



**Directie Landregistratie en Geografie
Ruimte en Advies**

Effect van offshore windmolenparken op woningprijzen

Opdrachtgever

Ministerie van Infrastructuur & Milieu

Auteur(s)

Lars Brugman MSc – Kadaster

Prof. dr. Jan Rouwendal – Vrije Universiteit Amsterdam

Or Levkovich MSc – Vrije Universiteit Amsterdam

Datum

November 2013



Datum
November 2013

Titel
**Invloed offshore windmolenparken op
woningprijzen**

Versie
Definitief

Blad
1 van 38

Effect van offshore windmolenparken op woningprijzen

Opdrachtgever

Ministerie van Infrastructuur & Milieu

Status

Eindconcept

Verspreiding

Ministerie van Infrastructuur & Milieu

Inhoudsopgave

Conclusie – samenvatting	3
1 Inleiding	5
2 Methode	7
2.1 Gehanteerde methodiek: Repeat-sales.....	7
2.2 Transactie data.....	8
2.3 Selectiecriteria voor en keuze van treatment en controle-gebieden.....	9
2.3.1 <i>Selectie treatment-gebied</i>	9
2.3.1.1 <i>Selectie treatment-gebied op basis van zicht vanuit woning</i>	10
2.3.1.2 <i>Selectie treatment-gebied op basis van nabijheid</i>	11
2.3.2 <i>Selectie controlegebied</i>	11
2.3.3 <i>Robuustheidscontroles: vergelijking van prijsindices en samenstelling woningtypen treatment en controlegebieden</i>	14
3 Resultaten	16
3.1 Uitkomsten regressiemodellen	16
3.2 Uitkomsten analyse transactiedynamiek	21
Bijlage 1: Eerder onderzoek naar effecten windturbines op woningprijzen	24
Bijlage 2: Toelichting repeat-sales methode	26
• Toegepaste methode: repeat-sales methode	27
• Repeat-sales regressiemodel.....	28
• Zichtbaarheidsanalyse	29
Bijlage 3: Robuustheidscontrole 1 – prijsindices	30
Bijlage 4: Robuustheidscontrole 2 – opstellen verschillende regressiemodellen (in wetenschappelijke opmaak)	33

Conclusie – samenvatting

Vraagstelling: effecten offshore windmolenparken op woningprijzen

De discussie over het vergroten van het aandeel windenergie middels het bijplaatsen van windturbines op zee en de mogelijke waarde-effecten van deze windmolenparken, vormen gezamenlijk aanleiding om het voorliggende onderzoek uit te voeren. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft het Kadaster en de Vrije Universiteit gevraagd deze studie uit te voeren met behulp van de repeat-sales methode. Deze methode vergelijkt de prijs van dezelfde woning op verschillende tijdstippen en meet het effect van de plaatsing van windturbines op huizenprijzen aan de kust. Dit kan door de prijsontwikkeling van de woningen op locaties waar windmolens voor de kust staan te vergelijken met locaties waarvoor dit niet het geval is. De resultaten van de analyses worden beschreven in dit rapport.

Egmond aan Zee en Bergen aan Zee geschikte locaties voor repeat-sales

Op basis van verschillende selectiecriteria bleken Egmond aan Zee en Bergen aan Zee geschikte locaties voor het uitvoeren van het onderzoek. Voor deze plaatsen bleek het mogelijk niet alleen het directe effect van vestiging van het offshore windpark te onderzoeken, maar ook het anticipatie-effect (prijs effecten die zich al voordoen voordat de vestiging van de molens daadwerkelijk een feit is). Hiervoor werd een repeat-sales model toegepast met een difference-in-difference schatter. Om na te gaan in hoeverre robuuste resultaten konden worden verkregen is gevarieerd met zowel de definities van treatment- en controlegebieden als met de restricties die aan de data werden opgelegd. Het aantal transacties bleek in principe voldoende om de analyses uit te voeren. Als controlegebied – waartegen de prijsstrent wordt afgezet van woningen in het onderzoeksgebied Egmond en Bergen – is gekozen een combinatie van een aantal badplaatsen met vergelijkbare kenmerken als de onderzoeksplaatsen. Daarnaast is de studie ook uitgevoerd met alleen Zandvoort als controlegebied, omdat deze plaats relatief op de meeste criteria goed scoorde als referentie.

Resultaten niet significant of weinig robuust

De centrale uitkomst van het regressie-onderzoek is dat er op basis van de beschikbare transactie-informatie geen prijseffect kan worden geïdentificeerd voor de vestiging van de windmolens op zee. Met het toegepaste model bleek statistisch niet aantoonbaar dat woningen in de badplaatsen met zicht op zee een slechtere waarde-ontwikkeling hebben gekend dan woningen in de controlegebieden. Hierbij moet opgemerkt, dat het beperkte aantal transacties dat wordt waargenomen waarschijnlijk een belangrijke reden is waarom in dit onderzoek een negatief woningwaarde-effect moeilijk kan worden bevestigd dan wel ontkracht. Er worden namelijk grote verschillen gevonden tussen de uitkomsten van de gebruikte modellen.

De resultaten van een modelanalyse met specifiek Zandvoort als referentie, leveren wel aanwijzingen op voor het bestaan van een mogelijk anticipatie-effect. Aan de hand van nadere analyse van de lokale omstandigheden moet echter worden geconcludeerd dat dit effect waarschijnlijk toe te schrijven is aan de nieuwbouw binnen de kom van Zandvoort.

Hoewel de resultaten geen robuust statistisch significant effect van offshore windmolenparken op woningprijzen laten zien, moet worden benadrukt dat dit niet noodzakelijkerwijs betekent dat er geen effect is. Het is mogelijk dat in de toekomst door de plaatsing van nieuwe windmolenparken er nieuwe mogelijkheden ontstaan voor onderzoek.

1 Inleiding

Momenteel liggen er twee windparken binnen zichtafstand van de Nederlandse kust: Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en Prinses Amaliawindpark bij IJmuiden. Deze windparken zijn, afhankelijk van de weersomstandigheden, vanaf de kust te zien. Ten behoeve van het tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten realiseren van duurzame energie wordt door het Rijk opnieuw gekeken naar de mogelijkheden voor windenergie binnen de 12-mijlszone. Daartoe wordt een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse opgesteld, waarin de positieve en negatieve effecten van offshore windmolenparken bij elkaar worden gebracht.

Een van de mogelijke effecten van offshore windmolenparken is een negatief effect op huizenprijzen aan de kust. Voor zover bekend is er nog geen onderzoek uitgevoerd specifiek naar deze waarde-effecten. Ook meer in het algemeen is er zowel in Nederland als daarbuiten relatief weinig onderzoek uitgevoerd naar waarde-effecten van windturbines. In Nederland heeft het Kadaster, in samenwerking met de Vrije Universiteit in 2012-2013 een onderzoek uitgevoerd naar de effecten van windturbines op land. Dit onderzoek, dat met behulp van de repeat-sales methode werd uitgevoerd, liet zien dat wanneer effecten optraden, deze locatiespecifiek zijn en dat er geen sprake is van een uniform negatief effect. Voor één van de onderzochte locaties werden aanwijzingen gevonden voor het optreden van anticipatie-effecten: één jaar voor de komst van windturbines kunnen de prijzen van woningen al beïnvloed worden door de geplande plaatsing van windturbine(s).

In het buitenland is een aantal studies naar waarde-effecten van windturbines verricht¹. Bij deze studies werden, mede door de onderzoeksmethodiek (hedonische methode - toelichting in paragraaf 2.1), geen significante of betrouwbare resultaten gevonden t.a.v. dit prijseffect (zie ook bijlage 1). Heintzelman en Tuttle (2012) pasten naast de hedonische methode ook de methode van herhaalde verkopen (repeat-sales) toe, maar hadden slechts weinig observaties (woningtransacties) in de directe omgeving van windturbines tot hun beschikking. In een recent uitgevoerd grootschalig onderzoek vonden Hoen et al. (2013) geen waarde-effecten als gevolg van de plaatsing van windmolens. Methodisch kunnen bij deze studies echter kanttekeningen worden geplaatst, waardoor de resultaten niet eenduidig te interpreteren zijn.

Het ontbreken van voldoende informatie over waarde-effecten van offshore windmolenparken op woningen en de discussie over het vergroten van het aandeel windenergie middels het bijplaatsen van windturbines op zee was aanleiding voor het ministerie van I&M om het Kadaster en de VU opdracht te geven om waarde-effecten van offshore windmolenparken in kaart te brengen. In dit rapport worden de resultaten van dit onderzoek

¹ Voor zover bekend zijn de volgende 'peer reviewed' of andere belangrijke publicaties verschenen:

- Heintzelman, M.D., & C. M. Tuttle (2012). Values in the wind: a hedonic analysis of wind power facilities. *Land Economics* 88(3): 571-588.
- Hoen, B., R. Wiser, P. Cappers, M. Thayer & G. Sethi (2011). Wind energy facilities and residential properties: the effect of proximity and view on sales prices. *Journal of Real Estate Research* 33:3, 279-316.
- Sims, S. & P. Dent (2007). Property stigma: wind farms are just the latest fashion. *Journal of Property Investment & Finance* 25: 626-651.
- Sims, S., P. Dent & G. Reza Oskrochi (2008): Modelling the impact of wind farms on house prices in the UK, *International Journal of Strategic Property Management* 12:4, 251-269.
- Hoen, B., J. P. Brown, T. Jackson, R. H. Wiser, M. Thayer, & P. Cappers (2013). A Spatial Hedonic Analysis of the Effects of Wind Energy Facilities on Surrounding Property Values in the United States. *Berkely National Laboratory*.

beschreven, waarbij beantwoording van de volgende vraag centraal staat: *Hebben de bestaande offshore windmolenparken een effect gehad op de woningmarkt en zo ja hoe groot is dat effect?*

Hierbij worden de volgende deelvragen onderscheiden:

- 1) In hoeverre is er een prijseffect van offshore windmolenparken op nabijgelegen woningen?
- 2) Kan een anticipatie- of gewenningseffect, voor of na plaatsing van windturbines, worden waargenomen in de waardeontwikkeling en welke omvang heeft dit effect?
- 3) Heeft het plaatsen van windturbines ook andere effecten dan op de prijs, bijvoorbeeld op transactiedynamiek?

De gehanteerde methodiek (repeat sales) en selectie van locaties worden uitgelegd in het nu volgende hoofdstuk. In hoofdstuk 3 worden de resultaten beschreven.

2 Methode

In deze sectie worden kort de repeat-sales methode en de argumenten voor gebruik van deze methodiek toegelicht. Vervolgens wordt in paragraaf 2.2 de gebruikte data besproken, waarna in paragraaf 2.3 de keuze voor treatmentlocaties, controlegebieden en robuustheidscontroles wordt beschreven.

2.1 Gehanteerde methodiek: Repeat-sales

Een onderzoek naar trends en prijsontwikkelingen in de woningmarkt staat of valt met het vermogen om de effecten van verschillende factoren op de prijsvorming te onderscheiden en te isoleren. Twee veel gebruikte methoden voor onderzoek naar de vorming van woningprijzen zijn de hedonische regressieanalyse en de 'repeat-sales' (herhaalde-verkopen) methode.

Van deze twee methodieken geniet de repeat-sales methode voor dit onderzoek de voorkeur. Hedonische prijsanalyse loopt het risico van *omitted variable bias* als niet alle relevante informatie over de prijsbepalende factoren kan worden meegenomen in de analyses, bijvoorbeeld omdat relevante liggings- en andere ruimtelijke of niet-ruimtelijke data te beperkt worden meegenomen in de analyse. Bij repeat-sales wordt dit probleem voorkomen door de prijs van dezelfde woning op verschillende tijdstippen te onderzoeken. Ontbrekende informatie over relevante factoren heeft dan geen invloed op de analyseresultaten, zolang die factoren niet veranderen in de loop van de tijd. Aangezien het om dezelfde woning gaat, zijn de kenmerken van de woning ook dezelfde². Ook als niet alle relevante kenmerken gemeten zijn, zal dit het onderzoek niet verstoren omdat deze kenmerken in beide gevallen niet aanwezig waren.

In dit onderzoek wordt het **repeat-sales model** gecombineerd met een **Difference-In-Differences (DID) schatter**. De waardeontwikkeling van woningen zorgt voor een verschil (difference) in waarde in de tijd. Door nu verschillen in die waardeontwikkeling te bekijken tussen woningen die wel en niet het effect van plaatsing van een windmolen ondergaan, wordt het effect van de plaatsing gemeten.

Dit onderzoek richt zich op meerdere onderzoeksgebieden die verschillen in ruimtelijke en sociaal-demografische kenmerken. Door verschillende studiegebieden te onderzoeken, waarbij de repeat-sales methode inclusief de DID-schatter wordt toegepast, wordt het in principe mogelijk om het effect van windturbines op de waarde van woningen betrouwbaar te onderzoeken. In bijlage 2 wordt de methodiek uitgebreider beschreven.

Bij het vaststellen van eventueel optredende effecten worden in dit onderzoek treatment-, anticipatie- en gewinningseffecten onderscheiden:

- Een treatment-effect is een prijsverandering die, na het plaatsvinden van een relevante gebeurtenis (in dit geval de plaatsing van een offshore windmolenpark) optreedt bij woningen in het

² Het is mogelijk dat de woning in de loop van de tijd is aangepast, bijvoorbeeld door middel van uitbouw, wat een positief prijseffect kan hebben. Case en Quigley (1991) beschrijven in hun artikel *The dynamics of real estate prices* een methodologie die rekening houdt met woningverbeteringen. De informatie hierover moet echter wel beschikbaar zijn; dit is over het algemeen niet het geval.

(Bron: Case, B. & J.M. Quigley, 1991, The dynamics of real estate prices. In: *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 73, No. 1)

onderzoeksgebied, maar niet bij woningen daarbuiten. Een treatment-transactie verwijst naar de eerste woningtransactie die heeft plaatsgevonden na de plaatsing van het windmolenpark.

- Een anticipatie-effect houdt in dat de woningprijzen van woningen in de buurt van een te bouwen windpark in de aanlooperperiode tot de daadwerkelijke bouw al beïnvloed worden. Als aanlooperperiode is in dit onderzoek een periode van drie jaar gekozen. Deze periode is deels subjectief, omdat er niet één moment is aan te wijzen waarop de plaatsing van windmolens ineens van heel onwaarschijnlijk heel waarschijnlijk wordt. Gezien de planperiode van een offshore windmolenpark meerdere jaren beslaat, lijkt een anticipatieperiode van meerdere jaren realistisch. Een transactie wordt beschouwd als een anticipatie-transactie indien de verkoop plaatsvond in het treatmentgebied gedurende drie jaar voor de plaatsing van een windmolenpark en het de eerste verkoop gedurende deze periode is, voordat de windturbine is geplaatst. Indien een woning meerdere keren is verkocht in de anticipatieperiode voorafgaand aan de plaatsing van de turbine, dan wordt alleen de eerste transactie beschouwd als relevant voor het anticipatie-effect. De latere kopers zullen namelijk al op de hoogte zijn van de plaatsing.
- Een gewinningseffect wil zeggen dat na verloop van tijd het treatment-effect geheel of gedeeltelijk verdwijnt. Er wordt nagegaan of de waarde van woningen weer stijgt als de windmolens er langere tijd staan. Indien een transactie plaatsvond in het treatmentgebied in de periode tussen drie en zes jaar na de plaatsing van een windturbine en het niet de eerste transactie is nadat de turbine is geplaatst (dit is immers de treatment-transactie). Helaas bleek het aantal transacties voor alle locaties te laag om het gewinningseffect te kunnen onderzoeken.

2.2 Transactie data

Het toepassen van de repeat-sales methode vereist transacties van zowel vóór als na de vestiging van de windmolenparken. Om na te gaan of een kwantitatieve studie op basis van herhaalde verkopen naar de effecten op woningprijzen haalbaar is, is het van belang na te gaan of er voldoende transacties zijn van woningen in kustlocaties met zicht op offshore windmolenparken. Pas dan kunnen eventueel optredende effecten worden vastgesteld.

Gegevens over transacties zijn bij het Kadaster digitaal beschikbaar vanaf 1993. Voor dit onderzoek is een databestand gebruikt met transacties van woningen in badplaatsen in de provincie Noord-Holland en Zuid-Holland. De data is voor de analyse opgeschoond door uitschieters te verwijderen, namelijk woningen met koopsommen groter dan €1.000.000 en woningen die meer dan 6 keer in periode 1993-2012 zijn verkocht. Ook zijn woningen zonder koopsom, woningen die als onderdeel van een pakketverkoop zijn verkocht en woningen die zijn geveild uit de dataset verwijderd.

Op basis van de eerste fase van dit onderzoek, bestaande uit verkennend veldonderzoek en een analyse van de transactiedata van het Kadaster, bleken er voldoende transacties van herhaalde verkopen beschikbaar om voor meerdere locaties een onderzoek met behulp van de repeat-sales methode uit te voeren.

2.3 Selectiecriteria voor en keuze van treatment en controle-gebieden

Repeat-sales vergelijkt het tijdseffect op de prijzen tussen een groep woningen die is blootgesteld aan een 'treatment' (in dit geval een offshore windmolenpark) met een groep woningen waarbij dit niet het geval is (de controlegroep). De treatment- en controlegebieden zijn mede gedefinieerd aan de hand van de zichtbaarheid van de windmolenparken vanaf het strand van verschillende badplaatsen.

Het idee achter de hier gevolgde aanpak is dat de prijsontwikkeling van woningen in de treatment area (waar de windmolens komen) en in de control area (waar geen windmolens komen) hetzelfde is. Alleen door de komst van de windmolens treedt er dus verschil op in prijsontwikkeling, en door dat verschil te meten, vinden we het effect van windmolens op de woningprijzen. Dat onderliggende idee is natuurlijk niet vanzelfsprekend juist. Het is daarom van belang om de treatment en control areas zorgvuldig te kiezen, zodat aannemelijk is dat in beide gebieden dezelfde trends in huizenprijzen voorkomen (bijvoorbeeld omdat het in beide gevallen gaat om badplaatsen aan de Hollandse kust) en er een duidelijk verschil is met betrekking tot de zichtbaarheid van windmolens (in de control area moeten die niet te zien zijn, in de treatment area moeten ze duidelijk waarneembaar zijn). In deze sectie gaan we in op de gemaakte keuzes.

2.3.1 Selectie treatment-gebied

De treatmentgroep is gedefinieerd als de groep woningtransacties die tussen twee geregistreerde verkopen zijn blootgesteld aan een offshorewindmolenpark en waarvan redelijkerwijs kan worden verwacht dat daarvan hinder wordt ondervonden. Transacties uit de treatment groep bestaan uit de eerste transactie van woningen na de constructie van een windturbine. Om optredende effecten te kunnen meten dient de selectie van geschikte treatmentlocaties gebaseerd te zijn op de volgende uitgangspunten:

1. De windturbines moeten niet te dicht bij andere windturbines staan die op een ander tijdstip zijn geplaatst, om het effect zuiver te kunnen meten.
2. Een geschikte treatmentlocatie bevat voldoende herhaalde verkopen in een kustlocatie met zicht vanaf het strand op een offshore windmolenpark.

Treatmentgroepen kunnen op verschillende manieren worden gedefinieerd. In dit onderzoek is voor twee groepen gekozen:

- (1) de groep relevante transacties van woningen met direct zicht op het windmolenpark, en
- (2) een "nabijheidsgroep": de groep relevante transacties van woningen in de kustplaatsen met zicht vanaf het strand op een windmolenpark.

Uit veldonderzoek bleken voor beide treatmentgroepen de locaties Egmond aan Zee, Bergen aan Zee en Wijk aan Zee in principe geschikt. Vanaf de kust zijn vanuit deze locaties de windmolenparken zichtbaar, waarbij het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) voor alle locaties beeldbepalend was. Echter omdat er in Wijk aan Zee er ook windturbines op land staan, die vanaf het strand goed zichtbaar zijn en een verstorend effect kunnen hebben in het onderzoek, wordt deze plaats buiten beschouwing gelaten in dit onderzoek. In IJmuiden blokkeert een industriecomplex het zicht vanuit woningen/woonwijken op de windmolenparken en

zijn zicht- of andere effecten daarom niet te verwachten. Ook IJmuiden is daarom in de verdere analyses buiten beschouwing gelaten. In Zandvoort aan zee zijn bij zeer helder weer aan de randen van het zichtveld offshore windturbines zichtbaar. Maar omdat deze sterk in de periferie liggen en de buitenhaven van IJmuiden het beeld domineert is deze locatie niet geschikt als treatmentlocatie in het onderzoek. Transacties binnen het duingebied tussen de drie plaatsen Egmond aan Zee, Wijk aan zee en Bergen aan Zee zijn niet meegenomen als treatment gebied, omdat een analyse met behulp van de BAG³ aantoonde dat er hier nauwelijks woningen voorkomen.

2.3.1.1 *Selectie treatment-gebied op basis van zicht vanuit woning*

Woningen met zicht zijn in dit onderzoek gedefinieerd als die woningen waarvan minimaal op één van de verdiepingen of in de tuin zicht is op de offshore windturbines. Voor deze woningen is een extra DID-schatter toegevoegd in de analyse. Om na te gaan of er hiervoor voldoende transacties beschikbaar zijn om treatment-, gewennings- en anticipatie-effecten te kunnen vaststellen, werden de volgende stappen genomen:

- Tijdens een verkennend veldbezoek is voor Egmond aan Zee en Bergen aan Zee een grove inventarisatie gemaakt van woningen met mogelijk zicht. Het bleek praktisch niet haalbaar om tijdens dit eerste bezoek alle woningen te controleren. Vooral appartementencomplexen riepen vragen op: bevindt een specifiek appartement zich aan de voor- of achterkant van het complex? Vanaf welke verdieping is er wel/geen zicht? en in welke hoek ten opzichte van het windmolenpark ligt het complex precies?
- Op basis van de BAG, ervaringen tijdens het veldonderzoek en Google streetview is vervolgens een inschatting gemaakt van de relevante transacties voor het vaststellen van zichteffecten. Hierbij is uitgegaan van ruime selectiecriteria: alle woningen en appartementencomplexen waarover twijfels over zicht bestonden zijn meegenomen. Op basis van deze eerste analyse leken er voldoende transacties beschikbaar om een zichteffect te kunnen meten. De woningen waar het bij deze transacties om ging zijn vervolgens in kaart gebracht.
- In een tweede veldbezoek zijn de woningen waarover twijfels bestonden nogmaals bezocht. Op basis van gesprekken met bewoners en beheerders van appartementencomplexen (veelal werd ook toegang verschaft tot de woningen) kon uiteindelijk voor alle woningen het zicht op de offshore windmolenparken worden bepaald. Naar aanleiding van het veldbezoek is een definitieve lijst opgesteld met adressen met zicht die als input diende voor de analyse. Tabel 1 laat zien welke zichteffecten (>20 transacties) kunnen worden onderzocht:

³ Basisregistraties Adressen en Gebouwen. Bronhouder Nederlandse Gemeenten.

Tabel 1: Aantal relevante observaties voor analyse zichteffecten. Twintig observaties zijn minimaal nodig om een effect te kunnen onderzoeken.

	Aantallen transacties		
	Treatmenttransacties	Anticipatietransacties	Gewinningstransacties
Bergen aan zee	7	7	1
Egmond aan zee	35	35	4
Locaties samengenomen	42	42	5

Zowel voor Egmond aan Zee alleen als wanneer de treatment-locaties samen worden genomen blijken er voldoende transacties voor het uitvoeren van een gedeeltelijke zichtbaarheidanalyse (treatment- en anticipatie-effecten).

2.3.1.2 Selectie treatment-gebied op basis van nabijheid

Vanwege de geïsoleerde ligging en sterke economische en recreatieve gerichtheid van Egmond aan Zee en Bergen aan Zee op het strand en de zee, kan worden beargumenteerd dat een eventueel waarde-effect verder strekt dan alleen woningen met zicht en ook geldt voor de woningen zonder zicht binnen de badplaatsen met zicht vanaf het strand op de turbines. Dit laatste vormt in dit onderzoek de 2^{de} treatmentgroep. In de analyse van het zogenoemde “nabijheidseffect” worden alle woningen binnen de dorpen Egmond aan Zee en Bergen aan Zee betrokken. Ook hierbij is nagegaan of er voldoende transacties beschikbaar zijn voor het meten van anticipatie-, treatment- en winningseffecten (Tabel 2).

Tabel 2: Aantal relevante transacties voor analyse van nabijheidseffecten. Er zijn minimaal 20 transacties nodig om een effect te kunnen vaststellen.

	Aantallen transacties		
	Treatmenttransacties	Anticipatietransacties	Gewinningstransacties
Bergen aan zee	13	16	2
Egmond aan zee	86	74	6
Locaties samengenomen	96	90	8

Nabijheidseffecten kunnen worden geanalyseerd voor Egmond aan Zee en een combinatie van de treatment-locaties.

2.3.2 Selectie controlegebied

Om de effecten van de bouw van de turbines op woningen betrouwbaar te kunnen meten, is het nodig om de prijsrend van woningen die blootgesteld zijn aan offshore windmolenparken (treatment-gebied) te kunnen vergelijken met de prijsontwikkeling van woningen die niet zijn blootgesteld (controlegebied). Het controlegebied dient zoveel mogelijk overeen te komen met het treatment-gebied met als afwijking de afwezigheid van een windmolenparken voor de kust.

Uiteraard zijn locaties niet identiek aan elkaar en dient daarom voor een aantal relevante parameters een match te worden gevonden, zodat er redelijkerwijs van kan worden uitgegaan dat in de treatment- en controlegebieden – met uitzondering van de komst van de windmolens - de huizenprijzen een vergelijkbare ontwikkeling zullen hebben doorgemaakt. Ruimtelijk-structurele kenmerken van de locatie vormden de eerste selectiecriteria. Alleen badplaatsen in de provincies Noord-Holland en Zuid-Holland werden betrokken. Voor badplaatsen buiten de Randstad is de kans op een van de treatment-locaties afwijkende woningmarkt groter en zijn daarom buiten beschouwing gelaten. Een eerste schifting is gemaakt door badplaatsen te selecteren op basis van ruwe en deels subjectieve fysiek-ruimtelijke aspecten (Tabel 3).

Tabel 3: Eerste selectie mogelijke controlegebieden.

Locatie	algemene fysiek-ruimtelijke kenmerken	Toelichting
Zandvoort	Geschikt	
Callantsoog	Geschikt	
Monster	Geschikt	
Noordwijk	Geschikt	
Katwijk	Geschikt	
Scheveningen	Geschikt	
Hoek van Holland	Ongeschikt	Ligt aan een kanaal. Bouw tweede maasvlakte beïnvloedde mogelijk prijstrends
Den Helder	Ongeschikt	Geen echte badplaats. Focus ligt beperkt op het strand. Stad.
Petten	Ongeschikt	Aanwezige zeeweringen maken de kuststrook minder vergelijkbaar. Mogelijk woningmarkt gevoelig voor berichtgeving over kernreactor (incidenten in 2001,2002,2008,2009).

Na deze eerste selectieronde is voor de potentiële controlegebieden naar andere parameters gekeken zoals samenstelling van woningtypen, de huizenprijzen rond de periode dat de windturbines zijn geplaatst (2005 tot 2008) en aanwezigheid van andere windturbines op het land/voor de kust. In de tabel 4 is hiervan per locatie een overzicht gegeven. Onder de tabel volgt een korte uitleg per parameter.

Tabel 4: Waarden van potentiële controlegebieden op verschillende parameters.

Treatment-/ Controlegebied	Locatie	Gemiddelde transactieprijz	% appartementen	Nabij windturbines	Aantal transacties
T*	Bergen az	€ 265.000	70%	nee	92
T*	Egmond az	€ 261.000	53%	nee	500
C	Zandvoort	€ 267.000	55%	nee	1853
C	Callantsoog	€ 246.000	11%	ja	245
C	Noordwijk	€ 294.000	36%	nee	2598
C	Katwijk	€ 236.000	54%	nee	3430
C	Scheveningen(PC 2584,2586,2587)	€ 254.000	78%	nee (kleine turbine in havengebied)	3332
C	Monster	€ 249.000	15%	nee	1416

* Treatment statistieken verwijzen alleen naar de groep treatment-transacties, niet naar alle transacties binnen de plaats (deze statistieken zijn echt identiek)

- Vergelijkbare samenstelling woningtypen

Prijsrends voor verschillende woningtypen kunnen uiteenlopen. Daardoor kan een verschil in samenstelling van woningtypen tussen de treatment- en controlelocatie de resultaten vertekenen en is het van belang dat de samenstelling van de woningmarkt enigszins vergelijkbaar is. Voor alle treatment-locaties geldt dat appartementen tussen de 53-70% van alle transacties uitmaken. Dit is een aanzienlijk aandeel. Enigszins vergelijkbare cijfers zijn te vinden voor de controlegebieden Katwijk, Zandvoort en Scheveningen. Dit geldt niet voor Callantsoog en Monster, waar appartementen slechts 11% en 15% van het totaal aan transacties vormen.

- Vergelijkbaren gemiddelde transactieprizen (2005 tot 2008):

Appartementen in Egmond aan Zee en Bergen aan Zee hebben een vergelijkbare koopsom (rond de 260.000 euro). Van de controlegebieden is Zandvoort (266.000 euro) daarmee het meest vergelijkbaar. Daarbij moet gezegd dat de gemiddelde woningprijzen lastig te vergelijken zijn tussen de locaties, omdat de standaarddeviatie relatief groot is. Dit is voor de repeat-sales methode in principe minder van belang. Van belang is dat de trend (de ontwikkeling van de prijs in de loop der tijd) in beide gebieden vergelijkbaar is, met uitzondering van het effect van de windmolens.

- Bouwjaar

In het treatment gebied zijn de meeste woningen gebouwd in de periode 1945-1982. Omdat verschillen in bouwperiode van woningen tussen controle- en treatmentgebieden kunnen leiden tot vertekeningen in de resultaten, wordt in de verdere analyse de bouwperiode als variabele opgenomen. Voor de meeste controleplaatsen, behalve voor Katwijk en Callantsoog geldt dat het percentage woningen uit de bouwperiode 1945-1982 iets of ruim lager ligt.

- Aantal transacties

Voor alle controlegebieden, behalve Callantsoog, geldt dat ze groter zijn dan de treatment-locaties. Met name Katwijk, Noordwijk en Scheveningen kennen fors meer transacties. Callantsoog lijkt qua aantal transacties het meest op de treatment-locaties.

- Nabijheid van windmolens

In Callantsoog staan alle woningen binnen 2-5 km van een windturbine (op land). De aanwezigheid van deze turbine beïnvloedt mogelijk de prijsontwikkeling van woningen binnen dit gebied en daarmee verstrend werken op dit onderzoek. In Scheveningen staat een kleine windturbine op land. Omdat deze er sinds 1996 staat en het hier gaat om een kleine tweebladige windturbine, wordt niet verwacht dat dit de uitkomsten van het onderzoek beïnvloedt. De toekomstige plaatsing van een windmolenpark voor de kust van een controlegebied kan problematisch zijn vanwege mogelijk optredende anticipatie-effecten. De komende jaren worden er drie nieuwe windmolenparken gebouwd. Daarvan is alleen Windpark Luchterduinen hier relevant, omdat de andere parken ten Noorden van de Waddeneilanden worden geplaatst en daarmee buiten het zoekgebied voor controlegebieden liggen. De bouw van Windmolenpark Luchterduinen is in oktober 2013 gestart en wordt 23 km voor de kust van Noordwijk geplaatst. Bij goed weer is er zicht vanuit Katwijk, Noordwijk en Zandvoort. De bouw van de 43 windmolens wordt naar verwachting in 2015 afgerond. In 2009 zijn de vergunningen afgegeven en in 2011/2012 is de financiering rondgekomen. Om een anticipatie-effect zo veel mogelijk uit te sluiten zijn voor controlegebieden transacties in de twee jaar voor de start van de bouw van het windmolenpark buiten de analyse gehouden. Bij een verdere inperking van de transactieperiode zouden te weinig transacties overblijven voor de analyse.

- Conclusie: twee definities van controlegroepen

Hoewel verschillende controle locaties op meerdere punten overeenkomen met de treatmentgebieden, blijkt geen van de voorgestelde gebieden een perfecte match. Om deze reden wordt gekozen voor twee verschillende controlegroep definities. Eén waarbij de controlegebieden Noordwijk, Katwijk, Monster, Callantsoog, Zandvoort en een aantal postcodegebieden (die aan de kust liggen) van Scheveningen worden samengenomen. Een tweede controlegroep bestaat uit de locatie die het meest lijkt op de treatment-gebieden. Op basis van bovenstaande gegevens is dit Zandvoort.

2.3.3 *Robuustheidscontroles: vergelijking van prijsindices en samenstelling woningtypen treatment en controlegebieden*

De resultaten van de repeat-sales methode zijn onder meer afhankelijk van de gebruikte definitie van de treatment- en controlegebieden. Vaak valt over de details van mening te verschillen en het is daarom van belang na te gaan of de onderzoeksresultaten erg verschillen als deze gebieden anders worden gekozen. Daarom zijn in deze studie twee robuustheidscontroles uitgevoerd. De eerste (verkenkende) controle bestaat uit het opstellen van prijsindices voor zowel treatment- als controlegebieden voor elke onderzoekslocatie. Dit is gedaan om verschillen in prijsontwikkeling in de treatment- en controlegebieden te identificeren. Indien de prijsindices afwijkende patronen laten zien, kan dat een indicatie zijn dat de definitie van de

onderzoeksgebieden kan worden aangescherpt. Andere controles bestaan uit een vergelijking in de samenstelling van de treatment- en controlegebieden voor verschillende bouwjaaren van woningen en het al dan niet meenemen van transacties in de twee jaar voor de plaatsing van het nieuwe windmolenpark Luchterduinen voor de kust van Zandvoort, Noordwijk en Katwijk. Bij de robuustheidscontrole wordt met name gekeken naar het woningtype appartementen. Dit omdat zoals aangegeven de meeste transacties in het treatmentgebied appartementen betreffen. Daarbij zijn er onvoldoende observaties voor andere woningtypen om een analyse uit te voeren. Indien de robuustheidscontroles aanleiding gaven om de regressieanalyses te toetsen en eventueel aan te passen, is dit gebeurd. Uitkomst hiervan was in dit geval de beslissing om alleen transacties in de periode 1999 tot en met 2013 mee te nemen, om hiermee eventueel optredende versturende effecten van nieuwbouw van appartementen in Zandvoort in de periode 2000-2010 zoveel mogelijk buiten te sluiten. Dit bleek het aantal relevante transacties nauwelijks te beperken en vergrootte de vergelijkbaarheid tussen controle- en treatmentgebieden. Bijlagen 3 en 4 beschrijven de resultaten van de uitgevoerde controles. Tabel 5 bevat de uiteindelijke selectie van treatment- en controlegebieden.

Tabel 5: Uiteindelijke keuze treatment- en controlegebieden.

Treatmentgebied	Controlegebied
Egmond aan Zee	Gecombineerd (Noordwijk, Katwijk, Callantsoog, Monster, Zandvoort, Scheveningen) Zandvoort
Gecombineerd treatmentgebied (Egmond aan Zee en Bergen aan Zee)	Gecombineerd (Noordwijk, Katwijk, Callantsoog, Monster, Zandvoort, Scheveningen) Zandvoort

3 Resultaten

Om het waarde-effect van de plaatsing van offshore windmolenparken te meten zijn verschillende repeat-sales modellen opgesteld met een difference-in-difference extensie. Daarnaast is nagegaan of er effecten zichtbaar zijn in de transactiedynamiek van het treatment-gebied.

3.1 Uitkomsten regressiemodellen

Er zijn meerdere modellen opgesteld, waarbij verschillende restricties aan de data werden gesteld. De uitkomsten van de modellen kunnen onderling worden vergeleken, waardoor een indruk wordt verkregen van de consistentie van de resultaten.

In de eerste set van regressiemodellen is het controlegebied ruim gedefinieerd. Het controlegebied omvatte alle woningen binnen de locaties Katwijk, Noordwijk, Monster, Callantsoog, Zandvoort en aan de kust liggende postcodegebieden in Scheveningen. Deze controlelocaties zijn gekozen op basis van de parameters die zijn beschreven in paragraaf 2.3. Ondanks dat er verschillen werden geconstateerd tussen treatment- en controlegebieden, vergroot het samennemen van deze locaties de kans op een groot aantal relatief identieke woningen in de analyse. Het resultaat van deze set van regressies kan worden gebruikt als benchmark voor resultaten verkregen uit andere regressiemodellen. Voor de tweede set van modellen is meer focus aangebracht bij de selectie van het controlegebied. Hierbij is de locatie die het meest vergelijkbaar is met de treatmentgebieden in de analyse opgenomen, namelijk Zandvoort.

Voor beide sets zijn regressieanalyses uitgevoerd met verschillende datarestricties. Er is gevarieerd met bouwjaar (voor zover er voor de bouwperiodes voldoende transacties beschikbaar waren) en transactieperiode (1999 tot 2011 en 2013). Dit laatste omdat er momenteel een nieuw offshore windmolenpark voor de kust wordt gebouwd. Verstoringen als gevolg van eventueel optredende negatieve anticipatie-effecten worden hiermee zoveel mogelijk vermeden. Omdat de meeste treatment-transacties appartementen betreffen en er voor de analyse onvoldoende transacties waren van andere woningtypen, is alleen het woningtype appartementen in de analyse betrokken. Ook zijn verschillende definities van het treatment-effect getoetst, rekening houdend met verschillende type effecten voor woningen met zicht op en woningen die nabij het windmolenpark liggen. Tenslotte is er zowel naar treatment-, anticipatie- als gewinningseffecten gekeken.

De resultaten voor de eerste set van regressiemodellen (zie Tabel 6 en 7) met het gecombineerde controlegebied laten geen significante effecten zien. Hoewel de meeste coëfficiënten negatieve waarden hebben, zien we dat de waarden wijzigen wanneer verschillende restricties worden toegepast. De standaardfouten zijn bovendien zo groot in verhouding tot de geschatte coëfficiënten dat ze geen van alle statistisch gezien van nul kunnen worden onderscheiden. Om de leesbaarheid te vergroten zijn de coëfficiënten hier omgezet in percentages en is informatie over de standaarddeviatie weggelaten. De coëfficiënten en standaarddeviaties zijn terug te vinden in de tabellen met wetenschappelijke opmaak in Bijlage 4.

Tabel 6 : Regressieanalyses nabijheidseffecten Egmond aan Zee en Bergen samengenomen (en gecombineerd controlegebied). Significante resultaten in groen (hier geen significante resultaten)

	appartementen	appartementen	appartementen	appartementen
Transactieperiode (tot 2011 / tot 2013)	tot 2013	tot 2011	tot 2013	tot 2013
Selectie bouwjaar	-	-	1920-1990	voor 1945
treatment-effect	-2,6%	-3,0%	2,9%	-1,6%
anticipatie-effect	-6,8%	-6,9%	-1,5%	-5,5%
observaties R^2	857 0.577	807 0.579	427 0.696	753 0.580

Hetzelfde zien we als we zichtbaarheidsanalyses uitvoeren op basis van dezelfde set van controlegebieden.

Tabel 7: Regressieanalyses zichtbaarheidsanalyse Wijk aan Zee en Egmond aan Zee samengenomen (met gecombineerd controlegebied).). Significante resultaten in groen (hier geen significante resultaten)

	appartementen	appartementen	appartementen	appartementen
Transactieperiode (tot 2011 / tot 2013)	tot 2013	tot 2011	tot 2011	tot 2011
Selectie bouwjaar	-	-	1920-1990	voor 1945
treatment-effect	-1,8%	-1,8%	3,9%	-0,1%
anticipatie-effect	-6,8%	-6,9%	-1,5%	-5,5%
observaties R^2	5,148 0.637	4,888 0.640	3,412 0.739	3,563 0.595

Het gebrek aan statistisch significante resultaten in bovengenoemde analyses betekent dat we op basis van deze eerste set van regressiemodellen niet kunnen vaststellen dat er een negatief effect is van offshore windmolenparken op huizenprijzen.

Voor de uitvoering van de tweede set van treatment en controlegebieden zijn alle controlelocaties verwijderd waar ruimtelijke kenmerken te verschillend zijn van die van het treatmentgebied. Het geselecteerde controlegebied bestaat in dit model alleen uit Zandvoort. Zoals eerder aangegeven zijn de ruimtelijke kenmerken van Zandvoort ook niet volledig vergelijkbaar met die van de treatmentgebieden, maar van de controlegebieden heeft Zandvoort het meest overeenkomende profiel.

Wanneer deze tweede set van regressiemodellen wordt toegepast zien we in tabel 8 en 9 dat zowel voor woningen met als zonder zicht op de windmolenparken geen significant treatmenteffect wordt gevonden. Echter voor beide gedefinieerde treatmentgebieden en onder de gestelde data-restricties wordt wel een significant negatief anticipatie-effect van 15,1% gevonden. Dit impliceert dat prijzen van woningen in het treatmentgebied plusminus 15% daalden in de anticipatie periode, tot en met drie jaar voordat het windmolenpark afgerond was. Deze resultaten zijn verassend. Het anticipatie-effect is erg groot en het is niet goed voorstelbaar dat enkel de verwachting van de komst van de windmolens de woningprijzen met 15% heeft doen dalen. Hoewel dit anticipatie-effect relatief robuust lijkt (het wijzigt nauwelijks wanneer enkele andere condities worden gesteld) blijkt het gevonden anticipatie-effect toch substantieel te veranderen wanneer we nieuwbouw (bouwjaar>1990) buiten beschouwing laten (kolom 3). Dan daalt het anticipatie-effect naar een nog wel negatieve maar statistisch niet meer significante waarde.

Tabel 8: Regressieanalyses nabijheidseffecten locatie Egmond aan Zee en Bergen samengenomen (controlegebied Zandvoort). Significante resultaten in groen.

	appartementen	appartementen	appartementen	appartementen
Transactieperiode (tot 2011 / tot 2013)	tot 2013	tot 2011	tot 2011	tot 2011
Selectie bouwjaar	-	-	1920-1990	voor 1945
treatmenteffect	-9,1%	-10,1%	5,8%	-12,0%
Anticipatie-effect	-15,1%	-15,3%	-1,3%	-15,8%
Observaties	857	807	427	753
R ²	0.577	0.579	0.696	0.581

Tabel 9: Regressieanalyses zichtbaarheidsanalyse locatie Egmond aan zee (controlegebied Zandvoort). Significante resultaten in groen.

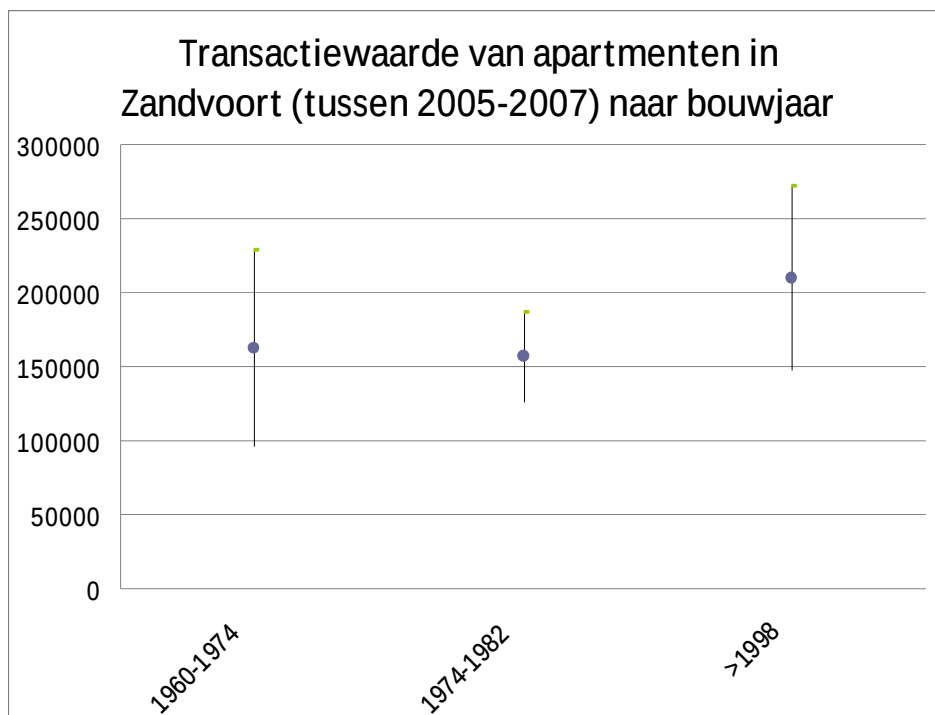
	appartementen	appartementen	appartementen	appartementen
Transactieperiode (tot 2011 / tot 2013)	tot 2013	tot 2011	tot 2011	tot 2011
Selectie bouwjaar	-	-	1920-1990	voor 1945
treatment-effect	-8,3%	-8,5%	7,1%	-9,7%
anticipatie-effect	-15,0%	-15,2%	-1,3%	-15,8%
observaties R^2	857 0.577	807 0.579	427 0.696	753 0.580

Een verklaring voor dit opmerkelijke resultaat kan zijn dat Zandvoort in de periode 2000-2010 relatief veel binnen de bebouwde kom bijbouwde⁴. Een deel van de nieuwe appartementen lijkt bovendien te behoren tot het luxere segment (zie figuur 1). In de hausse op de woningmarkt die tot 2007 aanhield vond de sterkste prijsstijging juist plaats in dit deel van de markt. In Zandvoort blijken inderdaad de nieuwbouw appartementen sterker in waarde te zijn gestegen dan oudere woningen (zie figuur 2) en het prijsniveau van appartementen in het algemeen in Zandvoort te hebben opgestuwd. We zien dan ook dat het anticipatie-effect verdwijnt wanneer gecorrigeerd wordt voor de aanwezigheid van de nieuwbouw appartementen.

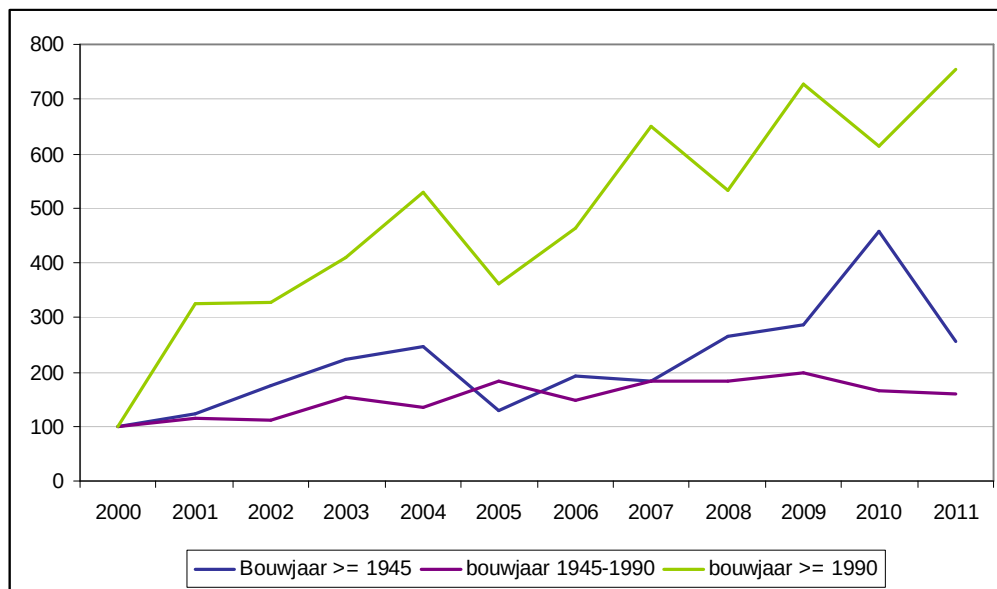
We vinden dus duidelijke aanwijzingen dat in dit geval de prijstrends in de treatment en control areas van elkaar verschillen door andere factoren dan de komst van windmolens in de treatment area. De gemeten effecten kunnen daarom ook (gedeeltijk) veroorzaakt zijn door die andere factoren.

⁴ Compendium voor de Leefomgeving. (2013). Ruimtelijke ontwikkelingen in het kustfundament. Opgehaald op 15 september 2013 van <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl2158-Ruimtelijke-ontwikkelingen-kustfundament.html?i=40-196>

Figuur 1: Transactiewaarde van appartementen in Zandvoort (tussen 2005-2007) naar bouwjaar.



Figuur 2: Ontwikkeling transactiewaarde van appartementen in Zandvoort naar bouwjaar (prijsindex op basis van repeat-sales regressiecoëfficiënten, basisjaar 2000=100)



3.2 Uitkomsten analyse transactiedynamiek

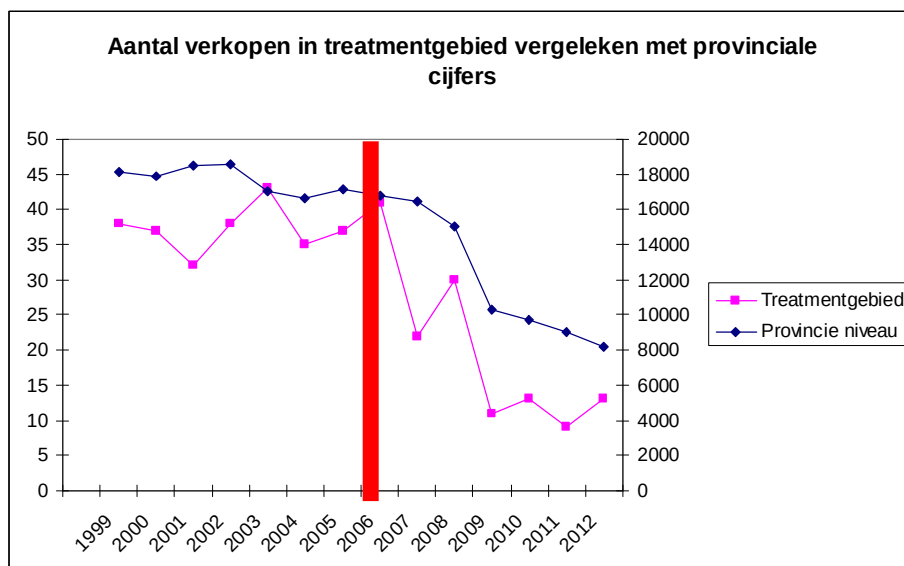
Naast het prijsonderzoek, aangevuld met anticipatie- en gewinningseffecten, is ook onderzocht of de plaatsing van windturbines van invloed is op de transactiedynamiek in de treatmentgebieden. Tabel 10 toont het aantal transacties voor alle woningtypen binnen het treatmentgebied vergeleken met provinciale cijfers. Figuur 3 toont vervolgens de transactiedynamiek per onderzoekslocatie in grafieken, evenals de provinciale dynamiek.

Tabel 10: Jaarlijks aantal transacties binnen het treatmentgebied en op provinciaal niveau (Noord-Holland)

	Treatmentgebied	provincie
1999	38	18165
2000	37	17859
2001	32	18443
2002	38	18606
2003	43	17067
2004	35	16632
2005	37	17103

2006	41	16803
2007	22	16414
2008	30	14994
2009	11	10327
2010	13	9729
2011	9	9046
2012	13	8225
Totaal	399	209413

Figuur 3: Transactiedynamiek in het treatment-gebied (versus trend op provinciaal niveau (Noord-Holland) voor 1999-2012.



De verdeling op de assen is zodanig gekozen dat de lijn voor het treatmentgebied altijd onder de lijn voor de provincie ligt, zodat de ontwikkeling van beide lijnen gemakkelijk kan worden vergeleken. De plaatsing van het Offshore windmolenpark Egmond is aangegeven met een rode lijn. Er zijn relatief weinig transacties in het treatmentgebied, wat het grillige verloop van de lijn verklaart. Het verloop van de grafiek vertoont een vergelijkbare beweging met de provinciale aantallen en laat geen duidelijk effect zien in transactiedynamiek naar aanleiding van de plaatsing van windturbines. Andere ruimtelijke ontwikkelingen zoals de aanleg van een weg of woonwijk zou de transactiedynamiek eveneens kunnen verstoren. Op basis van topografische kaarten is nagegaan of buiten de plaatsing van de windturbines (grootschalige) ruimtelijke ontwikkelingen die een impact zouden kunnen hebben op de transactiedynamiek plaatsvonden in het treatmentgebied in de periode 2000-2010. In Egmond aan Zee zijn in deze periode een aantal woningen bijgebouwd maar dit lijkt onvoldoende om een impact te hebben op de uitkomsten

Bijlage 1: Eerder onderzoek naar effecten windturbines op woningprijzen

Er is opvallend weinig wetenschappelijk onderzoek gedaan naar de effecten van windturbines op de prijzen van woningen. Voor zover bij ons bekend zijn de volgende 'peer reviewed' / belangrijke publicaties verschenen.

In de UK hebben Sims en Dent (2007) en Sims, Dent en Oskrochi (2008) onderzoek verricht. In beide studies maken ze gebruik van de hedonische methode. De eerste studie (n=919 transacties) kenmerkt zich door een zeer beperkt aantal variabelen met betrekking tot de woningen (alleen woningtype en prijs), waardoor het niet mogelijk was een degelijke hedonische analyse uit te voeren. Ze hebben daarnaast met 13 makelaars in de betreffende onderzoekslocaties gesproken, waarvan er slechts twee een licht negatief prijseffect verwachtten op woningen binnen een straal van een halve mijl (=805 meter) van een windturbine. Hun vervolgstudie baseert zich op slechts 201 observaties binnen één locatie, waardoor er hoogstwaarschijnlijk onvoldoende variatie is binnen de steekproef. De resultaten toonden geen duidelijke relatie tussen de aanwezigheid van windturbines en de waarde van een woning.

Hoen et al. (2011) onderzochten 7.459 transacties binnen 10 mijl van een windturbine in de VS. Kenmerkend voor deze studie is dat alle 6.194 betrokken woningen door de onderzoeker zelf zijn bezocht om gegevens te verzamelen over het uitzicht vanuit de woning. Deze studie onderscheidt zich voorts van de overige studies door het effect van windturbines uit te splitsen in drie mogelijke effecten: uitzichtseffect, gebiedseffect (het karakter kan veranderen) en geluidshinder. Uit de hedonische modellen die zijn opgesteld bleek geen statistisch significant effect van het uitzicht op windturbines of de afstand tot windturbines op woningprijzen. Minpunt van deze studie is echter dat de modellen simplistisch zijn opgesteld en alle locaties binnen één model zijn onderzocht, waardoor zij mogelijke effecten die specifiek voor één onderzoekslocatie gelden kunnen missen.

Heintzelman en Tuttle (2012) hebben recent een studie uitgevoerd onder 11.331 woningtransacties in de staat New York waarbij ze gebruik maken van een hedonische methode met zogenaamd 'fixed-effects'. Dit houdt in dat ze controleren voor *omitted variable biases* en *endogeneity*. De dataset bevat echter slechts 59 observaties binnen 1 mijl (1,6 km), en 88 binnen 2 mijl. De uitkomsten van deze studie zijn moeilijk te interpreteren: in twee van de drie onderzoeksgebieden is een significant negatief effect zichtbaar maar alleen op woningen in de range tussen 1-2 mijl vanaf de windturbines, en – in tegenstelling tot de verwachting – niet op woningen in de directe omgeving. De auteurs vermelden dat het interessant kan zijn om in het model rekening te houden met de periode voorafgaand aan de plaatsing van de windturbine. Enkele jaren voorafgaand dit moment zijn lokale woningeigenaren vaak al op de hoogte van het project, wat mogelijk al een effect op de waarde van hun woningen kan hebben. Heintzelman en Tuttle hebben dit effect echter niet onderzocht.

In een studie naar de waarde-effecten van windmolenparken op vastgoed analyseerde Hoen et al. (2013) Van de Lawrence Berkely National Laboratory (Berkely Lab) meer dan 50.000 woningtransacties nabij 67 windturbines in de Verenigde Staten. De aanwezigheid van windmolens bleek geen meetbaar effect te hebben op woningprijzen. Een beperking van deze studie is dat ondanks de het betrekken van veel woningtransacties er relatief weinig transacties van woningen waren binnen een 1 mijl zone. Daarnaast werd in deze studie weinig rekening gehouden met gebiedsspecifieke effecten, terwijl eerder onderzoek door ons uitgevoerd liet zien dat de gebiedsvariantie te groot is om te negeren (zelfs voor een klein gebied als Nederland) en dat de effecten verschillen tussen elk van de onderzochte locaties.

Bijlage 2: Toelichting repeat-sales methode

Een onderzoek naar trends en prijsontwikkelingen in de woningmarkt staat of valt met het vermogen om de effecten van verschillende factoren op de prijsvorming te onderscheiden en te isoleren. Twee veel gebruikte methoden voor onderzoek naar de vorming van woningprijzen zijn de hedonische regressieanalyse en de 'repeat-sales' (herhaalde-verkopen) methode.

- **Hedonische methode**

Bij de hedonische methode wordt de waarde van een woning door middel van regressie gerelateerd aan de kenmerken van die woning en van de omgeving waarin die woning staat. Een van de kenmerken kan de aanwezigheid van een windturbine in de nabijheid van een woning zijn.

Een belangrijk nadeel van de hedonische methode is de omvangrijke databehoeft. Het model vereist het verzamelen van data voor alle factoren die de woningprijs bepalen. Dit betekent dat een grote hoeveelheid en verscheidenheid aan structurele en ruimtelijke data vereist is. Ingeval van onvolledige ligging- en andere ruimtelijke of niet ruimtelijke data kan dit model tot onbeduidende resultaten leiden.

Een bekend voorbeeld is dat de nabijheid van een station enerzijds een voordeel is omdat het goede bereikbaarheid van openbaar vervoer garandeert, maar anderzijds een nadeel kan zijn omdat passerende treinen lawaai veroorzaken. Om het positieve effect van de bereikbaarheid goed te kunnen meten, moet dan ook rekening gehouden worden met het negatieve effect van lawaai. Zulke verstorende factoren worden niet altijd in de analyse meegenomen (bijvoorbeeld omdat er geen informatie over beschikbaar is), en dat leidt tot een vertekening van het onderzochte effect. Dit staat bekend als *omitted variable bias*.

- **Repeat-sales methode**

De repeat-sales methode vermijdt het bovenstaande probleem door de prijs van dezelfde woning op verschillende tijdstippen te onderzoeken. Aangezien het om dezelfde woning gaat, zijn de kenmerken van de woning ook dezelfde⁵. Ook als alle relevante kenmerken niet gemeten zijn, zal dit het onderzoek niet verstoren omdat deze kenmerken in beide gevallen niet aanwezig waren.

Tegenover dit voordeel staat de noodzaak om te beschikken over informatie over meerdere verkopen van dezelfde woningen. De repeat-sales methode stelt daarmee hogere eisen aan de data, terwijl de hedonische methode kan worden toegepast op data met eenmalig verkopen.

Het grootste voordeel van een repeat-sales methode ten opzichte van de hedonische prijsmethode is dat hiermee ruis van niet-geobserveerde tijdsonafhankelijke factoren wordt voorkomen. De repeat-sales methode meet heel zuiver het effect van de plaatsing van de windturbine op de waarde van een woning.

⁵ Het is mogelijk dat de woning in de loop van de tijd is aangepast, bijvoorbeeld door middel van uitbouw, wat een positief prijseffect kan hebben. Case en Quigley (1991) beschrijven in hun artikel *The dynamics of real estate prices* een methodologie die rekening houdt met woningverbeteringen. De informatie hierover moet echter wel beschikbaar zijn; dit is over het algemeen niet het geval.

(Bron: Case, B. & J.M. Quigley, 1991, The dynamics of real estate prices. In: *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 73, No. 1)

De belangrijkste veronderstelling van de repeat-sales methode is dat de prijsontwikkeling van alle woningen in een bepaald gebied volgens dezelfde trend verloopt. Dat is niet vanzelfsprekend het geval. Zo kunnen gebieden die verschillen in sociaal-demografische kenmerken ook verschillen in de ontwikkeling van huizenprijzen over de tijd. Dit kan ondervangen worden door de analyses afzonderlijk voor verschillende gebieden uit te voeren. Het is in het bijzonder van belang dat de trend van de woningprijzen in het onderzoeksgebied en het controlegebied hetzelfde is. De keuze van het controlegebied vraagt daarom bijzondere aandacht: het dient in de buurt van de onderzoekslocatie te liggen en vergelijkbare ruimtelijke kenmerken te hebben. Om deze reden zijn bijvoorbeeld stedelijke gebieden die grenzen aan gebieden waar windmolens zijn geplaatst buiten beschouwing gelaten bij de keuze van controlegebieden.

Een laatste kenmerk van de repeat-sales methode is dat data nodig zijn over een langere periode, omdat er alleen gebruik gemaakt kan worden van woningen die meerdere malen zijn verkocht. In de praktijk komt dit vaak neer op een zeer grote dataset. De (digitale) dataset van het Kadaster bevat echter alle woningtransacties in Nederland sinds 1993, waaronder ca. 2 miljoen herhaalde verkopen. Dit biedt een goede basis voor een dergelijke analyse.

- **Toegepaste methode: repeat-sales methode**

Om het effect van windturbines op de waarde van woningen goed te kunnen onderzoeken, moet rekening worden gehouden met twee aspecten. Het eerste aspect is het feit dat woningen heterogeen zijn. Wanneer woningen met elkaar worden vergeleken, is het van belang dat rekening wordt gehouden met kenmerken van de afzonderlijke woningen die een effect hebben op de prijsvorming van een woning, zoals locatie, grootte, woningtype, aantal slaapkamers, etc. Een windturbine in de nabijheid is ook een kenmerk dat van invloed kan zijn op de waarde van een woning.

Een tweede aspect waar rekening mee moet worden gehouden, is dat lokale woningmarkten gevoelig zijn voor verschillende trends in de tijd. Woningen met verschillende kenmerken worden ook beïnvloed door externe factoren. Economische voor- of tegenspoed kan de vraag naar meer of minder populaire huizen op verschillende manieren beïnvloeden. Dit aspect is met name van belang bij het bestuderen van grote onderzoeksgebieden, omdat verschillen in lokale trends tussen buurten en wijken voor een vertekening kan zorgen in het geschatte effect. Zo kan in dit onderzoek een mogelijk waardedrukkend effect van windturbines op de waarde van een woning een negatieve vertekening vertonen, wanneer de lokale trends niet worden gecontroleerd.

Vanwege deze twee aspecten wordt in dit onderzoek het **repeat-sales model**, gecombineerd met een **Difference-In-Differences (DID) schatter**. Zoals gezegd wordt het repeat sales model gebruikt om de veranderingen in de koopsom van dezelfde woning over verschillende perioden te meten. Wanneer bepaalde kenmerken van de woning of de woonomgeving in de loop van de tijd veranderen moet daarmee rekening gehouden worden in de regressievergelijking. Zulke veranderingen veroorzaken een afwijking van de trend in de waardeontwikkeling van de woningen. Daarom wordt een afzonderlijke coëfficiënt geschat die het effect van de plaatsing van de windmolens weergeeft. Die coëfficiënt geeft aan of, en in hoeverre, de

waardeontwikkeling van een woning die invloed ondergaat van de plaatsing van een windturbine verschilt van die van andere woningen. Deze coëfficiënt meet wat in de literatuur wel wordt genoemd een 'difference in differences' (DID). De waardeontwikkeling van woningen zorgt voor een verschil (difference) in waarde over de tijd. Door nu verschillen in die waardeontwikkeling te bekijken tussen woningen die wel en niet het effect van plaatsing van een windmolen ondergaan, wordt het effect van de plaatsing gemeten. Deze methode vergelijkt dus het tijdeffect op de prijzen tussen een groep woningen die is blootgesteld aan een 'treatment' (windturbine) met een controlegroep. De treatmentgroep is gedefinieerd als de groep woningtransacties die recentelijk zijn blootgesteld aan een nieuwe windturbine voor de verkoop. De controlegroep bestaat uit transacties van woningen in de nabije omgeving van de treatmentgroep (zodat deze een vergelijkbare prijsrend kennen), maar niet in de directe omgeving van een windturbine staan.

Het gebruik van de DID-schatter is niet alleen van belang vanwege het vermogen om vertekening te voorkomen door te controleren voor prijsveranderingen die zijn veroorzaakt door gebiedsspecifieke veranderingen in de tijd, maar ook vanwege de flexibiliteit in het definiëren van treatment- en controlegroepen. Door het herdefiniëren van deze groepen, is het mogelijk om de effecten van windturbines te meten vanuit verschillende gradaties van blootstelling. Een treatmentgroep kan bijvoorbeeld gedefinieerd worden als een woning binnen een specifieke radius om een windturbine of met een direct zicht op een windturbine. Hiermee wordt het mogelijk om meerdere scenario's te onderzoeken.

Bovendien spitst dit onderzoek zich toe op meerdere onderzoeksgebieden die verschillen in ruimtelijke en sociaal-demografische kenmerken. Door verschillende studiegebieden te onderzoeken, de repeat-sales methode toe te passen inclusief de DID-schatter, wordt het mogelijk om het effect van windturbines op de waarde van woningen betrouwbaar te onderzoeken.

- **Repeat-sales regressiemodel**

In het onderzoek worden twee modellen toegepast: allereerst een model gebaseerd op nabijheid, en vervolgens een model gebaseerd op zichtbaarheid. Beide modellen zijn gebaseerd op het traditionele repeat-sales model (RS), dat is geïntroduceerd door Bailey et al. (1963), gecombineerd met een Difference-in-Difference (DID) schatter:

$$\log \frac{P_{it}}{P_{i0}} = \sum_{t=0}^T \beta_i^t X_i^t + \tau_{DID} * (I_i^t - I_i^{t-1}) + \varepsilon_i^{T,t} \quad (1)$$

Waarbij:

P_i^t = Transactieprijs van een woning i op tijdstip t.

X_i^t = -1 op de initiële verkoop, +1 op de laatste verkoop, en anders 0.

I_i^t = Indicatorvariable die gelijk is aan 1 als de woning tot een treatmentgroep behoort en het tijdstip van verkoop na de plaatsing van de windturbines ligt, en anders 0. Indien meer dan één transactie plaatsvond in de treatmentperiode en in de treatment groep, dan krijgt de vergelijking $(I_i^t - I_i^{t-1})$ de waarde nul.

DID-schatter (Treatment) definitie: Verwijst naar de eerste woningtransactie die plaatsvond na de plaatsing van de dichtstbijzijnde windturbine

Anticipatie- en gewinningseffect

De anticipatie- en gewinningseffecten zijn als volgt gedefinieerd:

Anticipatie-effect = 1, indien een verkoop plaatsvond in het treatmentgebied gedurende drie jaar voor de plaatsing van een windmolenpark ($-3 < t < 0$)⁶, en het de eerste verkoop gedurende deze periode is, voordat de windturbine is geplaatst ($t=0$).

Indien een woning meerdere keren is verkocht in het jaar voorafgaand de plaatsing van de turbine, dan wordt alleen de eerste transactie beschouwd als relevant voor het anticipatie-effect. De latere kopers zullen namelijk al op de hoogte zijn dat er een windturbine wordt geplaatst.

Gewinningseffect = 1, indien een transactie plaatsvond in het treatmentgebied in de periode tussen 3 en 6 jaar na de plaatsing van een windturbine ($+3 < t < +6$), en het niet de eerste transactie is nadat de turbine is geplaatst (dit is immers de treatment-transactie).

Helaas bleek het aantal transacties in alle locaties te laag om het gewinningseffect te kunnen onderzoeken.

- **Zichtbaarheidsanalyse**

Het model waarin een indicator voor zichtbaarheid is meegenomen, is als volgt opgesteld:

$$\log \frac{P_{it}}{P_{i0}} = \sum_{t=0}^T \beta_i^t X_i^t + \tau_{DID_{vis}} * (I_i^t - I_i^{t-1}) + \epsilon_i^{T,t} \quad (2)$$

Waarbij:

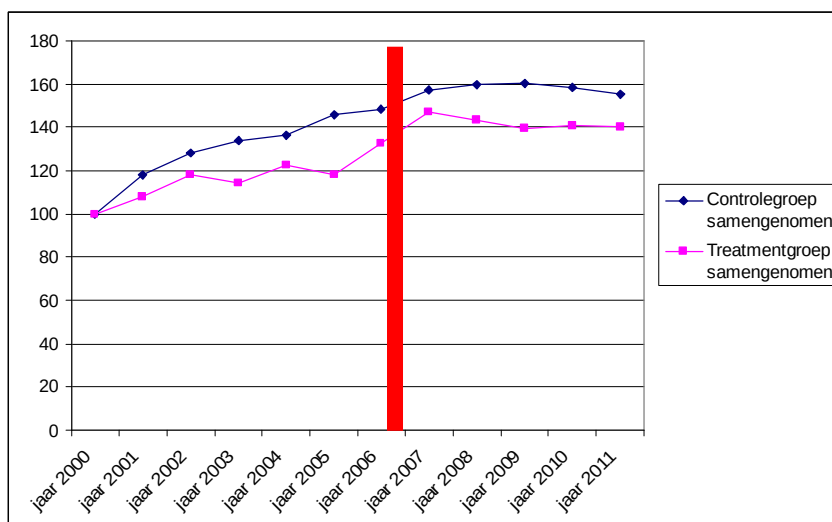
I_i^t – Indicatorvariabele die gelijk is aan 1 indien de woning direct zicht heeft op een windturbine, en anders 0. Indien een woning meerdere malen is verkocht in de treatmentperiode en in het treatmentgebied, dan krijgt de vergelijking $(I_i^t - I_i^{t-1})$ de waarde nul.

⁶ We hebben meerdere periodes getoetst. De periode van 1 jaar wordt geacht een duidelijke focus te hebben op het anticipatie-effect en het meest geschikt om dit effect mee te onderzoeken.

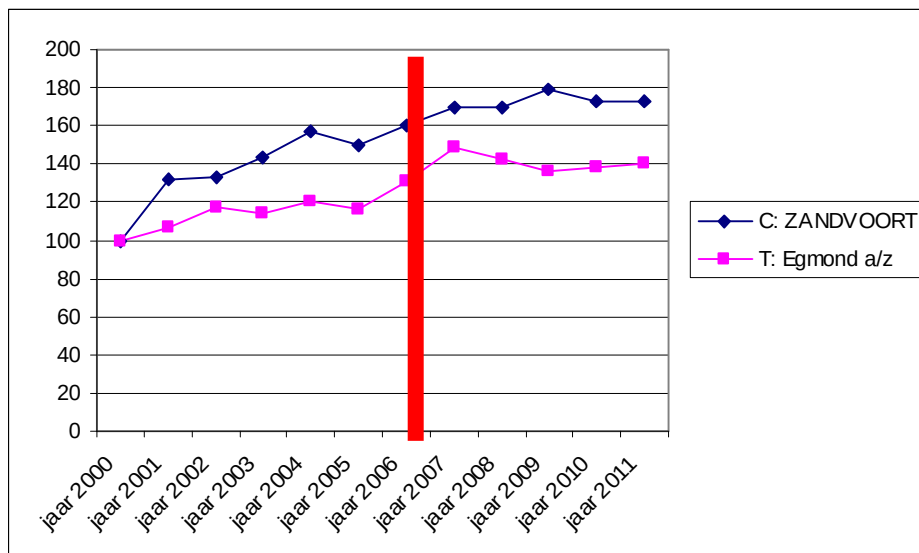
Bijlage 3: Robuustheidscontrole 1 – prijsindices

Deze verkennende robuustheidscontrole bestaat uit het opstellen van prijsindices van zowel treatment (T)- als controlegebieden (C). De verticale rode lijn in de grafieken betreft de plaatsingsmoment van de windturbines. Onderstaande grafieken laten zien dat de prijsindices in het samengenomen treatment- en controlegebied een enigszins vergelijkbare ontwikkeling laten zien maar de prijsindices van de samengenomen treatmentgroep al vanaf de start achter blijft bij de controlegroep. Dit kan een aanduiding zijn om de definitie van het controlegebied aan te passen. De regressieanalyse in de volgende bijlage zal aanduiden of optredende verschillen significant zijn.

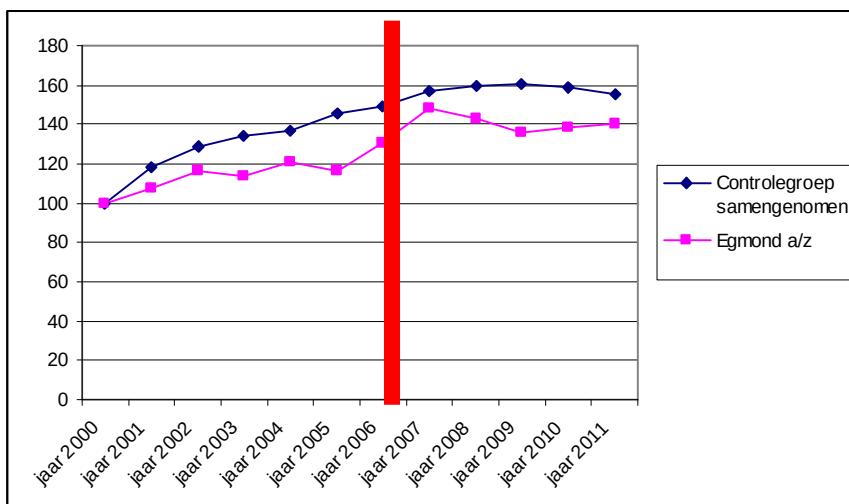
Locatie: Gecombineerde treatmentgebied (Egmond aan zee en Bergen aan zee) en gecombineerde controlegroep



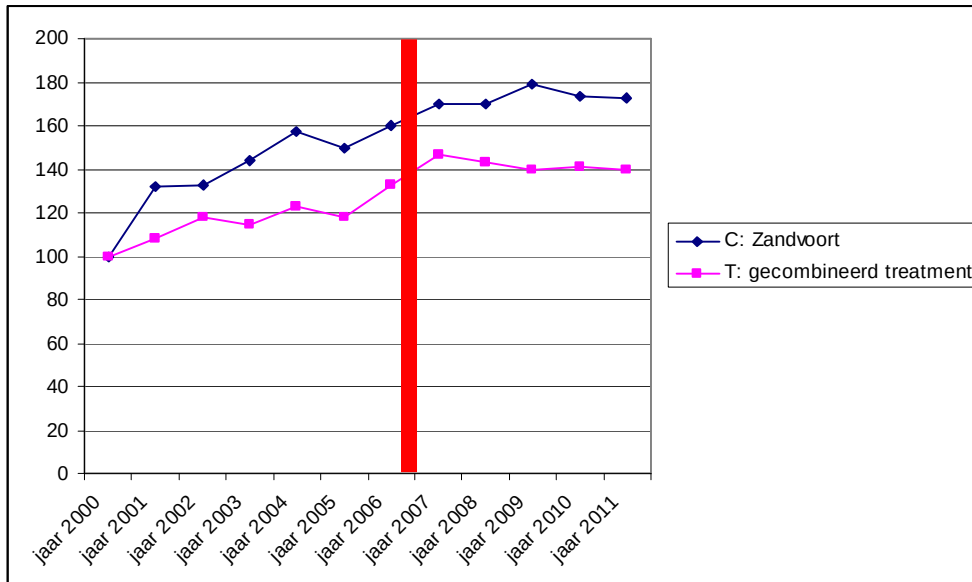
Locatie Egmond aan Zee met controlegebied Zandvoort



Locatie Egmond aan Zee met gecombineerd controlegebied



Locatie gecombineerd treatment gebied met controlegebied Zandvoort



Bijlage 4: Robuustheidscontrole 2 – opstellen verschillende regressiemodellen (in wetenschappelijke opmaak)

De tweede robuustheidscontrole bestaat uit het opstellen van verschillende regressiemodellen, waarbij gevarieerd werd met controlegebied/treatmentgebied, bouwjaar en de het aantal transactiejaren. Het aantal transactiejaren (1999 tot 2013 of 1999 tot 2011 minus afgelopen 2 jaar) is gevarieerd om rekening te houden met eventueel optredende anticipatie-effecten voor controlegebieden als gevolg van de plaatsing van het nieuwe Offshore windmolenpark Luchterduin. Omdat het grootste aandeel woningen bestaat uit appartementen, worden de treatment- en controlegebieden voornamelijk vergeleken voor dit woningtype. Voor de treatmentgebieden zijn onvoldoende observaties om prijstrends voor de overige woningtypen te schatten. Er is een onderverdeling gemaakt tussen treatment gebied Egmond aan Zee en een gecombineerd treatmentgebied (Egmond aan Zee en Bergen aan Zee). Ook voor het controlegebied zijn verschillende variaties gekozen: alleen Zandvoort of een gecombineerd controlegebied (een aantal postcodegebieden van Scheveningen, Zandvoort, Monster, Callantsoog, Noordwijk, Katwijk)

Uitkomsten robuustheidscontrole analyse nabijheidseffecten

Tabel A: Regressieanalyses nabijheidseffecten Egmond aan Zee en Bergen samengenomen (gecombineerd controlegebied)

woning type	alle woningtypen	Alleen apartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen
Periode (tot 2011 of 2013)	Tot 2013	tot 2013	tot 2011	tot 2013	tot 2013
bouwjaar				Bouwjaar: 1920-1990	Bouwjaar: voor 1945
VARIABLES	log (price relative)				
Jaardummies					
tDID					
ant					
Observaties	8,364	5,148	4,888	3,412	3,563
R ²	0.690	0.637	0.640	0.739	0.595
Standaardfout tussen haakjes *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

**Tabel B: Regressieanalyses nabijheidseffecten met Egmond aan Zee als treatment gebied
(gecombineerd controlegebied)**

woning type	alle woningtypen	Alleen apartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen
Periode (tot 2011 of 2013)	Tot 2013	tot 2013	tot 2011	tot 2011	tot 2011
bouwjaar				Bouwjaar: 1920-1990	Bouwjaar: voor 1945
VARIABLES	log (price relative)				
Jaardummies					
tDID_Egmond	-	-0.0543 (0.0576)	-0.0576 (0.0621)	0.00303 (0.0438)	-0.0498 (0.0676)
ant_Egmond	-	-0.0320 (0.0620)	-0.0330 (0.0627)	0.0151 (0.0447)	-0.0191 (0.0662)
Observaties	-	5,148	4,888	3,412	3,563
R ²	-	0.636	0.639	0.737	0.594
Standaardfout tussen haakjes *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Tabel C: Regressieanalyses nabijheidseffecten locatie Egmond aan Zee en Bergen samengenomen (controlegebied Zandvoort)

woning type	alle woningtypen	Alleen apartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen
Periode (tot 2011 of 2013)	Tot 2013	tot 2013	tot 2011	tot 2013	tot 2013
bouwjaar				Bouwjaar: 1920-1990	Bouwjaar: voor 1945
VARIABLES	log (price relative)				
Jaardummies					
tdID	-0.0105 (0.0483)	-0.0907 (0.0737)	-0.101 (0.0798)	0.0575 (0.0513)	-0.120 (0.0842)
ant	-0.0698 (0.0491)	-0.151** (0.0745)	-0.153** (0.0759)	-0.0127 (0.0477)	-0.158** (0.0777)
Observaties	1,400	857	807	451	801
R ²	0.617	0.577	0.579	0.685	0.579
Standaardfout tussen haakjes *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Tabel D: Regressieanalyses nabijheidsanalyse locatie Egmond aan zee (controlegebied Zandvoort)

woning type	alle woningtypen	Alleen apartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen
Periode (tot 2011 of 2013)	Tot 2013	tot 2013	tot 2011	tot 2011	tot 2011
bouwjaar				Bouwjaar: 1920-1990	Bouwjaar: voor 1945
VARIABLES	log (price relative)				
Jaardummies					
tDID_Egmond	-	-0.123 (0.0813)	-0.132 (0.0884)	0.0244 (0.0557)	-0.154 (0.0941)
ant_Egmond	-	-0.0938 (0.0857)	-0.0950 (0.0873)	0.0248 (0.0539)	-0.0993 (0.0894)
Observaties	-	857	807	427	753
R ²	-	0.576	0.578	0.695	0.580
Standaardfout tussen haakjes *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Uitkomsten robuustheidscontrole analyse zichtbaarheidseffecten

Tabel C: Regressieanalyses zichtbaarheidsanalyse Wijk aan Zee en Egmond aan Zee samengenomen (met gecombineerd controlegebied)

woning type	alle woningtypen	Alleen apartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen
Periode (tot 2011 of 2013)	Tot 2013	tot 2013	tot 2011	tot 2011	tot 2011
bouwjaar				Bouwjaar: 1920-1990	Bouwjaar: voor 1945
VARIABLES	log (price relative)				
Jaardummies					
tdID (vis)	0.00203 (0.0523)	-0.0183 (0.0566)	-0.0181 (0.0603)	0.0389 (0.0423)	-0.00110 (0.0638)
ant	-0.0245 (0.0361)	-0.0679 (0.0533)	-0.0692 (0.0539)	-0.0151 (0.0382)	-0.0552 (0.0570)
Observaties	8,364	5,148	4,888	3,412	3,563
R ²	0.690	0.637	0.640	0.739	0.595
Standaardfout tussen haakjes *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Tabel E: Regressieanalyses zichtbaarheidsanalyse locatie Egmond aan zee (controlegebied Zandvoort)

woning type	alle woningtypen	Alleen apartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen	Alleen appartementen
Periode (tot 2011 of 2013)	Tot 2013	tot 2013	tot 2011	tot 2011	tot 2011
bouwjaar				Bouwjaar: 1920-1990	Bouwjaar: voor 1945
VARIABLES	log (price relative)				
Jaardummies					
tDID vis	-0.0525 (0.0691)	-0.0829 (0.0800)	-0.0845 (0.0856)	0.0705 (0.0537)	-0.0971 (0.0877)
ant	-0.0696 (0.0491)	-0.150** (0.0745)	-0.152** (0.0759)	-0.0134 (0.0477)	-0.158** (0.0777)
Observaties	1,400	857	807	427	753
R ²	0.618	0.577	0.579	0.696	0.580
Standaardfout tussen haakjes *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					