441	1.166203
2007	1.164204	.0238689	48.77	0.000	1.117416	1.210992
2008	1.181544	.0240668	49.09	0.000	1.134368	1.22872
2009	1.12656	.0244307	46.11	0.000	1.078671	1.174449
2010	1.127653	.0248346	45.41	0.000	1.078972	1.176334
2011	1.143474	.0250937	45.57	0.000	1.094285	1.192663
2012	1.080496	.0248242	43.53	0.000	1.031835	1.129157
2013	1.046721	.0249831	41.90	0.000	.9977492	1.095694
2014	1.077021	.0243961	44.15	0.000	1.0292	1.124042
2015	1.121651	.0240321	46.67	0.000	1.074543	1.168759
2016	1.169848	.0239279	48.89	0.000	1.122945	1.216752
2017	1.275399	.024093	52.94	0.000	1.228172	1.322627
2018	1.340759	.0241824	55.44	0.000	1.293356	1.388161
2019	1.421136	.0241233	58.91	0.000	1.373849	1.468423
2020	1.495494	.024049	62.19	0.000	1.448353	1.542635
_cons	6.545126	.0228773	286.10	0.000	6.500282	6.589971
pc_n	F(13, 9589) = 820.372			0.000	(14 categories)	

Variable	VIF	1/VIF
voorstartb~n	1.88	0.532277
tijdensbou~n	1.46	0.685246
naeindbouw~n	1.61	0.619523
woon	6.37	0.156991
appartement~y	5.85	0.170796
schakelwon~y	1.05	0.955183
hoekwoning~y	1.40	0.716751
helftvandu~y	1.53	0.652995
vrijstaand~y	1.37	0.730553
parkoergcl~y	2.08	0.479790
tuindummy	6.69	0.149520
o~uitcnkan~y	8.29	0.120637
bw19051930~y	2.12	0.471344
bw19311944~y	1.83	0.545014
bw19451959~y	1.35	0.738623
bw19601970~y	1.69	0.592183
bw19711980~y	1.64	0.610600
bw19811990~y	1.61	0.622834
bw19912000~y	1.64	0.611449
bw2001dummy	1.49	0.672808
jaar		
1991	1.18	0.850190
1992	1.18	0.846287
1993	1.26	0.796042
1994	1.20	0.832902
1995	1.30	0.770593
1996	1.29	0.773297
1997	1.30	0.771679
1998	1.65	0.605430
1999	1.79	0.558289
2000	2.01	0.497115
2001	2.07	0.483019
2002	2.16	0.462824
2003	1.96	0.509415
2004	2.18	0.459388
2005	2.13	0.469363
2006	2.17	0.460749
2007	2.15	0.466089
2008	2.03	0.492108
2009	1.86	0.536956
2010	1.82	0.549665
2011	1.77	0.565965
2012	1.79	0.559742
2013	1.77	0.566430
2014	2.03	0.492864
2015	2.16	0.462823
2016	2.20	0.454638
2017	2.10	0.476616
2018	2.14	0.467406
2019	2.14	0.466403
2020	2.22	0.450716
Mean VIF	2.16	

Bijlage 10. Gevoeligheidsanalyses

Postcode 6-niveaueffect (6a)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs = 9,653
 F(51, 8942) = 634.72
 Prob > F = 0.0000
 R squared = 0.8842
 Adj R-squared = 0.8750
 Root MSE = 0.1713

	Inprijsr2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
	voorstartbouwallen	-.018709	.0099513	-1.88	0.060	-.0382158 .0007978
	tijdensbouwallen	.0215592	.0105072	2.05	0.040	.0009627 .0421556
	naeindbouwallen	-.0140654	.0112363	-1.25	0.211	-.0360912 .0079603
	woon	-.0016058	.0006455	-35.32	0.000	-.0016949 -.0015167
	appartementdummy	-.0993409	.0091531	-10.85	0.000	-.1172831 -.0813987
	schakelwoningdummy	.0753148	.0249487	3.02	0.003	.0264097 .1242199
	hoekwoningdummy	.0084763	.0064022	1.32	0.186	-.0040736 .0210262
	helftvandubbelwoningdummy	.0724539	.0101599	7.13	0.000	.0525381 .0923696
	vrijstaandewoningdummy	.2333856	.0125994	18.52	0.000	.2086878 .2580834
	parkeergelegenheiddummy	.085847	.0063525	13.51	0.000	.0733947 .0982993
	tuindummy	.0354906	.0070086	5.06	0.000	.0217522 .0492291
	onderhoudbuitenkantgoeddummy	.1422445	.0058073	24.49	0.000	.1308609 .153628
	bw19051930dummy	-.0687844	.007468	-9.21	0.000	-.0834234 -.0541454
	bw19311944dummy	-.0725838	.0089863	-8.08	0.000	-.0901989 -.0549686
	bw19451959dummy	-.0649306	.0146389	-4.44	0.000	-.0936261 -.0362351
	bw19601970dummy	-.1460024	.0149263	-9.78	0.000	-.1752613 -.1167434
	bw19711980dummy	-.0896568	.0135502	-6.62	0.000	-.1162184 -.0630952
	bw19811990dummy	-.0945104	.0145531	-6.49	0.000	-.1230378 -.065983
	bw19912000dummy	.0460308	.0123184	3.74	0.000	.021884 .0701777
	bw2001dummy	.1055045	.0151689	6.96	0.000	.07577 .1352389
	Distance_station	-.0000148	.0000187	-0.79	0.430	-.0000514 .0000219
	jaar					
	1991	.0326681	.0274735	1.19	0.234	-.0211862 .0865224
	1992	.1076682	.027459	3.92	0.000	.0538422 .1614942
	1993	.1353224	.0258153	5.24	0.000	.0847185 .1859264
	1994	.2501827	.0272085	9.20	0.000	.1968479 .3035175
	1995	.3247845	.0249432	13.02	0.000	.2758901 .3736789
	1996	.4040006	.0246613	16.38	0.000	.3556589 .4523423
	1997	.5176	.0243882	21.22	0.000	.4697935 .5654065
	1998	.5503543	.0222512	24.73	0.000	.5067368 .5939717
	1999	.6079331	.0226435	26.88	0.000	.5643547 .6512115
	2000	.6150176	.022821	27.11	0.000	.5702832 .6597519
	2001	.6121773	.0227008	26.95	0.000	.5676785 .6576761
	2002	.6421395	.0226002	28.41	0.000	.597838 .7064411
	2003	.6814725	.0228067	29.87	0.000	.6367661 .726179
	2004	1.030247	.0225529	45.68	0.000	.9860385 1.074456
	2005	1.076281	.0226203	47.58	0.000	1.03194 1.120622
	2006	1.122568	.0226715	49.51	0.000	1.078126 1.167009
	2007	1.175427	.0226311	51.94	0.000	1.131065 1.21979
	2008	1.198671	.0228133	52.54	0.000	1.153951 1.24339
	2009	1.147928	.0231932	49.49	0.000	1.102465 1.193392
	2010	1.141736	.023559	48.46	0.000	1.095555 1.187917
	2011	1.152914	.0237718	48.50	0.000	1.106316 1.199512
	2012	1.09024	.023547	46.30	0.000	1.044082 1.136397
	2013	1.046175	.0237104	44.12	0.000	.9996975 1.092653
	2014	1.083439	.0231621	46.78	0.000	1.038836 1.128841
	2015	1.136718	.022842	49.76	0.000	1.091943 1.181494
	2016	1.182847	.022609	52.11	0.000	1.138352 1.227343
	2017	1.276726	.0228777	55.81	0.000	1.23188 1.321571
	2018	1.357638	.023049	58.90	0.000	1.312457 1.402819
	2019	1.430793	.0229809	62.26	0.000	1.385745 1.47584
	2020	1.510814	.0228681	66.07	0.000	1.465988 1.555841
	_cons	6.612821	.0260357	253.99	0.000	6.561785 6.663857
	pc6dummy	F(659, 8942) =	23.698	0.000		(660 categories)

Variable	VIF	1/VIF
voorstartb~n	1.92	0.521215
tijdensbou~n	1.50	0.668195
naeindbou~n	1.68	0.596804
woon	6.49	0.154173
appartement~y	5.90	0.169406
schakelwon~y	1.05	0.955145
hoekwoning~y	1.40	0.716391
helftvandu~y	1.53	0.652837
vrijstaand~y	1.37	0.730442
parkeergel~y	2.09	0.479250
tuindummy	6.70	0.149213
o~uitenkan~y	8.30	0.120529
bw19051930~y	2.15	0.465411
bw19311944~y	1.09	0.530272
bw19451959~y	1.36	0.735746
bw19601970~y	1.70	0.588371
bw19711980~y	1.64	0.608802
bw19811990~y	1.61	0.622404
bw19912000~y	1.64	0.611407
bw2001dummy	1.49	0.671572
Distance_S~n	7.32	0.136553
jaar		
1991	1.22	0.822685
1992	1.23	0.815548
1993	1.30	0.767515
1994	1.24	0.808111
1995	1.36	0.737648
1996	1.36	0.737260
1997	1.38	0.726590
1998	1.01	0.551387
1999	1.99	0.501974
2000	2.20	0.454247
2001	2.28	0.438353
2002	2.41	0.415544
2003	2.19	0.457501
2004	2.40	0.415858
2005	2.38	0.420962
2006	2.42	0.412975
2007	2.40	0.416975
2008	2.25	0.444479
2009	2.06	0.486127
2010	2.00	0.500792
2011	1.92	0.521096
2012	1.96	0.510811
2013	1.93	0.518587
2014	2.24	0.446712
2015	2.41	0.414817
2016	2.47	0.404900
2017	2.34	0.427037
2018	2.38	0.419502
2019	2.42	0.413232
2020	2.48	0.403238
Mean VIF	2.37	

Postcode 6-niveaueffect (6b)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs = 9,653
 F(50, 8943) = 647.43
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.8842
 Adj R-squared = 0.8750
 Root MSE = 0.1713

lnprijs#2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
voorstarbouwwallen	-.0174998	.0098323	-1.78	0.075	-.0367734 .0017739
tijdensbouwwallen	.0228539	.010378	2.20	0.028	.0025107 .0431972
naeindbouwwallen	-.0128643	.0111325	-1.16	0.248	-.0346864 .0089579
woon	-.0016061	.0000455	-35.33	0.000	-.0016952 -.001517
appartementdummy	-.0983818	.0090718	-10.84	0.000	-.1161646 -.0805989
schakelwoningdummy	.0751385	.0249471	3.01	0.003	.0262364 .1240406
hockwoningdummy	.0084723	.0064021	1.32	0.186	-.0040773 .0210219
helftvandubbelwoningdummy	.0727381	.0101533	7.16	0.000	.0528353 .0926409
vrijstaandewoningdummy	.2338952	.0125826	18.59	0.000	.2092304 .25856
parkeergelegenheiddummy	.0857962	.006352	13.51	0.000	.0733448 .0982476
luindummy	.035623	.0070065	5.08	0.000	.0210887 .0493572
onderhoudbuitenkantgoeddummy	.1424029	.0058037	24.54	0.000	.1310264 .1537794
bw19051930dummy	-.0690431	.0074606	-9.25	0.000	-.0836677 -.0544185
bw19311944dummy	-.0731953	.0089526	-8.18	0.000	-.0907444 -.0556462
bw19451959dummy	-.0649943	.0146383	-4.44	0.000	-.0936888 -.0362998
bw19601970dummy	-.1457441	.0149224	-9.77	0.000	-.1749954 -.1164928
bw19711980dummy	-.0092804	.0135415	-6.59	0.000	-.1158249 -.0627359
bw19811990dummy	-.0929341	.014415	-6.45	0.000	-.1211907 -.0646774
bw19912000dummy	.0465648	.0122995	3.79	0.000	.0224549 .0706746
bw2001dummy	.1058645	.0151617	6.98	0.000	.0761441 .1355848
jaar					
1991	.0326188	.0274728	1.19	0.235	-.0212342 .0864718
1992	.1075197	.0274578	3.92	0.000	.0536961 .1613433
1993	.1351395	.0258137	5.24	0.000	.0845386 .1857403
1994	.2499956	.0272068	9.19	0.000	.1966639 .3033272
1995	.3246359	.024942	13.02	0.000	.275744 .3735279
1996	.4038581	.0246601	16.38	0.000	.3555187 .4521975
1997	.5172175	.0243829	21.21	0.000	.4694215 .5650135
1998	.5502653	.0222504	24.73	0.000	.5066493 .5938812
1999	.6876908	.0226409	30.37	0.000	.6433095 .7320722
2000	.8147737	.0228184	35.71	0.000	.7700445 .859503
2001	.9118475	.0226965	40.18	0.000	.8673572 .9563378
2002	.9418212	.0225961	41.68	0.000	.8975277 .9861147
2003	.9812007	.0228036	43.03	0.000	.9365004 1.025901
2004	1.030026	.0225506	45.68	0.000	.9858219 1.074231
2005	1.076043	.0226178	47.57	0.000	1.031707 1.12038
2006	1.122288	.0226683	49.51	0.000	1.077853 1.166723
2007	1.175107	.022627	51.93	0.000	1.130753 1.219461
2008	1.198369	.0228096	52.54	0.000	1.153657 1.243081
2009	1.14767	.0231903	49.49	0.000	1.102211 1.193128
2010	1.141525	.023557	48.46	0.000	1.095348 1.187702
2011	1.152608	.0237696	48.49	0.000	1.106094 1.199202
2012	1.089979	.0235442	46.30	0.000	1.043827 1.136131
2013	1.045962	.0237084	44.12	0.000	.9994879 1.092436
2014	1.003242	.0231602	46.77	0.000	1.037843 1.128641
2015	1.136463	.0228393	49.76	0.000	1.091693 1.181233
2016	1.182711	.0226979	52.11	0.000	1.138218 1.227204
2017	1.276414	.0228738	55.80	0.000	1.231576 1.321252
2018	1.357468	.0230475	58.90	0.000	1.312289 1.402646
2019	1.430504	.0229775	62.26	0.000	1.385463 1.475545
2020	1.510479	.0228637	66.06	0.000	1.465661 1.555297
_cons	6.602984	.0228553	288.90	0.000	6.558183 6.647786
pc6dummy	F(659, 8943) =	23.945	0.000		(660 categories)

Variable	VIF	1/VIF
voorstartb~n	1.88	0.532277
tijdensbou~n	1.46	0.685246
naeindbouw~n	1.61	0.619523
woon	6.37	0.156991
appartementen~y	5.85	0.170796
schakelwon~y	1.05	0.955183
hoekwoning~y	1.40	0.716751
helftvandu~y	1.53	0.652995
vrijstaand~y	1.37	0.730553
parkoergcl~y	2.08	0.479790
tuindummy	6.69	0.149520
o~uitcnkan~y	8.29	0.120637
bw19051930~y	2.12	0.471344
bw19311944~y	1.83	0.545014
bw19451959~y	1.35	0.738623
bw19601970~y	1.69	0.592183
bw19711980~y	1.64	0.610600
bw19811990~y	1.61	0.622834
bw19912000~y	1.64	0.611449
bw2001dummy	1.49	0.672808
jaar		
1991	1.18	0.850190
1992	1.18	0.846287
1993	1.26	0.796042
1994	1.20	0.832902
1995	1.30	0.770593
1996	1.29	0.773297
1997	1.30	0.771679
1998	1.65	0.605430
1999	1.79	0.558289
2000	2.01	0.497115
2001	2.07	0.483019
2002	2.16	0.462824
2003	1.96	0.509415
2004	2.18	0.459388
2005	2.13	0.469363
2006	2.17	0.460749
2007	2.15	0.466089
2008	2.03	0.492108
2009	1.86	0.536956
2010	1.82	0.549665
2011	1.77	0.565965
2012	1.79	0.559742
2013	1.77	0.566430
2014	2.03	0.492864
2015	2.16	0.462823
2016	2.20	0.454638
2017	2.10	0.476616
2018	2.14	0.467406
2019	2.14	0.466403
2020	2.22	0.450716
Mean VIF	2.16	

Controlegroep woningen < 300 m buiten onderzoeksgroep (7a)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	7,791
F(51, 7715)	=	530.80
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8691
Adj R-squared	=	0.8679
Root MSE	=	0.1940

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
voorstartoewallen1	-.0372515	.0099807	-3.73	0.000	-.0568164	-.0176867
tijdensoewallen1	.0453005	.0106528	4.25	0.000	.0244182	.0661828
naeindoewallen1	.069977	.0105456	6.64	0.000	.0493048	.0906493
woon	-.0012973	.0006518	-25.05	0.000	-.0013988	-.0011958
appartementdummy	-.0253753	.0097778	-2.60	0.009	-.0445423	-.0062082
schakelwoningdummy	.0639244	.0203915	3.13	0.002	.0239514	.1038974
hoekwoningdummy	.0230463	.0069947	3.29	0.001	.0093348	.0367579
helftvandubbelwoningdummy	.0519723	.0083252	6.24	0.000	.0356526	.068292
vrijstaandewoningdummy	.2282511	.0105929	21.55	0.000	.2074861	.2490161
parkeergelegenheiddummy	.0876175	.0062519	14.01	0.000	.075362	.0998729
tuindummy	.0389899	.0082792	4.71	0.000	.0227604	.0552195
onderhoudbuitenkantgoeddummy	.163258	.0069926	23.35	0.000	.1495506	.1769654
bw19051930dummy	-.0710743	.0084768	-8.38	0.000	-.0876911	-.0544575
bw19311944dummy	-.0139848	.0097961	-1.43	0.153	-.0331877	.0052182
bw19451959dummy	-.0579816	.0116032	-5.00	0.000	-.0807271	-.0352361
bw19601970dummy	-.0803877	.0113299	-7.00	0.000	-.1105973	-.0661781
bw19711980dummy	-.0706362	.0124529	-5.67	0.000	-.0950473	-.0462252
bw19811990dummy	-.0623458	.0107055	-5.82	0.000	-.0833314	-.0413602
bw19912000dummy	.1283129	.013029	9.85	0.000	.1027726	.1538533
bw2001dummy	.1292196	.0156848	8.24	0.000	.0984732	.1599661
Distance_Station	.000042	0.00e-06	5.23	0.000	.0000263	.0000570
jaar						
1991	.0080447	.0286377	0.28	0.779	-.048093	.0641823
1992	.0507568	.02871	1.77	0.077	-.0055226	.1070361
1993	.1738307	.0269023	6.46	0.000	.1211028	.2265746
1994	.258411	.0283773	9.11	0.000	.2027839	.3140382
1995	.324851	.0261669	12.41	0.000	.2735568	.3761453
1996	.3852615	.0263363	14.63	0.000	.3336352	.4368877
1997	.5582761	.0264416	21.11	0.000	.5064434	.6101088
1998	.5746785	.0242301	23.72	0.000	.5271809	.622176
1999	.7303587	.0245064	29.80	0.000	.6823195	.7783978
2000	.8105511	.0248148	32.66	0.000	.7619075	.8591948
2001	.9156754	.0250216	36.60	0.000	.8666262	.9647246
2002	.9678756	.0247648	39.08	0.000	.9193298	1.016421
2003	1.018976	.0250726	40.64	0.000	.9698269	1.068125
2004	1.043443	.0245672	42.47	0.000	.9952846	1.091602
2005	1.097287	.0248229	44.20	0.000	1.049628	1.145947
2006	1.139655	.024542	46.44	0.000	1.091546	1.187764
2007	1.177733	.0248051	47.48	0.000	1.129108	1.226358
2008	1.190794	.0249455	47.74	0.000	1.141894	1.239694
2009	1.120805	.0256977	43.62	0.000	1.07043	1.171179
2010	1.10516	.0259467	42.59	0.000	1.054297	1.156022
2011	1.101072	.0263199	41.83	0.000	1.049478	1.152666
2012	1.053455	.0264943	39.76	0.000	1.001519	1.105391
2013	1.003318	.0263246	38.11	0.000	.9517146	1.054921
2014	1.041238	.0256214	40.64	0.000	.9910134	1.091463
2015	1.075447	.0253097	42.49	0.000	1.025833	1.125061
2016	1.112773	.0247902	44.89	0.000	1.064178	1.161369
2017	1.207787	.0249317	48.44	0.000	1.158914	1.25666
2018	1.256966	.0252411	49.80	0.000	1.207486	1.306445
2019	1.33507	.0251672	53.05	0.000	1.285736	1.384405
2020	1.427771	.0247868	57.60	0.000	1.379183	1.47836
_cons	6.355763	.0250749	253.47	0.000	6.306609	6.404916
pc_n	F(24, 7715) =		407.812	0.000	{25 categories}	

Variable	VIF	1/VIF
voorstart~n1	2.68	0.372464
tijdensbo~n1	1.91	0.524353
naeindbou~n1	1.98	0.504186
woon	7.66	0.130629
appartement~y	4.49	0.222794
schakelwon~y	1.06	0.944191
hoekwoning~y	1.45	0.689716
helftvanduy	1.64	0.608450
vrijstaand~y	1.76	0.569640
parkeergel~y	2.14	0.467830
tuindummy	7.51	0.133155
o~uitenkan~y	8.26	0.121116
bw19051930~y	2.21	0.452395
bw19311944~y	1.60	0.594139
bw19451959~y	1.65	0.606643
bw19601970~y	1.79	0.557149
bw19711980~y	1.65	0.604384
bw19811990~y	2.13	0.469479
bw19912000~y	1.78	0.562101
bw2001dummy	1.42	0.702583
Distance_S~n	3.48	0.287747
jaar		
1991	1.27	0.789309
1992	1.28	0.780288
1993	1.38	0.722248
1994	1.29	0.772543
1995	1.46	0.685652
1996	1.43	0.698587
1997	1.41	0.706817
1998	1.76	0.568367
1999	1.96	0.510662
2000	2.19	0.456428
2001	2.24	0.447087
2002	2.32	0.430685
2003	2.14	0.466366
2004	2.35	0.425241
2005	2.24	0.447263
2006	2.42	0.413362
2007	2.32	0.431526
2008	2.17	0.461755
2009	1.96	0.509717
2010	2.04	0.491078
2011	1.92	0.520106
2012	1.85	0.539160
2013	1.89	0.528588
2014	2.15	0.464477
2015	2.25	0.445217
2016	2.44	0.409427
2017	2.32	0.431933
2018	2.40	0.417449
2019	2.38	0.420800
2020	2.57	0.388451
Mean VIF	2.36	

Controlegroep woningen < 300 m buiten onderzoeksgroep (7b)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	7,791
F(50, 7716)	=	539.03
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8687
Adj R-squared	=	0.8674
Root MSE	=	0.1943

	lnprijs#2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
voorsarlbouwallen1		-.0574587	.0092175	-6.23	0.000	-.0755275 -.0393898
tijdensbouwallen1		.0240073	.0098602	2.43	0.015	.0046787 .043336
naeindbouwallen1		.0478457	.0096751	4.95	0.000	.0288799 .0668115
woon		-.001291	.0000519	-24.90	0.000	-.0013927 -.0011893
appartementdummy		-.0312756	.009729	-3.21	0.001	-.050347 -.0122042
schakelworingdummy		.0655791	.0204239	3.21	0.001	.0255428 .1056154
hoekworingdummy		.0231836	.0070066	3.31	0.001	.0094487 .0369184
helftvandubbelworingdummy		.0525876	.0083386	6.31	0.000	.0362417 .0689335
vrijstaandeworingdummy		.2301389	.0106048	21.70	0.000	.2093506 .2509273
parkeergelegenheiddummy		.0879797	.0062622	14.05	0.000	.0757041 .1002553
luindummy		.0377603	.00829	4.55	0.000	.0215097 .0540109
onderhoudbuitenkantgoeddummy		.164129	.0070025	23.44	0.000	.1504021 .1778558
bw19051930dummy		-.0663933	.0084437	-7.86	0.000	-.0829453 -.0498412
bw19311944dummy		-.0042494	.0096338	-0.44	0.659	-.0231343 .0146356
bw19451959dummy		-.0528796	.0115818	-4.57	0.000	-.0755831 -.030176
bw19601970dummy		-.0824371	.0112918	-7.30	0.000	-.104572 -.0603021
bw19711980dummy		-.070411	.012474	-5.64	0.000	-.0948635 -.0459505
bw19811990dummy		-.0574647	.0106829	-5.38	0.000	-.078406 -.0365234
bw19912000dummy		.1260669	.0130441	9.66	0.000	.1004969 .1516369
bw2001dummy		.1306983	.015709	8.32	0.000	.0999044 .1614921
jaar						
1991		.0100903	.0286838	0.35	0.725	-.0461378 .0663184
1992		.0541154	.0287517	1.88	0.060	-.0022459 .1104766
1993		.1777079	.026938	6.60	0.000	.1249021 .2305137
1994		.2604008	.0284231	9.16	0.000	.2046839 .3161178
1995		.3274024	.026207	12.49	0.000	.2760297 .3787752
1996		.3893462	.0263696	14.76	0.000	.3376547 .4410377
1997		.5597266	.0264852	21.13	0.000	.5078083 .6116448
1998		.5779629	.0242632	23.82	0.000	.5304003 .6255254
1999		.7340237	.0245381	29.91	0.000	.6859223 .782125
2000		.8139544	.0248485	32.76	0.000	.7652445 .8626642
2001		.9191531	.0250594	36.68	0.000	.8700376 .9682605
2002		.9715455	.0247971	39.18	0.000	.9229365 1.020154
2003		1.022722	.0251051	40.74	0.000	.9735095 1.071935
2004		1.047251	.0245983	42.57	0.000	.9990312 1.09547
2005		1.100681	.0248568	44.28	0.000	1.051955 1.149407
2006		1.144395	.0245671	46.58	0.000	1.096237 1.192553
2007		1.183271	.0248248	47.66	0.000	1.134608 1.231934
2008		1.194349	.0249788	47.81	0.000	1.145384 1.243315
2009		1.125019	.0257288	43.73	0.000	1.074584 1.175455
2010		1.109508	.0259776	42.71	0.000	1.058585 1.160431
2011		1.104461	.0263567	41.90	0.000	1.052795 1.156128
2012		1.057013	.0265307	39.84	0.000	1.005005 1.10902
2013		1.006325	.0263632	38.17	0.000	.9546458 1.058004
2014		1.045796	.0256502	40.77	0.000	.9955142 1.096077
2015		1.080601	.0253336	42.65	0.000	1.03094 1.130262
2016		1.117145	.0248184	45.01	0.000	1.068495 1.165796
2017		1.212829	.0249555	48.60	0.000	1.16391 1.261749
2018		1.261489	.0252693	49.92	0.000	1.211954 1.311024
2019		1.340593	.0251878	53.22	0.000	1.291218 1.389968
2020		1.432261	.0248118	57.74	0.000	1.383973 1.481248
_cons		6.388454	.0243241	262.64	0.000	6.340772 6.436136
pc_n		F(24, 7716) =	424.419	0.000		(25 categories)

Variable	VIF	1/VIF
voorstart~n1	2.64	0.379081
tijdensbo~n1	1.86	0.537903
naeindbou~n1	1.89	0.529102
woon	7.61	0.131486
appartementen~y	4.45	0.224841
schakelwon~y	1.06	0.944466
hoekwoning~y	1.45	0.689729
helftvandu~y	1.64	0.608487
vrijstaand~y	1.72	0.580757
parkoergr~y	2.13	0.469081
tuindummy	7.45	0.134231
o~uitcnkan~y	8.25	0.121200
bw19051930~y	2.21	0.452572
bw19311944~y	1.67	0.597349
bw19451959~y	1.64	0.609355
bw19601970~y	1.78	0.562953
bw19711980~y	1.65	0.605228
bw19811990~y	2.13	0.469487
bw19912000~y	1.78	0.562143
bw2001dummy	1.42	0.702751
jaar		
1991	1.25	0.799863
1992	1.27	0.788790
1993	1.36	0.736410
1994	1.28	0.783172
1995	1.43	0.699399
1996	1.39	0.716868
1997	1.39	0.720649
1998	1.70	0.588754
1999	1.87	0.535838
2000	2.10	0.476875
2001	2.14	0.467858
2002	2.22	0.450830
2003	2.05	0.486996
2004	2.25	0.445153
2005	2.14	0.468043
2006	2.30	0.435495
2007	2.20	0.453747
2008	2.07	0.483209
2009	1.88	0.532456
2010	1.94	0.515162
2011	1.85	0.541892
2012	1.78	0.561330
2013	1.82	0.548667
2014	2.04	0.490176
2015	2.12	0.470963
2016	2.30	0.435720
2017	2.18	0.458972
2018	2.26	0.443132
2019	2.23	0.448415
2020	2.41	0.414862
Mean VIF	2.27	

Controlegroep alle woningen in gemeentes (8a)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	51,471
F(51, 51380)	=	3425.94
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8428
Adj R-squared	=	0.8426
Root MSE	=	0.1808

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Intervall]
lnprijsr2					
voorstartoewallen2	-.0402265	.0044652	-9.01	0.000	-.0489784 -.0314746
tijdensoowallen2	.0462562	.0057319	8.07	0.000	.0350217 .0574907
naeindoewallen2	.0605102	.0055256	10.95	0.000	.04968 .0713403
woon	-.0018507	.0000226	-82.04	0.000	-.0018949 -.0018065
appartementdummy	-.0070214	.0036204	-24.04	0.000	-.00941175 -.00463105
schakelwoningdummy	.1234418	.0059405	20.78	0.000	.1117903 .1350952
hoekwoningdummy	.0309979	.0026599	11.65	0.000	.0257846 .0362113
helftvandubbelwoningdummy	.1000051	.002939	34.03	0.000	.0942447 .1057655
vrijstaandewoningdummy	.3291097	.0037668	87.37	0.000	.3217268 .3364925
parkeergelegenheiddummy	.1173723	.0021844	53.73	0.000	.1139907 .1207539
tuindummy	-.0183972	.0030068	-6.12	0.000	-.0242906 -.0125038
onderhoudbuitenkantgoeddummy	.1291404	.0030216	42.74	0.000	.123218 .1350627
bw19051930dummy	-.0826427	.0045959	-17.98	0.000	-.0916507 -.0736346
bw19311944dummy	-.0367738	.005007	-7.34	0.000	-.0465875 -.02696
bw19451959dummy	-.0851721	.0053166	-16.02	0.000	-.0955927 -.0747516
bw19601970dummy	-.0971723	.0040808	-19.91	0.000	-.1067386 -.0876059
bw19711980dummy	-.0860403	.0050179	-17.15	0.000	-.0958754 -.0762052
bw19811990dummy	-.0298166	.0050193	-5.94	0.000	-.0396545 -.0199787
bw19912000dummy	.0601192	.004994	12.04	0.000	.0503309 .0699074
bw2001dummy	.1012844	.0056126	18.05	0.000	.0902837 .1122851
Distance_Station	.000011	2.01e-06	5.45	0.000	7.01e-06 .0000149
jaar					
1991	.0309174	.0111344	2.78	0.005	.0090939 .0527409
1992	.0893211	.0109898	8.13	0.000	.0677809 .1108613
1993	.1778756	.0107489	16.55	0.000	.1568077 .1989435
1994	.2740453	.0110427	24.82	0.000	.2524016 .2956891
1995	.3373381	.0105176	32.07	0.000	.3167234 .3579528
1996	.4410955	.0102085	43.21	0.000	.4210868 .4611042
1997	.5489039	.0098863	55.52	0.000	.5295267 .5682811
1998	.5990702	.0092206	64.97	0.000	.5809978 .6171426
1999	.7530257	.0093848	80.24	0.000	.7346314 .7714199
2000	.9034098	.0095381	94.72	0.000	.884715 .9221046
2001	.9953579	.009461	105.21	0.000	.9768142 .1.013902
2002	1.037914	.0094609	109.64	0.000	1.019359 .1.056469
2003	1.078725	.0093715	115.11	0.000	1.0609357 .1.097094
2004	1.114518	.0093551	119.13	0.000	1.096182 .1.132854
2005	1.144157	.0093369	122.54	0.000	1.125857 .1.162458
2006	1.182445	.0093428	126.56	0.000	1.164133 .1.200757
2007	1.222692	.0093533	130.72	0.000	1.204359 .1.241024
2008	1.232418	.0094771	130.04	0.000	1.213842 .1.250993
2009	1.166305	.0096776	120.52	0.000	1.147417 .1.185354
2010	1.178109	.0097119	121.31	0.000	1.159074 .1.197145
2011	1.171863	.0098684	118.75	0.000	1.152521 .1.191205
2012	1.116466	.0097601	114.39	0.000	1.097336 .1.135596
2013	1.060283	.0098156	108.02	0.000	1.041045 .1.079522
2014	1.092748	.0094975	115.06	0.000	1.074133 .1.111364
2015	1.114759	.0093597	119.10	0.000	1.096414 .1.133105
2016	1.161171	.0091924	126.32	0.000	1.143154 .1.179189
2017	1.237227	.0092615	133.59	0.000	1.219075 .1.25538
2018	1.309678	.0092821	141.10	0.000	1.291485 .1.327871
2019	1.38897	.0092406	150.31	0.000	1.370858 .1.407081
2020	1.400161	.0092035	160.83	0.000	1.462122 .1.4982
_cons	6.409758	.0099844	641.98	0.000	6.390189 .6.429328
pc_n	F(39, 51380) =	1629.312	0.000		{40 categories}

Variable	VIF	1/VIF
voorstart~n2	1.19	0.840966
lijdensbo~n2	1.12	0.896314
naeindbou~n2	1.11	0.904230
woon	11.73	0.085263
appartement~y	4.81	0.208046
schakelwon~y	1.12	0.892451
hoekwoning~y	1.48	0.674738
helftvandu~y	1.98	0.505107
vrijstaand~y	2.02	0.496149
parkeergel~y	2.63	0.379510
tuindummy	7.62	0.131302
o~uilenkan~y	12.30	0.081329
bw19051930~y	2.61	0.382653
bw19311944~y	2.06	0.485654
bw19451959~y	2.02	0.494154
bw19601970~y	3.91	0.255782
bw19711980~y	3.91	0.256019
bw19811990~y	3.57	0.279945
bw19912000~y	4.14	0.241761
bw2001dummy	2.66	0.375659
Distance_S~n	4.74	0.210906
jaar		
1991	1.32	0.758230
1992	1.34	0.745650
1993	1.38	0.724694
1994	1.34	0.747220
1995	1.43	0.700604
1996	1.49	0.672342
1997	1.57	0.635068
1998	2.03	0.492952
1999	2.17	0.460333
2000	2.26	0.442545
2001	2.44	0.409379
2002	2.48	0.403014
2003	2.62	0.382276
2004	2.71	0.369521
2005	2.72	0.367197
2006	2.79	0.359034
2007	2.74	0.364651
2008	2.48	0.402806
2009	2.20	0.453937
2010	2.18	0.459317
2011	2.03	0.491677
2012	2.11	0.474111
2013	2.04	0.489049
2014	2.43	0.411097
2015	2.62	0.381179
2016	3.03	0.329767
2017	2.80	0.356768
2018	2.74	0.365087
2019	2.77	0.361345
2020	2.84	0.352134
Mean VIF	2.86	

Controlegroep alle woningen in gemeentes (8b)

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	51,471
F(50, 51381)	=	3491.91
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8428
Adj R-squared	=	0.8425
Root MSE	=	0.1809

	Lnprjns#2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
	voorsarlbouwallen2	-.0446247	.0043929	-10.16	0.000	-.0532348 -.0360146
	tijdensbouwallen2	.0419573	.0056789	7.39	0.000	.0308267 .0530888
	naeindbouwallen2	.0546993	.0054232	10.09	0.000	.0440698 .0653287
	woon	-.0018467	.0000226	-81.89	0.000	-.0018909 -.0018025
	appartementdummy	-.0885404	.0036107	-24.52	0.000	-.0956174 -.0814634
	schakelworingdummy	.1239641	.0059414	20.86	0.000	.112319 .1356093
	hoekworingdummy	.0308984	.0026606	11.61	0.000	.0256837 .0361131
	helftvandubbelworingdummy	.1003044	.0029393	34.13	0.000	.0945434 .1060654
	vrijstaandeworingdummy	.3299465	.0037647	87.64	0.000	.3225678 .3373253
	parkeergelegenheiddummy	.1171339	.0021846	53.62	0.000	.112852 .1214158
	luindummy	-.0191102	.0030048	-6.36	0.000	-.0249996 -.0132208
	onderhoudbuitenkantgoeddummy	.1290405	.0030224	42.70	0.000	.1231166 .1349644
	bw19051930dummy	-.0825549	.0045972	-17.96	0.000	-.0915654 -.0735444
	bw19311944dummy	-.0357983	.0050052	-7.15	0.000	-.0456095 -.0259881
	bw19451959dummy	-.0843256	.0053158	-15.86	0.000	-.0947445 -.0739066
	bw19601970dummy	-.0949912	.0048657	-19.52	0.000	-.1045279 -.0854544
	bw19711980dummy	-.083008	.0049099	-16.65	0.000	-.0928683 -.0733076
	bw19811990dummy	-.0267004	.0049988	-5.35	0.000	-.0364769 -.0169238
	bw19912000dummy	.0622494	.00498	12.50	0.000	.0524885 .0720104
	bw2001dummy	.1020743	.0056123	18.19	0.000	.0910741 .1130744
	jaar					
	1991	.0316942	.0111366	2.85	0.004	.0090664 .053522
	1992	.0901375	.0109919	8.20	0.000	.0685933 .1116816
	1993	.1782663	.0107516	16.58	0.000	.157193 .1993396
	1994	.2750174	.0110443	24.90	0.000	.2533705 .2966643
	1995	.338023	.0105198	32.13	0.000	.317404 .358642
	1996	.4415805	.0102109	43.25	0.000	.421567 .461594
	1997	.5500716	.0098867	55.64	0.000	.5306935 .5694496
	1998	.6002312	.0092207	65.10	0.000	.5821586 .6183039
	1999	.7544125	.0093839	80.39	0.000	.7360198 .7728051
	2000	.9047918	.0095374	94.87	0.000	.8860984 .9234853
	2001	.9968615	.0094596	105.38	0.000	.9783206 1.015403
	2002	1.039573	.0094647	109.84	0.000	1.021022 1.058124
	2003	1.080474	.0093686	115.33	0.000	1.062111 1.098836
	2004	1.116117	.0093531	119.33	0.000	1.097785 1.13445
	2005	1.145692	.0093352	122.73	0.000	1.127395 1.163989
	2006	1.184125	.0093403	126.78	0.000	1.165818 1.202432
	2007	1.224295	.0093513	130.92	0.000	1.205966 1.242624
	2008	1.234174	.0094743	130.27	0.000	1.215605 1.252744
	2009	1.168107	.0096751	120.73	0.000	1.149144 1.18707
	2010	1.179636	.0097106	121.48	0.000	1.160603 1.198669
	2011	1.173151	.0098683	118.88	0.000	1.153808 1.192493
	2012	1.118002	.0097588	114.56	0.000	1.098875 1.13713
	2013	1.061671	.009815	108.17	0.000	1.042434 1.080909
	2014	1.09415	.0094967	115.21	0.000	1.075536 1.112763
	2015	1.116202	.0093585	119.27	0.000	1.097859 1.134545
	2016	1.162624	.0091911	126.49	0.000	1.144609 1.180638
	2017	1.238827	.0092595	133.79	0.000	1.220678 1.256975
	2018	1.311186	.0092806	141.28	0.000	1.292996 1.329376
	2019	1.390416	.0092394	150.49	0.000	1.372307 1.408526
	2020	1.481667	.0092019	161.02	0.000	1.463631 1.499703
	_cons	6.423082	.0096829	663.34	0.000	6.404103 6.442061
	pc_n	F(39, 51381) =	1647.541	0.000		(40 categories)

Variable	VIF	1/VIF
voorstart~n2	1.16	0.863831
tijdensbo~n2	1.10	0.912169
naeindbou~n2	1.07	0.931813
woon	11.72	0.085311
appartementen~y	4.72	0.211708
schakelwon~y	1.12	0.892695
hoekwoning~y	1.48	0.674771
helftvandu~y	1.97	0.506576
vrijstaand~y	2.00	0.499280
parkoergr~y	2.63	0.379528
tuindummy	7.59	0.131677
o~uitcnkan~y	12.30	0.081332
bw19051930~y	2.61	0.383235
bw19311944~y	2.05	0.487412
bw19451959~y	2.02	0.496111
bw19601970~y	3.88	0.257887
bw19711980~y	3.77	0.265518
bw19811990~y	3.47	0.287814
bw19912000~y	3.95	0.252953
bw2001dummy	2.45	0.407618
jaar		
1991	1.30	0.766661
1992	1.33	0.753488
1993	1.37	0.732238
1994	1.32	0.755908
1995	1.41	0.709178
1996	1.47	0.680977
1997	1.55	0.646180
1998	1.98	0.503980
1999	2.12	0.471858
2000	2.20	0.453615
2001	2.38	0.420475
2002	2.41	0.414780
2003	2.53	0.394746
2004	2.63	0.380887
2005	2.64	0.378956
2006	2.69	0.371086
2007	2.66	0.375861
2008	2.41	0.415230
2009	2.15	0.465999
2010	2.13	0.470205
2011	1.99	0.503058
2012	2.05	0.486690
2013	2.00	0.500927
2014	2.37	0.422471
2015	2.55	0.392432
2016	2.93	0.340988
2017	2.71	0.368841
2018	2.66	0.375895
2019	2.69	0.371740
2020	2.76	0.362184
Mean VIF	2.77	