

---

# Het verwaterend effect van overstromingsrisico

Een kwantitatief onderzoek naar de impact van overstromingsrisico op de prijs van eengezinswoningen in Limburg



Middelaar juli 2021

Middelaar juli 2023

---

Titel	Het verwaterend effect van overstromingsrisico Een kwantitatief onderzoek naar de impact van overstromingsrisico op de prijs van eengezinswoningen in Limburg
Datum	22 augustus 2023
Instelling	Amsterdam School of Real Estate
Opleiding	Master of Science in Real Estate (MSRE)
Adres	Jollemanhof 5, 1019 GW Amsterdam
Auteur	Drs. S. Luisman
Begeleider	Drs. R. Buitink

---

## Voorwoord

Sinds het voorjaar van 2019 heb ik met plezier deelgenomen aan de MSRE opleiding van de ASRE. Telkens een halfjaar op en een halfjaar af, om het enigszins combineerbaar te maken met mijn baan en privéleven. Het modulaire karakter van de opleiding maakt dit mogelijk, hetgeen erg fijn is. Gedurende deze 4 jaar heb ik mijn netwerk flink uit kunnen breiden en deze vastgoedprofessionals kom ik nog geregeld tegen in het veld. Ik heb het idee dat ik door het volgen van de opleiding een betere allround professional ben geworden. Ik kan mij beter inleven in de rol van andere partijen die in de sector actief zijn.

Het onderwerp van deze scriptie is erg actueel. De komende decennia zullen wij steeds meer te maken krijgen met de gevolgen van klimaatverandering. Ook de toezichthouders besteden hier steeds meer aandacht aan. Aangezien ik in een gebied woon dat regelmatig met overstromingen te maken heeft, leek het mij interessant om hier onderzoek naar te doen. Hoewel kwantitatief onderzoek en statistiek ver van mijn dagelijks werk afstaan heb ik mij hier gedurende het afgelopen jaar goed in kunnen verdiepen. Kennis die ik tijdens mijn loopbaan zeker vaker in ga zetten.

Blij dat ik nu mijn scriptie kan afronden. Ik ben tevreden met het eindresultaat en ook het proces dat doorlopen is.

Graag wil ik ter afsluiting nog een aantal mensen bedanken. Allereerst Roelfke die mij gedurende het afgelopen jaar begeleid heeft. Ondanks het feit dat het af en toe behoorlijk tegen zat heeft zij mij toch weten te motiveren om door te zetten. Philip Koppels bedank ik graag voor de hulp met statistiek en gebruik van de GIS applicatie. Zoals gezegd staat dit onderzoek redelijk ver van mijn dagelijks werk en zonder zijn hulp was ik niet in staat geweest dit onderzoek af te ronden. Graag bedank ik de NVM voor het uiteindelijk toch ter beschikking stellen van de benodigde data. Een kwantitatief onderzoek zonder data is erg lastig. Ook bedank ik graag mijn werkgever ABN AMRO die het mogelijk heeft gemaakt om deze opleiding te volgen. Tot slot bedank ik graag mijn vrouw en kinderen. Ik denk dat ik af en toe niet te genieten ben geweest het afgelopen jaar. Dat gaan we komend jaar goed maken.

Sjoerd Luisman

22 augustus 2023

---

## Samenvatting

**Doel** - In dit kwantitatieve onderzoek wordt in kaart gebracht of overstromingsrisico een impact heeft op de prijs van eengezinswoningen in Limburg in de periode 1990-2000.

**Onderzoeksmethodologie** - Met een dataset van 5.313 transacties tussen 1990 en 2000, verkregen via de NVM en aangevuld en verrijkt met data verkregen via het CBS en Informatiepunt Leefomgeving van Rijkswaterstaat, zijn middels gebruik van de hedonische prijsmethode een groot aantal modellen gecreëerd om te onderzoeken welke impact overstromingsrisico heeft op de prijs van eengezinswoningen. Hierbij is overstromingsrisico op verschillende manieren geoperationaliseerd en toegevoegd aan een basismodel. Er is gebruik gemaakt van de modellen en methoden die in eerder internationaal onderzoek gebruikt zijn maar ook is een eigen model gecreëerd op basis van risico. Risico is hierbij geoperationaliseerd als de kans dat een overstroming zich voordoet vermenigvuldigd met het effect. Dit wil zeggen hoeveel m<sup>2</sup> gbo van een woning komt onder water te staan op het moment dat een overstroming zich voordoet. Op basis van evaluatie criteria zoals de Mean Absolute Percentage Error (MAPE) en Adjusted R-squared is gezocht naar het model met de beste goodness of fit.

**Uitkomsten** - Op basis van de uitgevoerde analyse kan geconcludeerd worden dat het overstromingsrisico een negatieve impact heeft op de prijs van eengezinswoningen. De impact blijkt gedurende de onderzoeksperiode te wijzigen iets dat ook in eerder internationaal onderzoek geconstateerd is. Dit zou te maken kunnen hebben met de availability heuristic. Informatie die recent is wordt door particulieren meegenomen bij een aankoopbeslissing. Informatie verdwijnt echter vrij snel naar de achtergrond en raakt in vergetelheid. De negatieve impact van overstromingsrisico bedraagt tussen de 3,2% voor woningen in overstromingsgebied voor de overstroming van 1993, tot maximaal 9,3% voor woningen in overstromingsgebied die daadwerkelijk onder water gestaan hebben in de periode tussen de twee overstromingen. De impact op de prijs lijkt na de overstroming van 1995 af te nemen maar dit is niet met zekerheid vast te stellen omdat de interactievariabelen voor transactie jaren 1997 en 1998 niet significant bleken. Duidelijk is wel dat vanaf 1999 de prijscorrectie verdwenen lijkt te zijn. Deze uitkomsten liggen in lijn met eerder internationaal onderzoek waaruit een gemiddelde prijscorrectie blijkt tussen de 3,4% en 11,5%.

**Gevolg** - Er is sterk bewijs gevonden dat overstromingsrisico een impact heeft op de prijs van woningen. Daarnaast lijkt de impact na een overstroming gedurende de tijd af te nemen. De perceived risk lijkt hiermee als gevolg van de availability heuristic te dalen. Dit is niet wenselijk aangezien het betekent dat particulieren feitelijk te veel betalen bij de aankoop van een woning en risico's niet goed inschatten. Een overstroming heeft veel impact en in dit kader is het wenselijk dat de bewustwording groeit. Dit zou kunnen worden bewerkstelligd door een water- of klimaatrisico-label te verplichten bij verkoop van een woning waaruit dit risico blijkt.

**Relevantie** - In een tijd waar klimaatverandering en de gevolgen steeds evidenter worden en meer aandacht krijgen, is het zinvol om een beeld te krijgen in hoeverre particulieren deze impact, specifiek het overstromingsrisico, meenemen in de prijs die betaald wordt voor een eengezinswoning. Het onderzoek toont aan dat direct na een overstroming veel rekening gehouden wordt met dit risico, maar een aantal jaren later geen rol van betekenis meer speelt. Nu het zeer aannemelijk is dat wij komende decennia meer te maken gaan krijgen met de effecten van klimaatverandering lijkt het wenselijk om bewustwording onder particulieren te vergroten.

---

## Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1	Inleiding onderzoek.....	7
1.1	Aanleiding .....	7
1.2	Probleemstelling .....	8
1.3	Doelstelling .....	8
1.4	Vraagstelling.....	9
1.5	Deelvragen .....	9
1.6	Onderzoeksopzet .....	9
1.7	Relevantie .....	10
1.8	Leeswijzer.....	10
Hoofdstuk 2	Context.....	12
2.1	Inleiding.....	12
2.2	Werking van de vastgoedmarkt.....	12
2.3	Beschrijving van de onderzoeksperiode 1990-2000.....	13
2.3.1	Woningmarkt Nederland en Limburg .....	14
2.4	Overstromingsrisico in Nederland .....	15
2.5	Samenvatting .....	18
Hoofdstuk 3	Theoretisch kader en methodologie.....	19
3.1	Inleiding.....	19
3.2	Stated preference methoden.....	19
3.3	Revealed preference methoden .....	20
3.3.1	Repeat sales / Comparable sales .....	20
3.3.2	Hedonische prijsmethode .....	21
3.4	Perceived risk en availability heuristic.....	27
3.5	Gebruikte variabelen in eerder onderzoek.....	28
3.6	Operationalisering van het overstromingsrisico.....	29
3.7	Conclusie .....	30
Hoofdstuk 4	Data en beschrijvende statistiek.....	32
4.1	Inleiding.....	32
4.2	Data verzamelen en management.....	32
4.3	Beschrijvende statistiek I .....	35
4.4	Datapreparatie.....	36
4.4.1	Schonen.....	37
4.4.2	Aandachtspunten statistische toetsen .....	37

---

4.5	Beschrijvende statistiek II .....	40
4.6	Methodologie onderzoek.....	41
4.7	Conclusie .....	44
Hoofdstuk 5 Analyse Resultaten.....		45
5.1	Inleiding.....	45
5.2	Werkwijze analyse .....	45
5.3	Uitkomsten onderzoek.....	46
5.3.1	Model 1: Overstroomd.....	47
5.3.2	Model 2: Afstand.....	47
5.3.3	Model 3: Ligging in overstromingsgebied.....	48
5.3.4	Model 4: Waterstand bij overstroming .....	48
5.3.5	Model 5: Overstroomd en of in overstromingsgebied .....	49
5.3.6	Model 6: Risico.....	51
5.3.7	Samenvatting resultaten en evaluatie .....	52
5.4	Vergelijking uitkomsten met eerder internationaal onderzoek .....	53
5.4	Link met de praktijk en actuele situatie.....	54
5.6	Conclusie .....	57
Hoofdstuk 6 Conclusies en discussie .....		59
6.1	Inleiding.....	59
6.2	Beantwoording hoofdvraag en subvragen .....	59
6.3	Discussie en reflectie .....	61
6.4	Vervolgonderzoek.....	62
Literatuurlijst.....		64
Bijlage I	Boxplots variabelen voor en na schoning .....	70
Bijlage II	Twoway scatter plots .....	72
Bijlage III	Normal probability plots .....	74
Bijlage IV	Modellen gebruikt in literatuur (exclusief overstromingsrisico).....	76
Bijlage V	Best presterende modellen en optimalisatie.....	88
Bijlage VI	Uitkomsten kwantitatief onderzoek.....	90
Bijlage VII	Regressie analyses besproken in hoofdstuk 5.3 .....	91
Bijlage VIII	Vragenlijst interviews .....	100

---

## Hoofdstuk 1      Inleiding onderzoek

### 1.1      Aanleiding

Volgens het Intergovernmental Panel On Climate Change (2021, p6.), staat het inmiddels onomstotelijk vast dat het klimaat verandert door toedoen van de mensheid. De kans op extreem weer neemt hierdoor toe en steeds meer mensen krijgen te maken met fysieke klimaatrisico's zoals onder andere extreme hitte, droogte, natuurbranden, orkanen, wateroverlast en overstromingen.

Ook de Europese Centrale Bank heeft in toenemende mate aandacht voor klimaatrisico's. Dit blijkt ook uit de uitvraag waar begin 2022 honderdvier belangrijke Europese banken aan deelnamen (ECB Banking Supervision, 2022). In deze klimaatstresstest is in drie modules, middels kwantitatieve en kwalitatieve informatie, in kaart gebracht in hoeverre de banken voorbereid zijn op de klimaatrisico's die zij lopen. Onderdeel van de klimaatstresstest was het in kaart brengen van de transitie- en fysieke risico's die de banken lopen. Transitierisico's hebben betrekking op de kosten die gemaakt moeten worden om over te gaan naar een klimaatneutrale economie. Fysieke risico's hebben betrekking op schade die ontstaat als gevolg van het veranderende klimaat. Hierbij kan gedacht worden aan extreem weer dat frequenter voorkomt (Jansen, 2019 p.26). Om de fysieke risico's in kaart te brengen is de portefeuille van de banken in de klimaatstresstest onderworpen aan een droogte- en hittesten scenario en daarnaast een scenario waarbij overstromingen zich voordeden.

Uit het Klimaatsignaal'21 van het KNMI (2021) blijkt dat het klimaat in Nederland snel verandert en hiermee impact heeft op het leven van mensen. Het KNMI verwacht dat de kans op hoog- en laagwater de komende decennia toe zal nemen (KNMI, 2021 p.56). Volgens Holtermans et al. (2022, p.2) is de vastgoedsector, gelet op de onroerende eigenschap, extra kwetsbaar voor klimaatverandering. Bij mij rijst de vraag of wij wel voldoende rekening houden met deze fysieke risico's bij de investeringen die we doen?

Zelf ben ik woonachtig in een klein dorp gelegen aan de Maas, waar in 1993, 1995 en 2021 het water tegen de dijk heeft aangestaan. Dit maakt overstromingsrisico iets waar ik persoonlijk regelmatig mee te maken heb. In 1993 was het hoogwater een feest, tegen de regels in surfend over ondergelopen weilanden. In 1995 hard werken om zandzakken te vullen en het water tegen te houden. Afgelopen jaren heb ik regelmatig bijeenkomsten bijgewoond georganiseerd door Lob van Gennep ([www.lobvangennep.nl](http://www.lobvangennep.nl)). Dit betreft een projectgroep opgericht door Het Rijk, de provincies Gelderland en Limburg, Waterschappen Aa & Maas en Limburg en gemeenten Gennep en Mook & Middelaar met als doel het verbeteren van de hoogwaterbescherming en ruimtelijke kwaliteit in het gebied tussen Mook en Gennep (Limburg). Tijdens de bijeenkomsten worden bewoners van het gebied meegenomen in de stappen die gezet worden en krijgen zij inspraak. Tijdens een van deze bijeenkomsten heb ik ook kennisgemaakt met Dijkgraaf P. van der Broeck, die ik voor dit onderzoek ook benaderd heb en geholpen heeft bij het verzamelen van de benodigde data. Omdat ik zelf meerdere keren gezien heb wat het effect is van een overstroming lijkt het mij interessant om de impact van overstromingsrisico op marktprijzen van woningen te onderzoeken.

---

## 1.2 Probleemstelling

Volgens The Emergency Events Database (EM-DAT database <http://www.emdat.be/>) zijn er sinds het jaar 2000 wereldwijd ruim 3.800 overstromingen geweest. De materiele schade van deze overstromingen bedroeg meer dan 800 miljard euro. Volgens onder andere Clayton et al. (2021, p. 75) en Holtermans et al. (2022) neemt het bewijs toe dat extreem weer als gevolg van klimaatverandering steeds vaker, langer en heviger voorkomt. Dit betekent dan ook dat het steeds belangrijker wordt om het overstromingsrisico mee te nemen bij de beoordeling van een investeringsbeslissing. Dit geldt voor een belegger, financier maar ook voor een particulier die een woning koopt. De vraag is of actoren in de vastgoedmarkt het overstromingsrisico op dit moment voldoende inprijzen. Als zij dit niet doen dan wordt feitelijk te veel betaald voor een object. Er kan een niet ingecalculeerd verlies optreden op het moment dat een klimaatrisico zich voordoet of op het moment dat het object verkocht wordt en een opvolgende koper dit risico wel juist prijst.

In de bestaande academische literatuur is reeds onderzoek gedaan naar overstromingsrisico en invloed op prijs. Dit onderzoek is echter voornamelijk uitgevoerd in de Verenigde Staten. Uit deze onderzoeken kwam naar voren dat de impact van overstromingsrisico op marktprijzen ergens tussen -48% (Atreya et al., 2012) en + 26% (Morgan, 2007) bedroeg. De positieve afwijking is vooral te herleiden naar kustgebieden waar een duidelijke premium betaald wordt voor zeezicht ondanks het risico dat gelopen wordt. Er is in slechts 3 onderzoeken gekeken naar de Nederlandse situatie. Het onderzoek dat uitgevoerd wordt bouwt voort op het onderzoek van Daniel et al. (2009) en moet resulteren in een verdere verfijning van de uitkomsten door gebruik te maken van meerdere modellen waarin het overstromingsrisico op verschillende manieren wordt geoperationaliseerd.

## 1.3 Doelstelling

In dit kwantitatieve onderzoek wordt in kaart gebracht of er een prijsdifferentiatie zichtbaar is tussen eengezinswoningen met overstromingsrisico en eengezinswoningen zonder overstromingsrisico in Limburg. Tevens zal onderzocht worden of het eventuele verschil wijzigt gedurende de tijd.

De keuze voor Limburg is ingegeven door het feit dat hier in 1993,1995 en 2021 overstromingen hebben plaatsgevonden en woningen daadwerkelijk onder water hebben gestaan. De markt heeft hier op kunnen reageren en tijd gehad om dit risico tot uitdrukking te laten komen in de prijs. De periode die in beschouwing wordt genomen betreft 1990-2000. Helaas bleek de NVM niet bereid gegevens rond de overstroming van 2021 ter beschikking te stellen. Na de analyse van de modellen en vergelijking van de resultaten met de uitkomsten van eerder onderzoek, zal verslag gedaan worden van enkele gesprekken die met lokale makelaars, hypotheekverstrekkers, een verzekeringsadviseur en deskundigen van Waterschap Limburg hebben plaatsgevonden. Hierin hebben zij hun visie gegeven op het effect van overstromingsrisico op de prijs van woningen en in het bijzonder voor de periode rond 2021. Er wordt gekozen voor eengezinswoningen omdat deze altijd te maken hebben met overstromingsrisico indien ze in een overstromingsgebied liggen. Voor meergezinswoningen is dit niet altijd het geval indien bijvoorbeeld een appartement op hogere verdieping gelegen is.



## 1.4 Vraagstelling

De hierboven geschetste doelstelling is vertaald naar de onderstaande centrale onderzoeksvraag:

***In hoeverre beïnvloedt het overstromingsrisico de prijs van eengezinswoningen in Limburg in de periode 1990-2000?***

## 1.5 Deelvragen

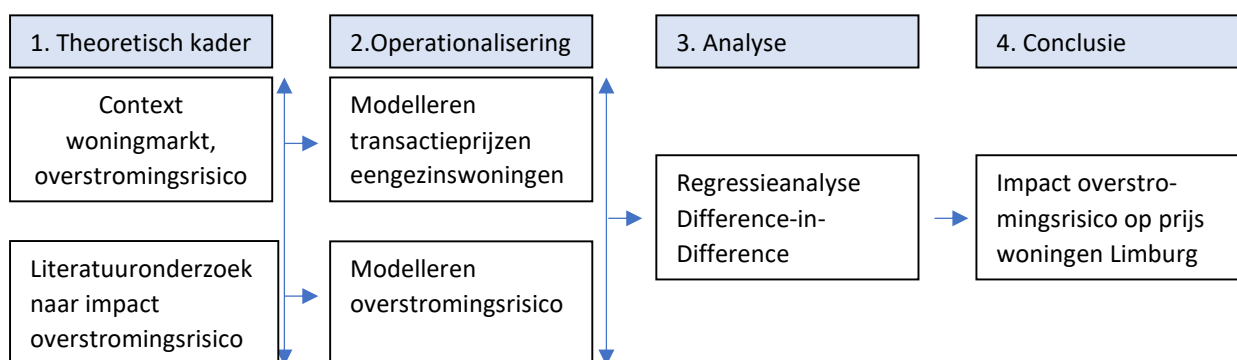
Om de centrale vraag te beantwoorden zijn de navolgende subvragen geformuleerd:

1. Welke factoren en kenmerken zijn van belang om de prijs van een woning vast te stellen middels de hedonische prijsmethode?
2. Op welke wijze wordt het overstromingsrisico in de bestaande literatuur gemodelleerd?
3. Is er een verschil waarneembaar tussen de prijs van een eengezinswoning woning blootgesteld aan overstromingsrisico en een eengezinswoning zonder deze blootstelling?
4. Welke invloed heeft de factor tijd op de impact van overstromingsrisico op het eventueel geconstateerde prijsverschil?

## 1.6 Onderzoeksopzet

Dit onderzoek wordt in een aantal delen opgebouwd. Onderstaande figuur geeft de opbouw schematisch weer.

**Figuur 1.1** Onderzoeksopzet



Bron: Eigen bewerking (2023)

Onderdeel 1 betreft het literatuuronderzoek op basis waarvan de eerste twee subvragen beantwoord worden. Er zal gekeken worden naar de Nederlandse woningmarkt en de wijze waarop de Nederlandse overheid omgaat met het overstromingsrisico. Het literatuuronderzoek zal zich richten op eerder onderzoek naar de impact van overstromingsrisico op marktprijzen van woningen.

Onderdeel 2 bestaat uit het bewerken en modelleren van de data met beschrijvende statistiek als output. Naast de NVM database zal tevens gebruik gemaakt worden van shapefiles aangeleverd door het Informatiepunt Leefomgeving van Rijkswaterstaat en de database van het CBS. Transacties zullen middels een GIS applicatie geploteerd worden op verschillende overstromingskaarten en hier

---

zullen een aantal bewerkingen plaatsvinden zodat in een later stadium het overstromingsrisico op verschillende manieren aan het model kan worden toegevoegd. Denk hierbij aan de afstand tot het overstroomde gebied in 1993 en 1995 en bijvoorbeeld de waterstand op het moment dat er sprake is van een overstroming. Door gebruik te maken van verschillende modellen wordt getracht robuustere conclusies te trekken.

In onderdeel 3 zal de inferentiële statistiek centraal staan. De transacties in de NVM database bevatten niet alle transacties die hebben plaatsgevonden in Limburg. Er zal middels verschillende modellen een antwoord gegeven worden op de derde en vierde subvraag. Hierbij zal gebruik gemaakt worden van methoden die uit het literatuuronderzoek naar voren komen. Daarnaast zijn een aantal marktpartijen benaderd en is onderzocht in hoeverre zij de uitkomsten herkennen en na het hoogwater in de zomer van 2021 in de markt terugzien.

Tot slot zal in onderdeel 4 de hoofdvraag beantwoord worden.

## 1.7 Relevantie

Zoals eerder aangegeven is eerder onderzoek gedaan naar de impact van overstromingsrisico's op woningprijzen. Het onderzoek is echter voornamelijk in de Verenigde Staten uitgevoerd en de uitkomsten zijn zeer wisselend.

Nederland is bij uitstek een land dat heeft leren omgaan met overstromingsrisico en zich daartegen tracht te beschermen. Onderzoek heeft hier nog maar beperkt plaatsgevonden en was landelijk gericht waarbij overstromingsrisico als gevolg van zeespiegelstijging ook is meegenomen. Het is interessant om specifiek op een regio in te zoomen waar overstromingsrisico vanuit een rivier ontstaat en in het recente verleden meerdere malen een overstroming heeft plaatsgevonden waarbij duizenden mensen zijn geëvacueerd.

De aankoop van een woning is voor de meeste particulieren de grootste aankoop die men in het leven doet. Indien blijkt dat het overstromingsrisico niet of nauwelijks wordt meegenomen in de uiteindelijk tot stand gekomen prijs dan betekent dit dat er actie genomen moet worden om dit onder de aandacht te brengen. Het is de taak van de overheid om haar inwoners te behoeden en te wijzen op de risico's die men loopt. Het zou daarnaast kunnen impliceren dat andere fysieke klimaatrisico's ook onvoldoende tot uiting komen in transactiepreizen van woningen.

## 1.8 Leeswijzer

Het tweede hoofdstuk schetst de context waarbinnen het onderzoek wordt uitgevoerd. De Nederlandse woningmarkt in Limburg gedurende de onderzoeksperiode wordt besproken. Daarnaast wordt stilgestaan bij de wijze waarop Nederland omgaat met het overstromingsrisico. In het derde hoofdstuk staat het theoretisch kader en methodologie centraal. Aan de hand van een literatuurstudie wordt besproken op welke wijze eerder onderzoek heeft plaatsgevonden. Hierbij wordt naast 'stated preference' ook ingegaan op de meest gebruikte 'revealed preference' methoden. De verschillende methoden worden besproken en er zal gekeken worden op welke wijze deze onderzoeken het overstromingsrisico hebben gemodelleerd en tot welke uitkomsten deze

---

onderzoeken hebben geleid. Aan het eind van dit hoofdstuk kunnen de eerste twee deelvragen beantwoord worden.

In het vierde hoofdstuk staat de data preparatie en beschrijvende statistiek centraal. Er zal aandacht geschonken worden aan de wijze waarop de beschikbare data is geschoond en verrijkt met gegevens uit de database van het CBS en Rijkswaterstaat en welke nieuwe data is gecreëerd door inzet van een GIS applicatie. De keuze van methoden wordt toegelicht en tot slot wordt een basismodel gepresenteerd waaraan het overstromingsrisico, op verschillende manieren gemodelleerd, wordt toegevoegd.

In het vijfde hoofdstuk worden de derde en vierde subvraag beantwoord door middel van analyse van de verschillende regressiemodellen waarbij gebruik gemaakt wordt van de geschoonde en geprepareerde dataset uit hoofdstuk vier. Er zal hierbij ook getoetst worden in hoeverre uitkomsten in lijn liggen met eerder onderzoek. Tot slot worden de uitkomsten besproken met een aantal makelaars, hypotheekadviseurs, een verzekeringsadviseur en deskundigen van Waterschap Limburg.

In het zesde hoofdstuk wordt op basis van de antwoorden op de subvragen de centrale vraag beantwoordt. Er volgt een korte discussie over wat de uitkomsten van dit onderzoek zouden kunnen betekenen voor de impact van andere klimaatrisico's op de prijs van een eengezinswoning en er worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek. Tot slot zal gereflecteerd worden op het onderzoekstraject.

## Hoofdstuk 2 Context

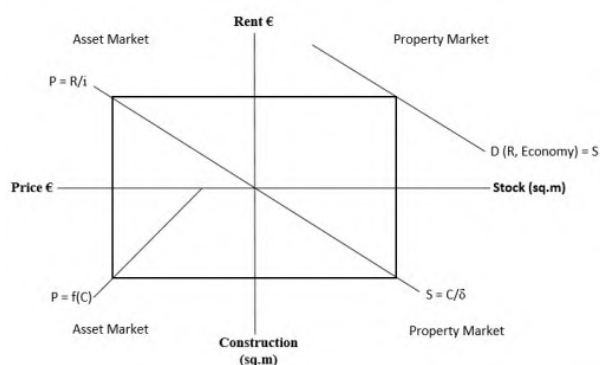
### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt stil gestaan bij de context van het onderzoek. Allereerst wordt in paragraaf 2.2 aan de hand van het 4 kwadrantenmodel de werking van de vastgoedmarkt beschreven. In paragraaf 2.3 wordt vervolgens een korte beschrijving gegeven van de situatie in de onderzoeksperiode 1990-2000. Er wordt ingegaan op de omvang van de woningmarkt in Nederland en Limburg gedurende de onderzoeksperiode. Tot slot wordt in paragraaf 2.4 beschreven hoe Nederland de afgelopen eeuwen is omgegaan met het overstromingsrisico en de manier waarop dit is veranderd gedurende de tijd.

### 2.2 Werking van de vastgoedmarkt

Volgens Francke (2010) heeft de vastgoedmarkt een aantal bijzondere eigenschappen. Het aantal transacties van mensen actief op de markt is erg beperkt, er is weinig transparantie over het tot stand komen van de prijs en de verhandelde objecten worden in zijn geheel verhandeld en zijn uniek. Daarnaast is het aanbod inelastisch, vanwege lange voorbereidings- en bouwtijd duurt het lang voordat een hogere vraag zich vertaalt naar een groter aanbod. Een model dat veelvuldig wordt gebruikt om de werking van de vastgoedmarkt te beschrijven en inelasticiteit verklaart betreft het 4 kwadrantenmodel van DiPasquale en Wheaton (1995).

**Figuur 2.1** Vier kwadranten model



Bron: DiPasquale en Wheaton (1995)

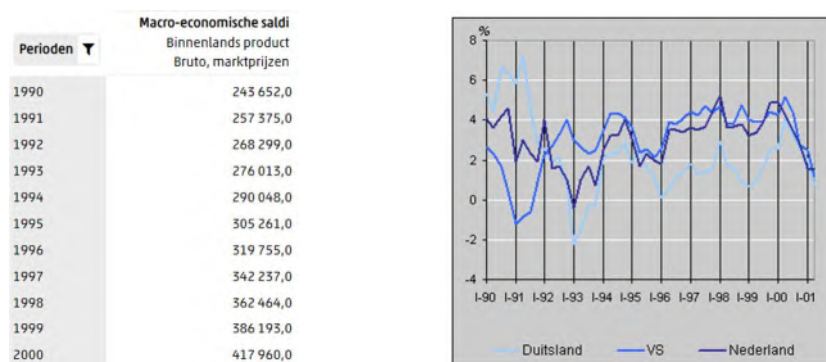
Op basis van een aanbod in de vastgoedmarkt en vraag in de gebruikersmarkt komt in het kwadrant rechtsboven een huurprijs tot stand. De belegger bepaalt in het kwadrant linksboven op basis van deze huurprijs en zijn rendementseis wat hij bereid is te betalen voor een object. De ontwikkelaar in het kwadrant linksonder gaat op basis van dit gegeven kijken of hij nieuw product kan realiseren voor deze prijs. Indien dit het geval is dan wordt de voorraad in het kwadrant rechtsonder uitgebreid. Er ontstaat een nieuw aanbod dat weer invloed heeft op de huurprijs in het kwadrant rechtsboven. Het model laat hiermee goed zien hoe de gebruikersmarkt, beleggingsmarkt en bouw-

ontwikkelingsmarkt met elkaar verband houden (Marquard & Van der Post, 2012). Zoals uit deze beschrijving blijkt gaat het model ervan uit dat de markt naar evenwicht streeft en het model behoort hiermee tot de neoklassieke economische stroming. Hoewel dit model voornamelijk gericht is op de huurmarkt wordt dit model in het CPB-woningmarktmodel als basis gebruikt om de ontwikkeling in de totale vastgoedmarkt te verklaren. Het CPB-woningmarktmodel veronderstelt dat woondiensten uniform zijn en particulieren de keus hebben om hetzij een woning te huren in het kwadrant rechtsboven, hetzij een woning te kopen in het kwadrant linksboven. Een koper concurreert in dit geval met een belegger en er komt op basis van vraag en aanbod een prijs tot stand (Van Dijk et al., 2016).

### 2.3 Beschrijving van de onderzoeksperiode 1990-2000

De jaren negentig kenden een sterke economische groei voor een belangrijk deel gestimuleerd door informatietechnologie en de opkomst van het internet. Er is slechts sprake van een kleine economische dip in 1993.

**Figuur 2.2** Overzicht economische groei en BBP



Bron: CBS, statline (2001)

De groeiende economie zorgde vanaf 1994 voor dalende werkloosheid en een stijgende levensstandaard. Het politieke landschap veranderde ook. Na een lange periode waarin het CDA de grootste partij was (sinds 1977) nam de PVDA in 1994 (tot 2002) onder leiding van Wim Kok het stokje over. Deze overgang kenmerkt zich door een periode waarin liberalisering en deregulering centraal stonden.

**Tabel 2.1** Overzicht werkloosheidspercentage

Perioden	Beroepsbevolking	
	Werkloosheidspercentage	%
1990	6,1	
1991	5,8	
1992	5,8	
1993	6,6	
1994	7,3	
1995	7,0	
1996	6,5	
1997	5,9	
1998	4,7	
1999	4,1	
2000	3,6	

Bron: CBS, statline (2023)

### 2.3.1 Woningmarkt Nederland en Limburg

Volgens het CBS telde Nederland eind 2000 15.987.075 inwoners. Dit is een toename van 6,5% t.o.v. 11 jaar eerder. De bevolkingsgroei vindt haar oorsprong met name in een positief migratiesaldo. De bevolking in Limburg is in dezelfde periode met slechts 3% gegroeid tot 1.142.679. Als we kijken naar de woningvoorraad dan valt op dat deze in dezelfde periode met 13,5% is gestegen in Nederland tegenover 11,8% in Limburg. Dit betekent dat in de periode 1990-2000 zowel in Nederland als in Limburg meer woningen per inwoner beschikbaar zijn. Doordat het aantal huishoudens echter sneller toeneemt, resulteert een ruimere beschikbaarheid van woningen niet tot een overschot maar blijft een tekort aan woningen bestaan.

**Tabel 2.2** Bevolking, huishoudens, huishoudensgrootte en aantal woningen

Onderwerp	Jaar ->	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Totaal aantal inwoners Nederland	x 1 000	15.010	15.129	15.239	15.342	15.424	15.494	15.567	15.654	15.760	15.864	15.987
Totaal particuliere huishoudens Nederland	x 1 000	6.061	6.164	6.266	6.368	6.445	6.469	6.518	6.581	6.656	6.745	6.801
Gemiddelde huishoudensgrootte Nederland	aantal	2,42	2,4	2,38	2,36	2,35	2,35	2,34	2,33	2,32	2,3	2,3
Totaal aantal inwoners Limburg	x 1 000	1.110	1.115	1.120	1.125	1.130	1.134	1.136	1.138	1.139	1.141	1.143
Totaal particuliere huishoudens Limburg	x 1 000	427	434	440	446	452	460	465	470	477	481	486
Gemiddelde huishoudensgrootte Limburg	aantal	2,52	2,5	2,48	2,44	2,41	2,41	2,4	2,38	2,36	2,34	2,33
Totaal aantal woningen Nederland	x 1 000	5.802	5.892	5.969	6.043	6.116	6.192	6.276	6.358	6.441	6.522	6.588
Waarvan eengezinswoningen Nederland	x 1 000	4.016	4.085	4.146	4.205	4.262	4.321	4.386	4.442	4.502	4.563	4.613
Waarvan meergezinswoningen Nederland	x 1 000	1.786	1.807	1.823	1.838	1.854	1.871	1.890	1.916	1.939	1.959	1.975
Gem. verkoopprijs van een woning in Nederland		73.900	75.800	82.200	90.800	98.400	102.400	112.700	122.600	132.900	156.900	180.600
Index verkoopprijs 1990 = 100		100,0	102,6	111,2	122,9	133,2	138,6	152,5	165,9	179,8	212,3	244,4
Totaal aantal woningen Limburg	x 1 000	422	428	433	438	443	447	453	458	464	469	472
Waarvan eengezinswoningen Limburg	x 1 000	338	343	347	350	354	358	363	366	370	375	377
Waarvan meergezinswoningen Limburg	x 1 000	84	85	86	88	89	89	90	92	94	94	95
Gem. verkoopprijs van een woning in Limburg		78.400	80.800	86.700	100.000	107.700	113.300	122.700	135.400	147.900	168.000	188.800
Index verkoopprijs 1990 = 100		100,0	103,1	110,6	127,6	137,4	144,5	156,5	172,7	188,6	214,3	240,8

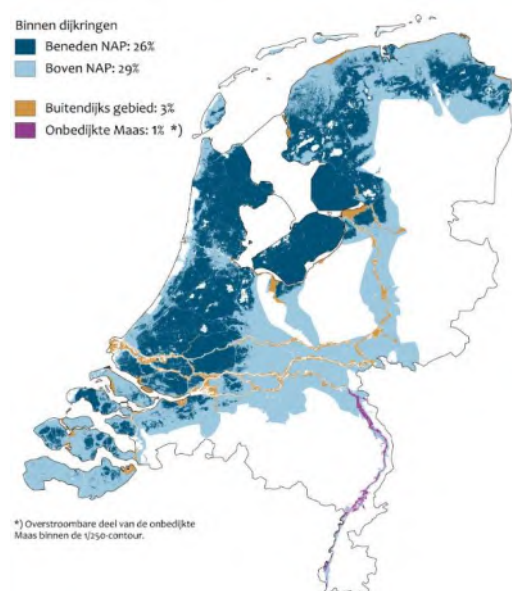
Bron: CBS, NVM eigen bewerking (2023)

Het aantal Nederlandse huishoudens neemt van 6,1 miljoen in 1990 toe tot 6,8 miljoen in 2000 waarbij de gemiddelde huishoudensgrootte in dezelfde periode afneemt van 2,42 naar 2,3. Indien het woningtekort gedefinieerd wordt als het verschil tussen het beschikbare aantal woningen en het aantal huishoudens dan bedroeg het woningtekort in 1990 259.000 woningen. Dit tekort neemt tot 1994 toe tot maximaal 329.000 om vervolgens weer af te nemen tot 213.000 woningen in 2000. De gemiddelde huishoudensgrootte in Limburg bedroeg in 1990 volgens het CBS 2,52. De landelijke trend van afnemende huishoudensgrootte is ook in Limburg waarneembaar en deze afname gaat zelfs sneller. In 2000 bedroeg de gemiddelde huishoudensgrootte 2,33. Ondanks de toename van het aantal beschikbare woningen met 11,8% zorgt deze trend er samen met de toegenomen bevolking voor dat het woningtekort gegroeid is. In 1990 bedroeg dit tekort 5.000 woningen in het jaar 2000 14.000. Daar waar landelijk gezien het tekort als percentage van de totale woningvoorraad in de periode 1990-2000 afneemt van 4,5% tot 3,2% neemt het tekort in Limburg toe. In 1990 bedroeg het woningtekort in Limburg 1,2% en dit is in het jaar 2000 toegenomen tot 3%. De jaren negentig kende Nederland stijgende woningprijzen mede als gevolg van de dalende hypotheekrente. Deze daling was mede het gevolg van de introductie van de euro en de economische stabiliteit die hiermee gepaard ging. De lagere rentetarieven maakten het voor veel mensen makkelijker om een woning te kopen. Het valt op dat de gemiddelde transactieprijs van een woning in Limburg in de gehele onderzoeksperiode hoger lag dan in Nederland. Het verschil laat zich in ieder geval deels verklaren door de verschillende verdeling tussen eengezinswoningen en meergezinswoningen. In Limburg bestaat 80% van de woningvoorraad uit eengezinswoningen en landelijk is dit slechts 70%. Eengezinswoningen zijn gemiddeld duurder dan meergezinswoningen.

## 2.4 Overstromingsrisico in Nederland

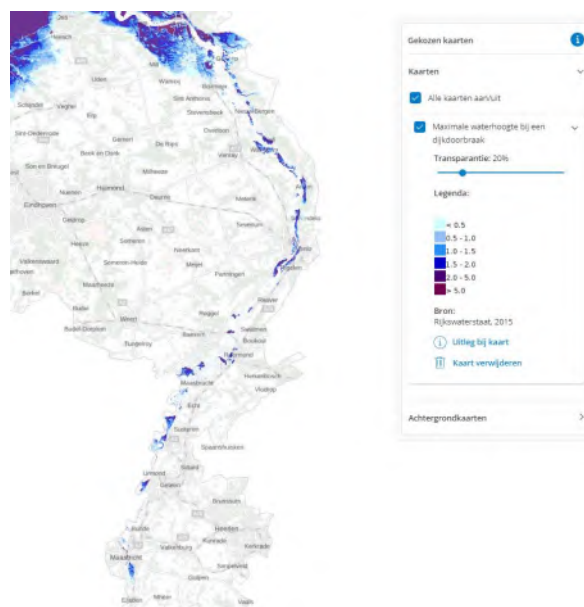
Nederland heeft al eeuwen met overstromingen te maken en sinds de middeleeuwen wordt er een strijd gevoerd tegen het water. Op tal van plaatsen zijn dijken en dammen aangelegd. Veenplassen zijn drooggelegd, de Zuiderzee is deels ingepolderd, rivierlopen zijn verlegd en overstromingsgebied is verkleind. De meest aansprekende ingrepen zijn wellicht de Afsluitdijk en Deltawerken die in de vorige eeuw zijn aangelegd. Nederland heeft gedurende de afgelopen eeuwen om leren gaan met water. Door klimaatverandering zal de frequentie van wateroverlast echter toe gaan nemen, stormen worden heftiger, er gaat meer regen vallen en piekafvoeren van rivieren zullen toenemen (Ruimtelijk Planbureau, 2007). Volgens het Planbureau van de Leefomgeving (2013) is 59% van het landoppervlak in Nederland kwetsbaar voor overstromingen. 26% van het landoppervlak ligt onder Normaal Amsterdams Peil en dit percentage neemt toe als gevolg van bodemdalingen. 29% is daarnaast gevoelig voor rivieroverstromingen. 55% van het gebied dat kwetsbaar is wordt beschermd door natuurlijke of aangelegde barrières, 4% ligt buitendijks en wordt niet beschermd.

**Figuur 2.3** Overstromingsrisicogebied Nederland



Bron: Planbureau voor de Leefomgeving (2013)

**Figuur 2.4** Overstromingsrisicogebied Limburg



Bron: Atlas Leefomgeving (z.d.-b)

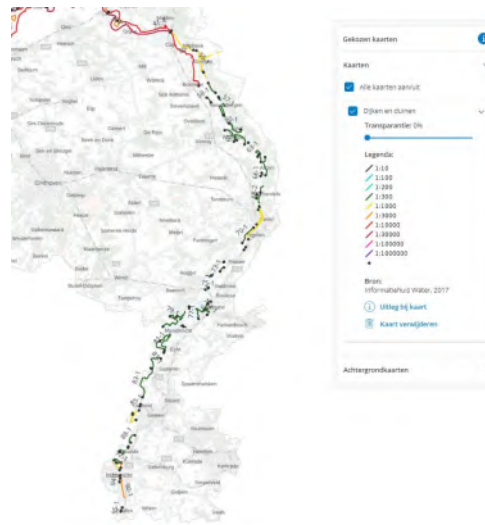
In bovenstaande figuur valt op dat met name de Randstad kwetsbaar is voor overstromingen. Het kwetsbare gebied in Limburg lijkt daarentegen relatief beperkt. Vanwege het feit dat in de randstad de meeste mensen wonen en de schade bij een overstroming extreem hoog zou zijn wordt dit gebied beter beschermd. Dit blijkt goed uit de figuren op de volgende pagina waarop huidige beschermingsniveaus zijn ingedeeld in 7 klassen met een kans op overstroming van 1 op 300 tot 1 op 100.000 per jaar.

**Figuur 2.5** Beschermingsniveau Nederland



Bron: Nationaal Georegister (2017)

**Figuur 2.6** Beschermingsniveau Limburg



Bron: Atlas Leefomgeving (z.d-a)

Zoals eerder aangegeven probeert Nederland zich al eeuwen tegen het water te beschermen. Wonen werd in de middeleeuwen gedaan op terpen en toen deze niet meer voldeden organiseerde inwoners van een gebied zich in waterschappen. Dit heeft geresulteerd in een systeem dat zich volledig focust op preventiemaatregelen. In de 19<sup>de</sup> en 20<sup>ste</sup> eeuw is het watersysteem aangepast om risico's verder te beperken. Er heerste een groot geloof in de maakbaarheid van de natuur (Van Heezik, 2012). In de jaren 70' kwam er een omslag in het denken. Aantasting van de natuur werd op steeds meer plekken zichtbaar en de grenzen van maakbaarheid kwamen in zicht. Ecologen en milieubewegingen wilden niet langer de natuur onderwerpen en onderdrukken maar juist inspelen op de natuurlijke dynamiek (Van Heezik, 2012). De overstromingen in 1993 en 1995 van de rivieren de Maas en de Rijn deden beseffen dat Nederland onvoldoende was voorbereid op de uitdagingen van de 21<sup>ste</sup> eeuw (Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw, 2000). Dit heeft geresulteerd in het programma "Ruimte voor de rivier" waarbij de rivieren op veel plaatsen extra ruimte kregen om in geval van wateroverlast het surplus op te vangen om zo, met name stroomafwaarts, beter tegen overstromingen te beschermen. Ruimte voor de rivier resulteerde ook in een kwalitatieve verbetering doordat er meer ruimte gecreëerd werd voor natuur en recreatie (Rijkswaterstaat, 2006). Europese richtlijnen hebben daarna geresulteerd in het Deltaprogramma waar de gezamenlijke overheden werken richting een klimaatbestendig en water robuust Nederland in 2050. Het Deltaprogramma is in de Waterwet (2009) verankerd en bestaat uit vier onderdelen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023a):

- 1) Deltabeslissingen die in gaan op de nationale kaders op het gebied van waterveiligheid, beschikbaarheid van zoetwater en de ruimtelijke inrichting van Nederland.
- 2) Voorkeursstrategieën die richting geven aan maatregelen voor de regio's IJsselmeergebied, Rijnmond-Drechtsteden, de rivieren Rijn en Maas, Zuidwestelijke Delta, Kust, Waddengebied en Hoge Zandgronden.
- 3) Deltaplannen waarin concrete maatregelen en planning is opgenomen.
- 4) Jaarlijkse update op Prinsjesdag waarin voortgang en eventuele aanpassingen gerapporteerd worden.

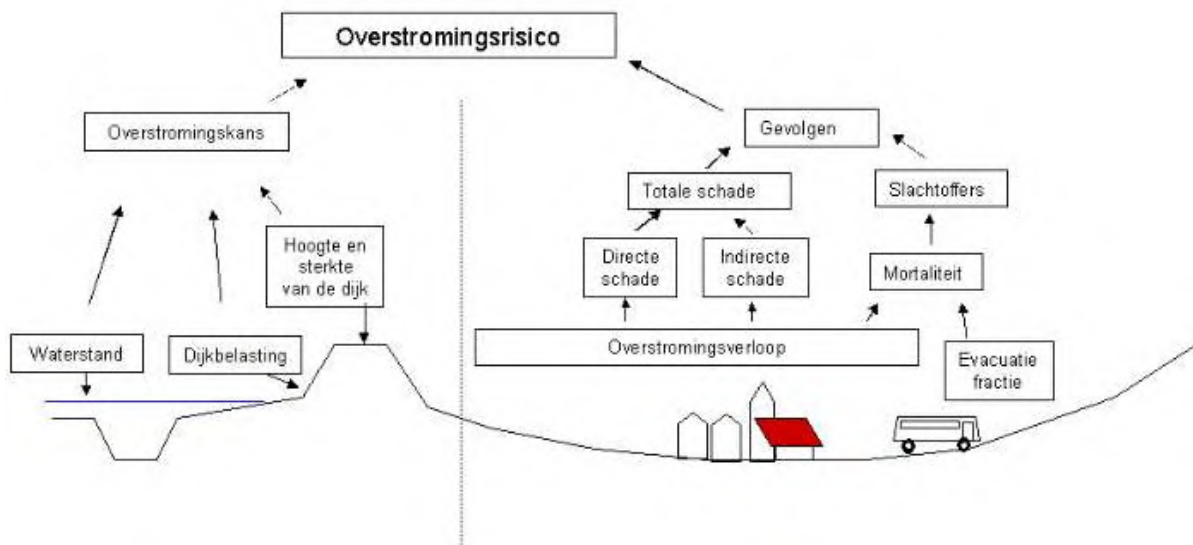
Een van de gebieden waar een voorkeursstrategie voor is geformuleerd betreft de rivieren Rijn en Maas. De rivieren staan onder druk door klimaatverandering en toenemend gebruik. Zowel hoge als



lage waterafvoeren treden vaker op en zorgen voor verandering. De overstroming van 2021 heeft laten zien dat de afvoercapaciteit van de Maas vergroot moet worden bij hoogwater. Daarnaast dient water zo lang mogelijk vastgehouden te worden om droge periodes en hiermee de laagwaterstanden zo hoog mogelijk houden. Deze ingewikkelde opgaven hebben geresulteerd in het Ruimtelijk Perspectief Maas waarin voor de 4 deelgebieden, Zuidelijke Maasvallei, Noordelijke Maasvallei, Meanderende Maas en corridor van de Bergsche Maas, een eigen perspectief is ontwikkeld. Er wordt doorlopend aan diverse kleinere en grotere projecten gewerkt (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023b).

Daar waar het waterveiligheidsbeleid van Nederland jarenlang gericht was op het reduceren van de overstromingskans wordt de afgelopen decennia onder invloed van de eerder genoemde ontwikkelingen ook steeds meer gekeken naar de potentiële gevolgen van een overstroming in een bepaald gebied. Het gevolg van een overstroming wordt beïnvloed door een aantal factoren zoals waterdiepte, stroomsnelheid en stijgsnelheid maar ook door de wijze waarop het gebied wordt gebruikt en geëvacueerd kan worden. Het overstromingsrisico wordt bepaald door de overstromingskans te vermenigvuldigen met het gevolg (HKV Lijn in Water & Deltares, 2012). In onderstaand figuur wordt dit schematisch weergegeven.

**Figuur 2.7** Visie overheid op overstromingsrisico



Bron: HKV Lijn in Water & Deltares (2012)

Preventie wordt hiermee ook vanuit verschillende invalshoeken benaderd, de zogenoemde 'Meerlaagsveiligheid'. De eerste laag is gericht op voorkomen van een overstroming door in te zetten op sterke dijken die het hoogwater op kunnen vangen. De tweede laag is gericht op de duurzame ruimtelijke inrichting waarmee de gevolgen van een overstroming worden beperkt. De derde laag richt zich tot slot op voorbereiding op een mogelijke overstroming om effectief en snel te kunnen handelen op het moment dat een overstroming zich voordoet (Kolen et al., 2011).

Uit bovenstaande blijkt dat de manier waarop de overheid overstromingsrisico's benadert door de tijd heen is veranderd. Dit zou dus ook kunnen gelden voor de wijze waarop een particulier kijkt naar het overstromingsrisico en mee laat wegen in de uiteindelijke prijsvorming bij de aankoop van een

---

woning. Kijkt men enkel naar kans, met andere woorden hoe groot is het risico dat een dijk het hoogwater niet kan keren, of wordt ook gekeken naar het gevolg, komt enkel de begane grond onder water te staan in geval van hoogwater of staat het hele huis onder water? Hier wordt later in dit hoofdstuk 3.6 bij het operationaliseren van het overstromingsrisico nog aandacht aan besteed.

In Nederland is het voor particulieren niet mogelijk zich tegen overstromingsrisico te verzekeren. Dit wordt niet aangeboden door verzekeraars. De overheid heeft in 1993 en 1995 een vergoeding voor schade aan opstallen en inboedel ter beschikking gesteld via het Nationaal Rampenfonds. In totaal is 90% van de schade aan opstallen vergoed, voor inboedel gold een staffel. Er was daarnaast geen eigen risico van toepassing (Kamerstuk, 1995). In 1998 is in de Eerste kamer de wet Tegemoetkoming schade bij rampen en zware ongevallen aangenomen. Deze wet voorziet in een tegemoetkoming in schade en kosten in geval van een overstroming door zoet water, een aardbeving of andere ramp. In 2021 is op basis van deze wet 90% van de schade aan opstallen vergoed. Ook de schade aan inboedel is, tot maximaal EUR 32.400, voor 90% vergoed (Staatscourant,2021).

## 2.5 Samenvatting

In dit hoofdstuk is de context van het onderzoek geschetst. Allereerst is de werking van de vastgoedmarkt aan de hand van het model van DiPasquale en Wheaton toegelicht. Vervolgens is ingegaan op de onderzoeksperiode 1990-2000 en in het bijzonder de woningmarkt in die periode. Tot slot is besproken op welke manier Nederland door de eeuwen heen omgegaan is met overstromingsrisico en hoe dit veranderd is.

In het volgende hoofdstuk staat het theoretisch kader en de methodologie van het onderzoek centraal.

---

## Hoofdstuk 3 Theoretisch kader en methodologie

### 3.1 Inleiding

In het derde hoofdstuk staat het theoretisch kader en de gebruikte methodologie van eerder onderzoek centraal. Het eerder uitgevoerde onderzoek naar de impact van het overstromingsrisico op de prijs van woningen wordt besproken, met als doel inzichtelijk te maken op welke wijze het overstromingsrisico is geoperationaliseerd en gemodelleerd. In totaal zijn ruim 25 onderzoeken bestudeerd waarmee een compleet beeld gevormd kan worden welke methodieken gebruikt zijn in eerder onderzoek. Wat opvalt is dat een belangrijk deel van het onderzoek in de Verenigde Staten is uitgevoerd. Er is 1 Australisch onderzoek gevonden, 1 onderzoek gehouden in het Verenigd Koninkrijk, 1 in Nieuw-Zeeland en er zijn slechts 3 Nederlandse onderzoeken gevonden. Er wordt in de literatuur gebruik gemaakt van “stated” en “revealed preference” methoden (Daniel et al. 2009, Freeman, 2003). In paragraaf 3.2 wordt stilgestaan bij de stated preference methoden. In paragraaf 3.3. zullen de revealed preference methoden centraal staan. In paragraaf 3.4 wordt ingegaan op het verschil tussen risk en perceived risk. Er zal een uitstapje gemaakt worden naar het domein van de behavioral finance. De availability heuristic wordt besproken aangezien dit relevant lijkt om het gedrag van particulieren bij de aankoop van een woning te verklaren. In paragraaf 3.5 worden de variabelen beschreven die in eerder onderzoek gebruikt zijn om de waarde van woningen te bepalen. Vervolgens zal in paragraaf 3.6 de wijze waarop overstromingsrisico in eerder onderzoek geoperationaliseerd is, toegelicht worden. Het hoofdstuk wordt in paragraaf 3.7 afgesloten middels een conclusie.

### 3.2 Stated preference methoden

Bij stated preference methoden wordt gebruik gemaakt van interviews en enquêtes om nieuwe data te creëren. Respondenten wordt gevraagd naar de mate waarin men bereid is te betalen voor een product met een hogere kwaliteit of kwantiteit (bijvoorbeeld woning zonder overstromingsrisico). Deze methode wordt gebruikt indien er geen of beperkt data beschikbaar is, of juist geen markt waarin transacties tot stand komen in geval van bijvoorbeeld immateriële zaken. Voordeel van deze methode is dat men erg flexibel is en de respondent alles kan vragen. De context kan daarnaast volledig naar wens van de onderzoeker beschreven worden. De vraag hierbij is of een respondent in werkelijkheid handelt zoals aangegeven wordt in de enquête. Daarnaast ligt door de wijze van vraagstelling bias al snel op de loer en is deze methode tijdrovend (Freeman, 2003).

Er is slechts een beperkt aantal onderzoeken gevonden die gebruik hebben gemaakt van de stated preference methoden in relatie tot overstromingsrisico. In deze onderzoeken wordt echter geen relatie onderzocht tussen het overstromingsrisico en de prijs van een woning. Het eerste onderzoek betreft een onderzoek uitgevoerd door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat genaamd Onderzoek Watersnood Maas (1994). Hierbij zijn 500 particulieren en 200 bedrijven op gestructureerde wijze geïnterviewd. Hierbij is in kaart gebracht in hoeverre men bewust was van het overstromingsrisico dat men liep, wat de ervaringen naar aanleiding van de overstroming in 1993

---

waren en is gevraagd welke prioriteiten de overheid moest stellen ter voorkoming van wateroverlast. Geconcludeerd wordt dat het merendeel van de respondenten van mening is dat voorkoming van wateroverlast de hoogste prioriteit moet krijgen. In het andere Nederlandse onderzoek (Bockarjova et al. 2009) is onder 530 respondenten in overstromingsgebied gekeken in hoeverre men bereid is te betalen voor 'value of statistical life'. Een abstract begrip waarvoor geen markt beschikbaar is. In dit onderzoek betreft de value of statistical life de bereidheid van een groep mensen om te betalen voor een verlaging van de kans op overlijden als gevolg van een overstroming.

Aangezien er voor woningen wel een markt en veel data beschikbaar is, wordt in dit onderzoek geen gebruik gemaakt van stated preference methoden.

### 3.3 Revealed preference methoden

Verreweg de meeste onderzoeken maken gebruik van de revealed preference methoden. Revealed preference methoden gebruiken daadwerkelijke transacties van een goed of dienst in de markt om deze te waarderen. Er wordt dus bijvoorbeeld op basis van daadwerkelijke transacties uit de markt gekeken in hoeverre overstromingsrisico invloed heeft op de prijs van woningen. Binnen de revealed preference methoden wordt gebruik gemaakt van de repeat danwel comparable sales techniek en de hedonische prijsmethode. Beiden worden hieronder besproken.

#### 3.3.1 Repeat sales / Comparable sales

De repeat sales methode berekent een verschil in woningprijsontwikkeling tussen woningen met een bepaald kenmerk en woningen zonder dat kenmerk op basis van transacties van dezelfde woning in een bepaalde periode. Deze index kan vervolgens gebruikt worden om uitspraken te doen over de waardeontwikkeling van andere woningen gedurende eenzelfde periode. Belangrijk voordeel van de repeat sales methode is dat hetzelfde object wordt vergeleken en prijsverschillen veroorzaakt door andere eigenschappen van een object dus niet aan de orde zijn. Dit komt volgens Bailey et al. (1963) de nauwkeurigheid ten goede. Daarnaast is het mogelijk om uitspraken te doen op basis van een kleinere dataset. Volgens OECD et al. (2013) zijn de nadelen van de repeat sales methode dat enkel woningen die meer dan één keer verkocht zijn worden meegenomen in de analyse en onduidelijk is of de eigenschappen van de woning daadwerkelijk ongewijzigd zijn tussen verkoopmomenten. De onderhoudsstaat kan bijvoorbeeld afwijken, er kan een verbouwing hebben plaatsgevonden of sprake zijn van nieuwe voorzieningen in de omgeving. Bij het bepalen van de impact van overstromingsrisico op de prijs van woningen kan de repeat sales methode ook ingezet worden. Door de waardeontwikkeling van woningen in overstromingsgebied die meerdere keren zijn verkocht te vergelijken met de waardeontwikkeling van woningen buiten overstromingsgebied die meerdere keren zijn verkocht, kan de impact van overstromingsrisico bepaald worden.

In het onderzoek van Lamond et al. (2007) uitgevoerd in het Verenigd Koninkrijk wordt gebruik gemaakt van de repeat sales methode. Doordat overstromingen hier als gevolg van het landschap doorgaans zeer lokaal zijn is er per overstroming maar erg weinig data beschikbaar hetgeen werken met een regressie analyse onmogelijk maakt. Men heeft ervoor gekozen om middels repeat sales transacties de prijsontwikkeling van woningen met overstromingsrisico te vergelijken met de prijsontwikkeling van woningen zonder overstromingsrisico. Hoewel wiskundig ongetwijfeld kloppend, zijn de aantallen woningen die meermaals verkocht zijn erg beperkt, namelijk 41 in de

---

beschouwingsperiode van 5 jaar. Op basis van analyse constateert men dat woningen met overstromingsrisico gemiddeld voor een hogere prijs worden verkocht. Pas als men corrigeert voor type woning blijkt dat het prijsverschil 6% is in het voordeel van woningen zonder overstromingsrisico. De aantallen worden hierdoor echter dusdanig klein dat een enkele uitschieter direct een erg grote impact heeft. Verder is ook geen rekening gehouden met het feit dat woningen tussen de eerste en tweede aankoop verbouwd zouden kunnen zijn, waardoor niet twee dezelfde woningen vergeleken worden.

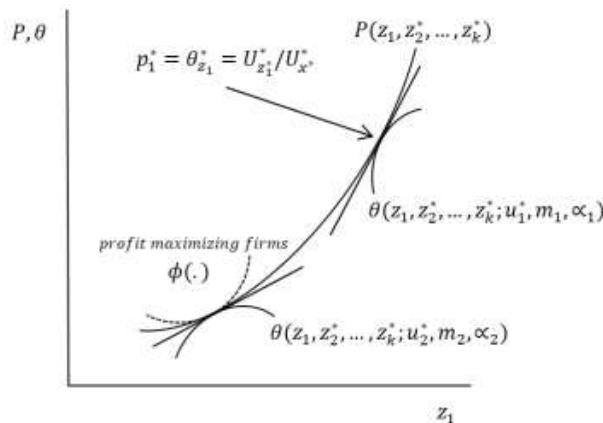
Chris Eves (2002) maakt in zijn onderzoek gebruik van de comparable sales methode waarbij transacties van gelijksoortige woningen met een bepaald kenmerk worden vergeleken met woningen zonder dit kenmerk, met als doel het aantal waarnemingen te vergroten. Hierbij is enkel gekeken naar transactiepreizen van woningen in 44 straten in Sydney, Australië. Dit waren straten met dezelfde woningen, de helft vatbaar voor overstroming de andere helft niet. In totaal zijn op deze wijze in de periode 1984 tot 2000 1.990 transacties bekeken. 1.067 gevallen hadden betrekking op woningen zonder overstromingsrisico en 923 op woningen met overstromingsrisico. In de periode die onderzocht is heeft zich drie keer een overstroming voorgedaan waarvan 1 keer ernstig. Geconcludeerd wordt dat er een prijsverschil is en wat opvalt is dat prijzen van overstroomde woningen direct na een overstroming hard dalen maar vervolgens sneller in waarde stijgen dan woningen die niet overstroomd zijn. Hierdoor is het prijsverschil kleiner naarmate een overstroming langer geleden is. Het verschil in prijs bedroeg tussen de 6%-24% en gemiddeld 10%. Een belangrijk nadeel dat ook door Eves wordt gesignaleerd is dat de omgevingskenmerken van de vergeleken woningen niet exact gelijk zijn waardoor geen appels met appels vergeleken worden.

Uit literatuuronderzoek is gebleken dat deze methode slechts sporadisch gebruikt wordt. Aangezien voldoende rijke data over de woningmarkt vaak beschikbaar is wordt de hedonische prijsmethode, die in de volgende paragraaf beschreven wordt, het meest gebruikt. Aangezien de data van NVM geleverd is op PC6 niveau zonder huisnummer is niet met zekerheid te zeggen of de waarnemingen dezelfde woningen betreffen of andere woningen met dezelfde postcode. Er wordt dus geen gebruik gemaakt van de repeat sales methode in dit onderzoek.

### 3.3.2 Hedonische prijsmethode

Homogene goederen hebben dezelfde kenmerken en kwaliteit waardoor ze ook dezelfde waarde hebben voor een consument. In tegenstelling tot homogene goederen zijn heterogene goederen zoals woningen, echter slechts in beperkte mate vergelijkbaar. De hedonische prijsmethode wordt veelvuldig toegepast in de woningmarkt om de prijs van woningen te verklaren en te simuleren. Court (1939) hanteerde in zijn werk als eerste de term hedonisch om de mate van genot dat een consument ontleent aan een heterogeen product op basis van meetbare kenmerken vast te stellen. Lancaster (1966) ging hierin nog een stap verder door te stellen dat niet het product zelf maar juist de kenmerken van het product de mate van genot bepalen. Rosen (1974) wordt gezien als de grondlegger van de hedonische prijsmethode die de prijs van een heterogeen goed schat op basis van de impliciete prijs van de kenmerken van dat goed. Het model van Rosen wordt in de figuur opgesteld door Boerassa et al. (2021) op de volgende pagina duidelijk weergegeven.

**Figuur 3.1** Hedonische prijslijn



Bron: Boerassa et al. (2021)

De figuur laat een niet-lineair verband zien tussen de kenmerken ( $Z$ ) op de x-as en Prijs ( $P$ ) op de y-as. Consumenten ( $\theta$ ) gaan op basis van woonvoorkeuren op zoek naar het meeste nut ( $U$ ) gegeven het beschikbare budget. Naarmate meer kenmerken worden toegevoegd neemt het nut af (inverse nutscurve). Producenten ( $\phi$ ) hebben een productiefunctie waarbij het duurder wordt om kenmerken toe te voegen. Daar waar vraag- en aanbodcurve elkaar raken komt een transactie tot stand. In bovenstaande figuur worden slechts 2 kopers en producenten weergegeven. Door meer kopers en producenten toe te voegen in de figuur ontstaat uiteindelijk de hedonische prijs(lijn)  $P(z_1, z_2, \dots, z_k)$ .

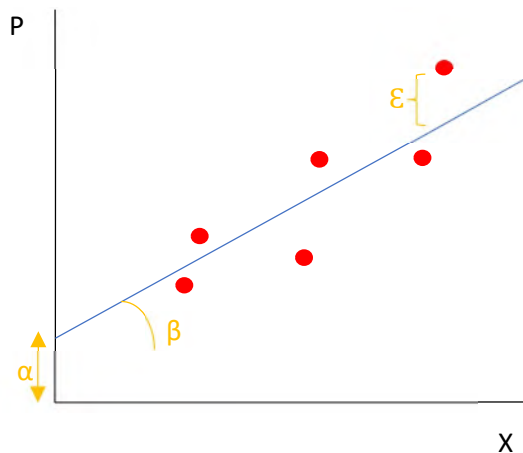
De hedonische prijsmethode maakt vaak gebruik van de kleinste kwadraten methode of in het Engels Ordinary Least Squares (OLS). Middels een formule wordt een verband tussen de prijs en de kenmerken van een goed ingeschat, het doel is om de gekwadrateerde fout hierbij te minimaliseren (Boerassa et al. 2021).

In formule ziet dit er als volgt uit:

$$P = \alpha + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Waar  $P$  de transactieprijs van een woning betreft die is opgebouwd uit een constante  $\alpha$  en  $X_1$  tot en met  $X_n$  kenmerken van de woning betreffen, zoals aantal kamers of dummy variabelen voor bijvoorbeeld een specifieke locatie en  $\varepsilon$  de foutterm betreft.  $\varepsilon$  betreft dus het deel van de prijs dat niet verklaard kan worden door het model.  $\beta_1$  tot en met  $\beta_n$  zijn de coëfficiënten die middels een regressie worden geschat en bepalen de waardering van de betreffende kenmerken. De constante  $\alpha$  bepaalt waar de lijn de y-as doorkruist, de  $\beta_1 \dots \beta_n$  bepalen de helling van de lijn en  $\varepsilon$  de afstand van een waarneming tot de lijn. Het doel is de beste waarden voor  $\alpha$  en  $\beta_1 \dots \beta_n$  te vinden zodat de gekwadrateerde foutterm zo klein mogelijk is. De foutterm wordt gekwadrateerd om te voorkomen dat waarnemingen onder de lijn waarnemingen boven de lijn compenseren. In de figuur op de volgende pagina wordt dit weergegeven.

Figuur 3.2 Regressielijn



Bron: Eigen bewerking (2023)

De prijs van een woning hangt volgens de hedonische prijsmethode dus af van diverse kenmerken en het nut dat consumenten hieraan ontleen. Er wordt in de literatuur op verschillende manieren onderscheid gemaakt tussen de kenmerken die woningprijzen beïnvloeden. Hoesli (2008) onderscheidt bijvoorbeeld omgevingsvariabelen, structurele variabelen en contractvariabelen. Omgevingsvariabelen betreffen de kenmerken van de locatie waar het vastgoed staat zoals gemiddeld inkomen in de wijk, afstand tot snelweg of winkels. Omgevingsvariabelen kunnen ook een negatieve impact hebben op de prijs ingeval van criminaliteitscijfers of bijvoorbeeld het risico op een overstroming. Structurele kenmerken betreffen de fysieke eigenschappen van het object zoals het woonoppervlak, aantal kamers en bijvoorbeeld de aanwezigheid van een tuin. Contract variabelen houden verband met de wijze waarop te transactie tot stand komt. Dit kan bijvoorbeeld kosten koper of vrij op naam zijn in geval van nieuwbouw, maar kan ook de eventuele duur van een huurcontract betreffen. Van Dam en Visser (2006) maken onderscheid tussen fysieke woningkenmerken en fysieke, sociale en functionele omgevingskenmerken. Een iets ander rubricering van de kenmerken maar dit omvat feitelijk hetzelfde.

Uit meta-analyse uitgevoerd door Malpezzi (2008), Sirmans et al (2006) en Diephuis (2022) waarbij een groot aantal studies (die deels overlappen) zijn bestudeerd, blijkt dat hoewel honderden kenmerken opgenomen kunnen worden in de formule, de navolgende kenmerken het meest gebruikt worden; oppervlakte woning, oppervlakte perceel, aantal slaapkamers, aantal badkamers, ouderdom van de woning, wijze waarop woning verwarmd wordt, aanwezigheid van een garage en de conditie van de woning. Voor de omgevingskenmerken worden vaak het gemiddelde inkomen in de wijk, de afstand tot natuur, de afstand tot de snelweg en tot het centrum gehanteerd.

De hedonische prijsmethode wordt door veel onderzoekers gebruikt om de impact van het overstromingsrisico op de prijs van woningen te onderzoeken. Overstromingsrisico wordt hierbij als kenmerk toegevoegd aan de formule en is in dat geval de variable of interest, andere variabelen betreffen dan de controle variabelen. De verwachting is telkens dat woningen die een verhoogd risico lopen een lagere prijs kennen dan woningen zonder dit risico.

In onderzoek uitgevoerd door Harrison et al. (2001) is de impact van het overstromingsrisico op prijzen van woningen onderzocht in Alachua County Florida in de periode 1980-1997. Er wordt gesteld dat de prijs van twee identieke woningen met identieke omgevingskenmerken gelijk zou moeten zijn. Als een van deze woningen in een overstromingsgebied ligt zou het verschil in prijs

---

tussen de verder volkomen identieke woningen net zo groot moeten zijn als de contant gemaakte toekomstige verzekeringspremie. Er is gekeken naar bijna 30.000 transacties over een periode van 17 jaar. Deze zijn middels een GIS applicatie geplot op een overstromingskaart (kans 1:100). Er is een dummy variabele aangemaakt waarbij de woningen in het overstromingsgebied zijn voorzien van een 1 en woningen buiten het overstromingsgebied zijn voorzien van een 0. Er is vervolgens gekeken of het toevoegen van deze dummy in een hedonische regressieanalyse met een aantal kenmerken van de woningen een beter model opleverde. Geconcludeerd wordt dat dit het geval is. Het verschil in prijs blijkt echter lager te zijn dan de contant gemaakte kosten van een verzekering. Het gebruikte model is vrij eenvoudig en heeft maar een beperkt verklarende kracht ( $R^2$  49%). Ook in andere onderzoeken (o.a. Bin en Polasky 2004, Morgan 2007, McKenzie en Levendis 2008) wordt gebruik gemaakt van een dummy variabele om het overstromingsrisico te beoordelen.

In de meeste onderzoeken worden meerdere modellen gemaakt met oplopende complexiteit en bekeken of dit resulteert in een grotere verklarende kracht. Bin en Polasky (2004) hebben 8.375 transacties van eengezinswoningen tussen 1992 en 2002 in Pitt County, Verenigde Staten geanalyseerd. Dit gebied heeft in 1999 te maken gehad met overstromingen veroorzaakt door orkaan Floyd. Hier wordt een prijsverschil geconstateerd tussen woningen gelegen in kwetsbaar gebied en woningen gelegen buiten kwetsbaar gebied. Geconstateerd wordt dat het prijsverschil voor de overstroming duidelijk kleiner was dan het prijsverschil na de overstroming. Het tijdseffect blijkt een grote impact te hebben. De gebruikte data zijn niet geschoond en in het model zijn variabelen opgenomen die statistisch niet significant zijn. In later onderzoek uitgevoerd door Bin et al. (2008a) wordt gekeken naar Carteret County, North Carolina. In totaal zijn 3.106 transacties onderzocht in de periode 2000-2004. Een goede toevoeging is dat men woningen met ligging aan het water heeft geïdentificeerd om zo te controleren voor deze positieve eigenschap. Geconcludeerd wordt dat ligging in een overstromingsrisicogebied resulteert in een 7,3% lagere waarde. In een later onderzoek van Bin et al. (2008b) is dit concept verder uitgewerkt door middel van Viewscape en een GIS applicatie. De positieve eigenschappen "aantal graden Zeezicht" en "afstand tot het strand" worden op creatieve wijze bepaald en resulteren in nieuwe data. Op deze wijze wordt het negatieve overstromingsrisico en de positieve eigenschappen gescheiden en is een beter model gecreëerd. Het overstromingsrisico blijkt te resulteren in een 11% lagere prijs dat deels gecompenseerd wordt door positieve eigenschappen die samenhangen met zeezicht en locatie nabij het strand.

Het onderzoek van Morgan (2007) concludeert dat gesubsidieerde verzekering van overstromingsrisico de markt verstoort door de verwachte overstromingsschade en hiermee het risico te reduceren. In het onderzoek zijn 20.882 transactie in Santa Rosa County, Florida in de periode 2000-2006, betrokken. Orkaan Ivan heeft in 2004 grote delen van het gebied doen overstromen. Middels een hedonisch prijsmodel is onderzocht in hoeverre ligging van een woning in een overstromingsgebied impact heeft op de prijs. Uit de regressie blijkt dat woningen die in het overstromingsgebied liggen voor USD 49k meer worden verkocht. Geconcludeerd wordt dat dit te maken heeft met de gesubsidieerde verzekering. Dit lijkt een voorbarige conclusie aangezien het ook te maken zou kunnen hebben met positieve eigenschappen van de betreffende woningen door bijvoorbeeld ligging aan de kust / water zoals Bin et al. (2008b) in hun onderzoek hebben aangetoond.

McKenzie en Levendis (2008) hebben ook middels een hedonische prijsanalyse de impact van overstromingsrisico op woningprijzen bepaald. Zij kijken naar overstromingskaarten en voegen hier een variabele hoogteligging toe. In overstromd gebied blijken woningen die hoger liggen een hogere prijs op te brengen. Buiten overstromingsgebied heeft hoogteligging echter geen invloed.



---

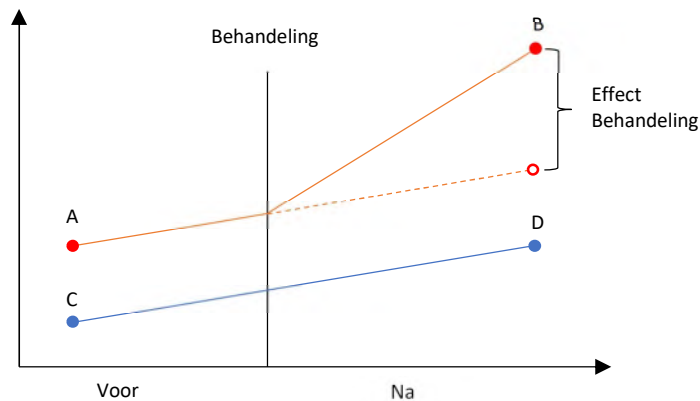
Buiten het onderzoek van Morgan (2007), blijkt uit onderzoek in de Verenigde Staten dat woningen met een overstromingsrisico gemiddeld genomen een 6% lagere prijs hebben. Highfield et al. (2012) geven aan dat gebruik van een dummy variabele voor overstromingsrisico geen juiste benadering is om het risico te beoordelen. Het gebruik van een overstromingskaart resulteert veelal in een dichotome uitkomst. Er is of sprake van risicogebied of niet. Terwijl in werkelijkheid er veel meer gradaties mogelijk zijn. Een woning 1 meter buiten het overstromingsgebied heeft duidelijk een groter risico dan een woning 1 kilometer buiten het overstromingsgebied.

De situatie in de Verenigde Staten wijkt van de Nederlandse omstandigheden af doordat Nederland veel meer investeert in beschermende maatregelen. Daarnaast is het zo dat in de Verenigde Staten het overstromingsrisico sinds 1968 verzekeraar is via het National Flood Insurance Program. Het is zelfs verplicht als de woning gelegen is in een overstromingsgebied en gebruik gemaakt wordt van een federaal gedekte hypotheek (Zhang et al. 2018). De verzekering compenseert een deel van het risico in ruil voor betaalde premie. Uit het recent verschenen rapport van De Nederlandse Bank 'Verzekeraars in een veranderende wereld' (2022) blijkt dat het in Nederland alleen voor multinationals en een beperkte groep zeer vermogende particulieren mogelijk is om zich te verzekeren voor overstromingen die het gevolg zijn van het doorbreken van de primaire waterkeringen. De overheid heeft wel de mogelijkheid om een deel van het overstromingsrisico achteraf af te dekken door de 'Wet tegemoetkoming schade bij rampen' in te zetten. Op voorhand geeft dit echter geen zekerheid.

#### *3.3.2.1 Difference-in-difference*

Binnen de hedonische prijsmethode wordt in veel onderzoek gebruik gemaakt van de quasi-experimentele difference-in-difference techniek om de impact van een overstroming op overstromde woningen te bepalen en te vergelijken met niet overstromde woningen. De techniek wordt quasi-experimenteel genoemd vanwege het feit dat er geen willekeurige verdeling plaatsvindt van waarnemingen over groepen. Waarnemingen worden bewust toegewezen aan een groep op basis van het feit of zij, in dit geval, overstromingsrisico lopen of niet. De difference-in-difference methode vergelijkt de ontwikkeling van een groep waarnemingen die een behandeling heeft ondergaan (in het Engels *treatment*), in dit geval overstromingsrisico, met een groep waarnemingen die geen behandeling heeft gekregen, de controle groep. Indien enkel gekeken zou worden naar de groep waarnemingen die een behandeling hebben ondergaan zou het niet mogelijk zijn om uitspraken te doen over het gevolg van de behandeling op de ontwikkeling van de prijs. Er zouden ook andere factoren kunnen zijn die niet opgenomen zijn in het model maar wel invloed hebben op de prijs gedurende de tijd. Door de ontwikkeling voor en na behandeling, van zowel de behandelde groep als de controle groep te vergelijken wordt het mogelijk om uitspraken te doen over de impact van de behandeling (Banzhaf, 2021). In de figuur op de volgende pagina wordt dit verduidelijkt.

**Figuur 3.3** Difference in difference regressie



Bron: Eigen bewerking (2023)

Het effect van de behandeling oftewel de difference-in-difference wordt dan bepaald door het verschil te meten tussen A en B (verschil 1) van de groep die de behandeling en het verschil tussen C en D (verschil 2), hiervan af te trekken. Daar waar de hedonische prijsmethode dus gebruikt kan worden om een antwoord te geven op de centrale vraag van dit onderzoek, kan de difference-in-difference methode goed gebruikt worden om de impact van overstromingsrisico gedurende de tijd te bepalen.

A. Atreya en S. Ferreira maken in het onderzoek dat zij uitgevoerd hebben in de regio Albany, Georgia, onderscheid tussen woningen in het overstromingsgebied die tijdens de overstroming van 1994 daadwerkelijk onder water hebben gestaan en woningen waar dit niet van toepassing op is. Uit het onderzoek blijkt dat de prijscorrectie van woningen die daadwerkelijk onder water hebben gestaan groter is dan van de woningen die niet onder water hebben gestaan. Verder blijkt dat hoe dichter een woning tegen het overstromingsgebied aan ligt, hoe groter de prijscorrectie is. In totaal worden 7 Difference-in-Difference (DID) modellen gebruikt om overstromingsrisico op verschillende wijze te kwantificeren. Het prijsverschil blijkt jaarlijks met 6,5% af te nemen waarbij er een koppeling wordt gelegd naar de availability heuristic.

Het onderzoek van Henninghausen en Suter (2020) lijkt vrij veel op het voorgaande onderzoek. Er wordt ook hier gebruik gemaakt van een difference-in-difference hedonische prijsmethode waarbij naast ligging in overstromingsgebied ook gekeken wordt of een woning bij een overstroming daadwerkelijk onder water heeft gestaan. Een belangrijk verschil is dat in het onderzoek van Atreya en Ferreira de bron van de overstroming een Orkaan was. In het onderzoek van Henninghausen en Suter is de overstromingsbron een rivier die als gevolg van hevige regenval buiten haar oevers is getreden. Er wordt gebruik gemaakt van overstromingskaarten en luchtfoto's waarbij woningen die onder water gestaan hebben geïdentificeerd zijn. De afstand tot aan de rivier wordt in kaart gebracht. Opvallende conclusies zijn dat woningen in het overstromingsgebied voor een overstroming 6,5% lager gewaardeerd worden. Na een overstroming neemt de prijs van woningen die daadwerkelijk onder water gestaan hebben af met 21% terwijl woningen die wel in het overstromingsgebied liggen maar niet onder water hebben gestaan juist in waarde stijgen. Dit zou volgens de onderzoekers wederom te maken hebben met de "availability heuristic".

Ook Bin en Landry (2013) hebben middels een difference-in-difference hedonisch model onderzoek gedaan naar de impact van het overstromingsrisico op prijzen van woningen. Er wordt gebruik gemaakt van data uit Pitt County, North Carolina in de periode 1992-2008. In totaal is sprake van

---

8.159 transacties en twee orkanen die overstromingen tot gevolg hebben gehad in de onderzochte periode. Een goede toevoeging is dat in dit onderzoek rekening is gehouden met wijzigingen in beschermingsmaatregelen gedurende de tijd door een overstromingskaart te gebruiken die betrekking heeft op het jaar waarin de transactie heeft plaatsgevonden. Geconcludeerd wordt dat het prijsverschil direct na een overstroming tussen de 5,7%-8,8% bedraagt maar dat het prijsverschil binnen 6 jaar na een overstroming vrijwel is verdwenen. Ook in dit onderzoek wordt aangegeven dat gesubsidieerde verzekering impact heeft op wijze waarop kopers met het overstromingsrisico omgaan.

Zhang en Leonard (2018), hebben in hun onderzoek middels een difference-in-difference analyse aangetoond dat de impact van overstromingsrisico op de prijs van woningen afneemt naarmate de afstanden tot het overstromingsgebied toenemen. Het onderzoek toont aan dat woningen net buiten het overstromingsgebied ook een discount ondervinden en dat deze discount afneemt naarmate een woning verder af ligt van het overstromingsgebied. Op een afstand van 457 meter (1.500ft) lijkt er geen sprake meer te zijn van een significante discount op de prijs van woningen.

Yi en Choi (2019) hebben alle transacties in Des Moines, Iowa in de periode 2000 tot 2012 onderzocht. Middels een hedonische difference-in-difference analyse is de impact van de overstroming in 2008 geïsoleerd en gekwantificeerd. Er is onderzocht wat de impact van het overstromingsrisico is op de prijs van woningen voor en na een overstroming. Er wordt hierbij gebruik gemaakt van overstromingskaarten maar tevens is ook gekeken welke woningen daadwerkelijk overstroomd zijn in 2008. Uit het onderzoek blijkt dat woningen die in een overstromingsgebied liggen maar niet overstroomd zijn na een overstroming sterk in waarde stijgen. Nieuwe informatie zorgt ervoor dat kopers het risico lager inschatten, terwijl woningen die wel overstroomd zijn een lagere prijs houden. Onderzoekers stellen dat enkel het meenemen van de overstromingskaarten in een onderzoek en niet kijken naar daadwerkelijke overstromingen wellicht de oorzaak is van wisselende uitkomsten in eerder onderzoek.

In een onderzoek uitgevoerd door Komarek and Filer (2019) wordt middels een difference-in-difference analyse niet gekeken naar impact van overstromingsrisico op prijs maar op liquiditeit. Uit dit onderzoek uit 137.348 transacties in de periode 2007 – 2016 in Zuidoost Virginia blijkt dat woningen gemiddeld 5-7 dagen langer te koop staan als zij in een overstromingsgebied staan, dit is gemiddeld 5,5-9% langer dan woningen buiten het overstromingsgebied.

### 3.4 Perceived risk en availability heuristic

Hoewel in veel onderzoeken de vraag, hoe groot is de impact van overstromingsrisico op de prijs van een eengezinswoning centraal staat, staat vrijwel geen enkele onderzoeker vervolgens stil bij de vraag waarom er een verschil is en waarom dit verschil in de tijd verandert. Enkel in het onderzoek van A. Atreya & S. Ferreira (2012) en van Henninghausen & Suter (2020) wordt een link gelegd naar de availability heuristic, een begrip uit o.a. het werkveld van de behavioral finance. Voordat op dit concept ingegaan wordt, is het belangrijk om te beseffen dat er een verschil is tussen actual risk en perceived risk. Actual risk is het risico waar de overheid haar beleid op bepaalt, door te kijken naar de kans dat een fenomeen zich voordoet en dit te vermenigvuldigen met het gevolg. Daar waar risico groot is worden zwaardere maatregelen getroffen. Een particulier die een woning koopt is subjectiever van aard en laat zich leiden door perceived risk. De perceived risk is in feite de onzekerheid van een particulier (Leonard, 2019). Deze onzekerheid kan gaan over bijvoorbeeld

---

productkenmerken, financiële zaken maar ook over overstromingsrisico. De perceived risk heeft invloed op de uiteindelijke koopbeslissing en prijs die een particulier bereid is te betalen. Om onzekerheid weg te nemen gaat een particulier informatie verzamelen (bijvoorbeeld bouwtechnische keuring, graven in het geheugen, of advies vragen aan familie). Hier komt het begrip availability heuristic in beeld.

Bazerman & Moore (2017) hebben een uitgebreide beschrijving gegeven van wat onder de availability heuristic wordt verstaan. Mensen gaan eerder af op informatie die snel en makkelijk beschikbaar is (top of mind). Hierbij gaat men uit van het principe dat als men zich iets kan herinneren het belangrijk is of in ieder geval belangrijker dan zaken die men zich niet herinnert. Hierdoor is er een sterke bias richting recente informatie. Naarmate onderwerpen langer geleden hebben plaatsgevonden verschuiven ze naar de achtergrond en worden vergeten. Dit zou een belangrijke verklaring kunnen zijn waarom de impact van overstromingsrisico gedurende de tijd afneemt. Direct na een overstroming zit het gevolg, de schade, nog vers in het geheugen. Op het moment dat schade hersteld is en iedereen zijn gewone leven weer oppakt wordt de overstroming in de tijd een herinnering die naar de achtergrond verschuift. Het wordt niet meer in de media besproken en de aandacht verschuift naar andere zaken.

### 3.5 Gebruikte variabelen in eerder onderzoek

Uit de diverse onderzoeken die zijn bestudeerd blijkt dat er vele kenmerken gebruikt kunnen worden bij de hedonistische prijsmethode. Vrijwel geen enkele onderzoeker gebruikt dezelfde kenmerken en dit zou dus ook een reden kunnen zijn van de afwijkende uitkomsten. Op pagina 31 is in tabelvorm een samenvatting opgenomen van het literatuuronderzoek waarbij de gebruikte kenmerken worden weergegeven. Onderzoekers kiezen de kenmerken uit de beschikbare data die verschillend is. Duidelijk is wel dat de meest gebruikte kenmerken zijn:

- GBO
- Oppervlak perceel
- Aantal slaapkamers
- Aantal badkamers
- Ouderdom
- Afstand tot natuur
- Afstand tot centrum
- Wijk dummy
- Transactiejaar dummy

In de dataset van NVM zijn deze gegevens beschikbaar of herleidbaar. Er zal onderzocht worden of deze kenmerken statistisch significant aan het model kunnen worden toegevoegd. Verder zal nog onderzocht worden of het toevoegen van andere kenmerken resulteert in een hogere verklarende kracht van het model.

---

### 3.6 Operationalisering van het overstromingsrisico

Uit het literatuuronderzoek volgen een aantal manieren waarop het overstromingsrisico in eerder onderzoek is geoperationaliseerd. De navolgende methoden zullen ook gebruikt worden in dit onderzoek:

1. Dummy voor daadwerkelijk overstroomd. Hierbij wordt middels een dummy onderscheid gemaakt in woningen die in 1993 en of 1995 onder water hebben gestaan en woningen die niet overstroomd zijn. Deze dummy maakt dus onderscheid tussen woningen waar een overstromingsrisico zich daadwerkelijk heeft gematerialiseerd bij een overstroming van een bepaalde omvang en woningen waar dit niet het geval is.
2. Afstand tot het overstromingsgebied als indicator voor overstromingsrisico. In plaats van een dichotome nominale variabele wordt hiermee gebruik gemaakt van een variabele met ratio meetniveau. De veronderstelling hierbij is dat woningen die dicht bij het gebied liggen waar het overstromingsrisico zich daadwerkelijk heeft gematerialiseerd een groter risico kennen dan woningen die ver van dit gebied liggen.
3. Ligging in overstromingsgebied – dit is verreweg de meest gebruikte methode en eenvoudige manier om de impact van overstromingsrisico op de prijs van woningen te modelleren. De beschikbare transacties in de NVM database zullen in een GIS applicatie geploteerd worden op een overstromingskaart en gecodeerd worden indien er sprake is van overstromingsrisico. Het overstromingsgebied geeft aan welke woningen getroffen zouden kunnen worden door een overstroming met 1:300 kans per jaar. Belangrijk is om te beseffen dat dit gebied drie achtereenvolgende jaren getroffen zou kunnen worden maar ook niet.
4. Waterstand bij een overstroming als indicator voor overstromingsrisico. In plaats van een dichotome nominale variabele wordt hiermee gebruik gemaakt van een variabele met ratio meetniveau. De veronderstelling hierbij is dat woningen die ver onder water komen te staan, meer schade ondervinden bij een materialisatie van het overstromingsrisico en dus een grotere prijscorrectie zouden moeten kennen dan woningen die maar beperkt onder water komen te staan.
5. Combinatie van een en drie. Waarbij de woningen in overstromingsgebied verdeeld worden in twee groepen, woningen met risico die in 1993 en of 1995 overstroomd zijn en woningen met risico die niet overstroomd zijn.

Er zal daarnaast een model gebruikt worden dat niet in eerder onderzoek toegepast is waarbij overstromingsrisico wordt gekwantificeerd in lijn met de visie van de overheid. Hierbij zal de kans op overstroming vermenigvuldigd worden met het gevolg. De kans wordt hier bepaald door woningen die overstroomd zijn af te zetten tegen woningen in overstromingsgebied en daarbuiten. De eerste groep heeft de meeste kans op een overstroming, de tweede minder en de derde geen. Het gevolg wordt gekwantificeerd door te berekenen hoeveel m<sup>2</sup> gbo onder water komt te staan en is afhankelijk van de waterstand bij een dijkdoorbraak, de footprint van het gebouw en het aantal verdiepingen. Redenering die hierbij gevolgd wordt is dat de schade groter is naarmate meer m<sup>2</sup> gbo geraakt wordt.

---

### 3.7 Conclusie

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat maar een beperkt aantal methoden gebruikt worden om de impact van overstromingsrisico op woningprijzen te berekenen. Dit zijn:

1. De repeat sales methode. Deze methode wordt slechts sporadisch gebruikt en er kleven behoorlijke nadelen aan.
2. Hedonische prijsmethode. Deze methode is geschikt om de centrale vraag te beantwoorden aangezien de uitkomst laat zien welke impact het kenmerk overstromingsrisico heeft op de prijs van een woning. Het overstromingsrisico kan hierbij op verschillende manieren geoperationaliseerd worden.
3. Difference-in-difference hedonische prijsmethode wordt in eerder onderzoek ook veelvuldig gebruikt. Deze methode kan gebruikt worden om een uitspraak te doen over de impact van een behandeling gedurende de tijd ten opzichte van een controle groep, zonder behandeling.

De bestudeerde onderzoeken zijn grotendeels in de Verenigde Staten gehouden. Uitkomsten van deze onderzoeken zijn slecht onderling te vergelijken als gevolg van de verschillende methoden die de onderzoekers hanteren en de verschillende onafhankelijke variabelen die gebruikt zijn. Verder speelt mee dat het in de Verenigde Staten verplicht is voor een koper om zich te verzekeren tegen overstromingsrisico op het moment dat er een federaal gedekte hypotheek gesloten wordt. Deze verzekering wordt vanuit de staat gesubsidieerd. Het lijkt logisch te veronderstellen dat dit een impact heeft op de mate waarin overstromingsrisico de prijs van een woning beïnvloed. In Nederland is het vrijwel niet mogelijk je tegen overstromingsrisico te verzekeren. Het wordt gezien als een taak van de overheid om haar inwoners te beschermen tegen dit risico. De omstandigheden zijn hierdoor in Nederland duidelijk anders dan in de Verenigde Staten waardoor uitkomsten naar verwachting ook zullen afwijken. De verwachting is echter wel dat overstromingsrisico een negatieve impact heeft op de prijs van woningen en dat deze impact statistisch significant is.

In dit hoofdstuk is antwoord gegeven op de eerste twee deelvragen:

1. Welke factoren en kenmerken zijn van belang om de prijs van een woning vast te stellen middels een hedonistische prijsmethode?

Gebuurde factoren en kenmerken die gehanteerd worden om de prijs van een woning vast te stellen middels een hedonistische prijsmethode wisselen sterk in het eerder uitgevoerde onderzoek. De meest gebruikte kenmerken zijn GBO, oppervlak perceel, aantal slaapkamers, aantal badkamers, ouderdom, afstand tot natuur, afstand tot centrum, wijk dummy en een transactiejaar dummy

2. Op welke wijze wordt het overstromingsrisico in de bestaande literatuur gemodelleerd?

In de bestaande literatuur wordt overstromingsrisico op basis van een viertal kenmerken gemodelleerd; middels een dummy voor ligging in overstromingsgebied, middels een dummy die aangeeft of een woning daadwerkelijk overstromd is, middels een variabele die de afstand tot overstromd gebied aangeeft en een variabele die aangeeft hoe hoog het water komt te staan bij een overstroming.

Op de volgende pagina volgt een tabel die een goede samenvatting geeft van het eerder uitgevoerde onderzoek. Het volgende hoofdstuk gaat in op de gebruikte data in het onderzoek en de beschrijvende statistiek.



---

## Hoofdstuk 4 Data en beschrijvende statistiek

### 4.1 Inleiding

In het vierde hoofdstuk staat de gebruikte data, de wijze van prepareren en de beschrijvende statistiek centraal. Aangezien de manier waarop omgegaan wordt met de data veel invloed heeft op de uitkomsten van het onderzoek, wordt in dit hoofdstuk veel aandacht besteed aan beschrijving van het proces dat doorlopen is om tot een bruikbare dataset te komen. Dit resulteert in een goede reproduceerbaarheid van het onderzoek. Allereerst wordt in paragraaf 4.2 ingegaan op de herkomst van de gebruikte data en worden de beschikbare variabelen beschreven. Hierbij zal tevens aangegeven worden op welke manier deze data is samengebracht tot een bruikbare database voor het onderzoek. In paragraaf 4.3 wordt de dataset gepresenteerd en bestudeerd. Deze initiële verkenning zal richting geven aan de datapreparatie die in paragraaf 4.4 centraal staat. Er zal per onafhankelijk variabele beschreven worden welke stappen genomen zijn om de data te complementeren, hoe omgegaan is met uitschieters en foutieve data. Verder worden de aandachtspunten besproken die gelden op het moment dat er statistische toetsen worden uitgevoerd middels de hedonische prijsmethode. Dit resulteert in een aantal bewerkingen en controles die de data verder prepareren. In paragraaf 4.5 zal de beschrijvende statistiek van de geschoonde dataset behandeld worden. Hoewel paragraaf 4.3 tot en met 4.5 volgorde-lijk beschreven zijn, is het belangrijk te beseffen dat de data preparatie en beschrijving een iteratief proces is geweest. In paragraaf 4.6 zal de methodologie van het uit te voeren onderzoek worden besproken. Er wordt stil gestaan bij de specificatie van het onderzoeksmodel en de 6 verschillende manieren waarop overstromingsrisico wordt toegevoegd aan dit model. Dit hoofdstuk wordt afgesloten in paragraaf 4.7 met een korte conclusie.

### 4.2 Data verzamelen en management

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van data uit verschillende bronnen. Als basis dient de dataset van de NVM. Landelijk zijn 4.400 makelaarskantoren aangesloten bij de NVM, in Limburg 50. Volgens de NVM heeft men landelijk een marktaandeel van ongeveer 69%. Hoewel dus alle transacties gebruikt worden in de database betreft dit dus niet de gehele populatie / alle transacties die in Limburg hebben plaatsgevonden. Er is derhalve sprake van inferentiële statistiek. Het is belangrijk te beseffen dat een groot deel van de transacties in de dataset niet relevant zijn voor het onderzoek doordat deze bijvoorbeeld betrekking hebben op appartementen of transacties van woningen die zich op kilometers afstand van de Maas bevinden. De dataset bevat 18.437 Limburgse woningtransacties in de periode 1990-2000 die gesloten zijn via een NVM makelaar. De data van NVM is erg rijk en bevat naast structurele variabelen per transactie ook omgevingsvariabelen en transactievariabelen.

Deze dataset wordt aangevuld met omgevingsvariabelen uit de database van CBS, Kerncijfers wijken en buurten. Gebruikt zijn criminaliteits- en inkomensgegevens per wijk. Deze data van CBS is beschikbaar voor de periode 2004-2022. In het onderzoek wordt gebruik gemaakt van de data uit 2004 aangezien dit qua tijd het dichtst bij de onderzoeksperiode is gelegen. Hierbij wordt



---

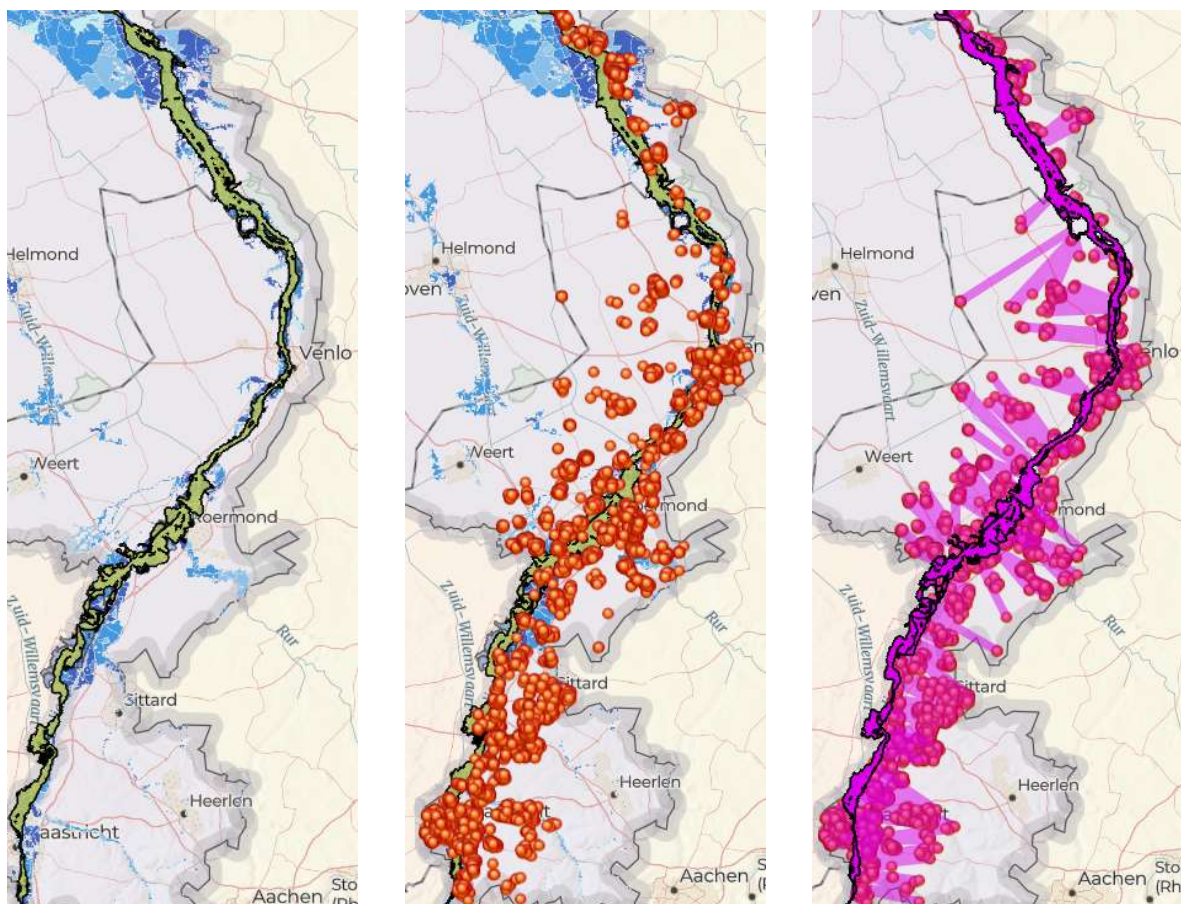
aangenomen dat deze kenmerken gedurende de tijd slechts langzaam wijzigen en hiermee goed bruikbaar zijn voor het onderzoek. Deze aanname is niet gestaafd op basis van gegevens uit latere jaren. Bij 253 waarnemingen in de NVM database ontbreekt de wijk- en of buurtcode. Voor 109 waarnemingen is de wijkcode achterhaald en handmatig toegevoegd. De criminaliteits- en inkomensgegevens zijn vervolgens via wijkcode gekoppeld aan de NVM database.

De dataset is verder verrijkt met gegevens die via Informatiepunt Leefomgeving van Rijkswaterstaat zijn opgevraagd. Dit betreffen shape files van het overstromd gebied tijdens de overstromingen van 1993 en 1995 en een shape file van het gebied dat met een kans 1:300 per jaar kan overstromen. Aangezien het huidig beschermingsniveau van de dijken in Limburg tussen 1:50 en 1:300 ligt, geeft het overstromingsgebied op deze kaart hetzelfde gebied weer als het overstromingsgebied in de onderzoeksperiode bij een dergelijke overstroming. Deze data zijn in Arcgis geïmporteerd. De waarnemingen uit de dataset van NVM zijn van een uniek identificatienummer voorzien en geplott op de kaart in Arcgis. Middels een aantal analyses in Arcgis, zoals Join Features, Summarize Nearby en Find Closest, zijn de datapunten uit de NVM database verrijkt. Per transactie is vastgelegd of de locatie ligt in het gebied dat in 1993 of 1995 is overstromd en of gelegen is in een gebied met kans 1:300 per jaar op een overstroming. Verder is de afstand van de locatie tot het gebied dat in 1993 of 1995 is overstromd vastgesteld.

Voor de waterstand bij een overstroming beschikte Rijkswaterstaat enkel over raster data. Het converteren van raster data naar vector data is enkel mogelijk binnen Arcgis Pro. Dit programma was niet bereikbaar. Op aanraden van het Informatiepunt Leefomgeving van Rijkswaterstaat is gebruik gemaakt van de website [overstroomik.nl](http://overstroomik.nl) die op adresniveau aangeeft wat de waterstand bij een dijkdoorbraak zou zijn. Voor alle datapunten (1.856) die in het gebied liggen dat 1:300 per jaar kans heeft op een overstroming, is handmatig bepaald hoe hoog het water zou komen te staan. Daarnaast is bij 5% van de overige waarnemingen op dezelfde wijze gecontroleerd of waterstand op 0 meter geprognosticeerd werd. Dit blijkt in alle gecontroleerde gevallen te kloppen.

De dijken van de grote rivieren zijn pas na de onderzoeksperiode onderdeel geworden van de primaire waterkering en sindsdien zijn Rijkswaterstaat en de waterschappen verantwoordelijk voor deze keringen. Helaas beschikt Waterschap Limburg digitaal niet over historische informatie ten aanzien van de beschermingsgraad van dijken in de onderzoeksperiode. Via Dijkgraaf van het Waterschap Limburg is er meermaals contact geweest met Maurice Smeets, adviseur waterveiligheid. Maurice Smeets heeft aangegeven dat het beschermingsniveau destijds maximaal 1:50 jaar bedroeg. De verantwoordelijkheid voor bescherming lag in deze periode bij de provincie en in tegenstelling tot de vereisten die wettelijk gelden voor primaire waterkeringen (maximaal 1 op 100.000 inwoners mag overlijden bij overstroming, er moet tijd zijn om te evacueren en gekoppeld economische waarde achter de dijk) keek de provincie Limburg maar naar 1 criterium namelijk economische waarde van het bedreigde gebied. Indien het gebied bewoond was boden de dijken maximaal bescherming tegen overstromingen die met een kans 1:50 per jaar voorkwamen. Enkel op 4-tal plaatsen lag het beschermingsniveau hoger namelijk bij Maastricht, Roermond, Venlo en Gennepe / Heijen. Dit maakt dat in het risicomodel (risico = kans x effect) slechts een drietal "kans gebieden" gebruikt worden; daadwerkelijk overstromd, ligging in overstromingsgebied en gebied daarbuiten.

**Figuur 4.1** Voorbeeld weergave bewerkingen in Arcgis



Overstroomd gebied '93 '95 (2023)

Transacties NVM geplot (2023)

Afstandsberekening transactie / overstroomd gebied (2023)

Bron: Data RWS / NVM eigen bewerking

Er is gebruik gemaakt van het statistische programma Stata (versie 14). In Stata zijn de diverse csv-bestanden en Excel bestanden geïmporteerd. Er is veel aandacht geschonken aan het op de juiste wijze aan elkaar relateren van de data uit de verschillende bronnen. Door gebruik te maken van een uniek identificatienummer is het zeker dat de data correct is samengevoegd. In de laatste stap van data management is een subset van variabelen per transactie gecreëerd die als basis dienen voor het onderzoek. Variabelen die in eerder onderzoek niet gebruikt zijn maar wel opgenomen zijn in de database zijn verwijderd, zodat een behapbare dataset overblijft.

In de onderstaande tabel worden de structurele, omgevings- en transactie variabelen alsmede de variabelen die gebruikt worden om overstromingsrisico in het model op te nemen genoemd met daarbij de bron van de data, een beschrijving en het meetniveau:

**Tabel 4.1** Overzicht variabelen, bron en definitie

Structurele Variabelen	Bron	Definitie	Meetniveau
Type woning	NVM	Beschrijving type woning indeling NVM	Nominaal
Bouwjaar	NVM	Bouwjaar woning	Interval

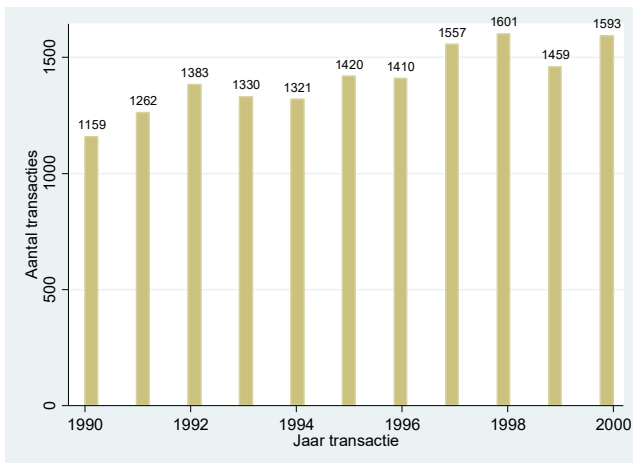
Bouwperiode	NVM	Bouwperiode woning indeling NVM	Ordinaal
GBO	NVM	Gebruiksoppervlak wonen in m2	Ratio
Inhoud	NVW	Inhoud woning in m3	Ratio
Oppervlakte perceel	NVM	Perceeloppervlak in m2	Ratio
Aantal verdiepingen	NVM	Aantal verdiepingen woning	Ratio
Aantal (bad)kamers	NVM	Aantal (bad)kamers woning	Ratio
Staat van onderhoud	NVM	Onderhoudsstaat binnen en buiten	Ordinaal
Garage / kelder / openhaard / Zwembad	NVM	Aanwezigheid Garage / kelder / openhaard	Ordinaal
Isolatie	NVM	Aantal typen isolatie aanwezig (1-5)	Ordinaal
Type verwarming	NVM	Type verwarming woning	Nominaal
<b>Omgevingsvariabelen</b>	<b>Bron</b>	<b>Definitie</b>	<b>Meetniveau</b>
Wijkcode	CBS	Woonomgeving indeling CBS	Nominaal
Gemiddeld inkomen wijk	CBS	Gemiddeld inkomen per inwoner in EUR x 1.000	Ratio
Criminaliteitscijfers	CBS	Aantal incidenten per 1.000 inwoners per jaar	Ratio
Ligging drukke weg / natuur / water	NVM	Ligging aan drukke weg / natuur / water	Ordinaal
Urbanisatiegraad	NVM	Mate van urbanisatie locatie	Ordinaal
<b>Transactie variabelen</b>	<b>Bron</b>	<b>Definitie</b>	<b>Meetniveau</b>
Transactieprijs	NVM	Koopsom in EUR	Ratio
VON / KK	NVM	v.o.n. / k.k.	Dummy
Transactie jaar	NVM	Jaar transactie	Interval
Transactie voor- na 1993 / 1995	Eigen bewerking	Dummy voor transactie voor / na overstroming 1993 / 1995	Ordinaal
<b>Variabelen overstromingsrisico</b>	<b>Bron</b>	<b>Definitie</b>	<b>Meetniveau</b>
Ligging overstromingsgebied 1:300	Shape file RWS	Ligging in overstromingsgebied 1:300	Ordinaal
Waterstand bij overstroming	Overstroomik.nl	Waterstand bij overstroming kans 1:300	Ratio
Overstroomd 1993	Shape file RWS	Dummy overstroomd	Ordinaal
Overstroomd 1995	Shape file RWS	Dummy overstroomd	Ordinaal
Afstand tot overstroomd gebied 1993 / 1995	Shape file RWS, eigen bewerking	Afstand hemelsbreed tot overstroomd gebied 1993/1995	Ratio

Bron: Eigen bewerking (2023)

### 4.3 Beschrijvende statistiek I

Het doel van het eerste deel van de beschrijvende statistiek is om een gevoel te krijgen bij de data. Op basis van deze eerste kennismaking kan een inschatting gemaakt worden welke acties genomen moeten worden om de data te prepareren. De eerste grafiek op de volgende pagina geeft het aantal transacties per jaar weer. Waarbij de dataset geschoond is voor meergezinswoningen en woningen waarvan het type onbekend is. Hieruit blijkt dat het aantal transacties redelijk gelijk verdeeld is over de onderzoeksperiode en tevens valt op dat de overstromingen in 1993 en 1995 nauwelijks impact gehad lijken te hebben op het aantal transacties.

**Figuur 4.2** Aantal transacties per jaar



Bron: Data NVM, eigen bewerking (2023)

In onderstaande tabel wordt voor een aantal variabele een aantal beschrijvende statistieken weergegeven. De variabelen die naar dummies getransformeerd moeten worden zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. De tabel geeft per variabele het gemiddelde, de standaard deviatie, de laagste waarneming, de hoogste waarneming, de skewness en kurtosis weer.

**Tabel 4.2** Beschrijvende statistiek variabelen

	Gemiddelde	Std. Dev	Min	Max	Skewness	Kurtosis
Bouwjaar	2.343,03	1.768,4	-1	9999	4,025	17,609
GBO	18.779,12	38.869,2	1	99999	1,611	3,595
Inhoud	9.603,47	28.658,8	2	99999	2,837	9,049
Oppervlakte perceel	7.073,21	800.346,1	0	100.000.000	124,465	15.492,83
Aantal verdiepingen	2,78	0,622	1	7	-0,395	4,517
Aantal kamers	4,96	1,451	0	20	1,880	11,840
Aantal badkamers	0,98	0,397	0	4	0,100	7,999
Gemiddeld inkomen wijk	24,26	3,22	17,3	35,4	0,845	4,976
Criminaliteitscijfers	15,41	6,956	0	70	1,456	7,873
Transactieprijs	128.586	69.793,3	17.697	1.089.073	2,606	17,819

Bron: Data NVM, eigen bewerking (2023)

Zoals uit dit overzicht blijkt bevat de database nog veel niet aannemelijke data en zal nog geprepareerd moeten worden. Dit onderwerp staat centraal in de volgende paragraaf

## 4.4 Datapreparatie

Datapreparatie is een belangrijk onderdeel van het voorbereiden van het onderzoek. Er moet zoveel mogelijk voorkomen worden dat uitschieters en foutieve data impact hebben op de uitkomsten van het onderzoek. Er is bij de datapreparatie gebruik gemaakt van de methoden beschreven in het boek *Discovering Knowledge in Data* van Larose & Larose (2014). Per onafhankelijke variabele wordt hieronder beschreven welke preparerende acties hebben plaatsgevonden. Het onderzoek is hiermee volledig navolgbaar en reproduceerbaar.

---

#### 4.4.1. Schonen

Hieronder wordt per variabele weergegeven welke actie(s) er hebben plaatsgevonden. In bijlage I is per variabele een boxplot weergegeven voor- en na schoning.

**Transactieprijs:** Middels de IQR methode zijn outliers geïdentificeerd en verwijderd. Hierbij is de afstand tussen het eerste kwartiel en het derde kwartiel vastgesteld (71.470) en dit bedrag vermenigvuldigd met 1,5 en afgetrokken van het eerste kwartiel en opgeteld bij het derde kwartiel. Waarnemingen buiten deze grens zijn verwijderd. Dit resulteert in de correctie van 1.153 transacties.

**Bouwjaar:** Zoals uit het bovenstaande overzicht blijkt zijn bouwjaren in de dataset opgenomen die niet aannemelijk lijken zoals -1 en alle bouwjaren boven de 2000. Om zoveel mogelijk data te behouden is ervoor gekozen om deze niet aannemelijke bouwjaren te vervangen door de mediaan van het bouwjaar van alle woningen in dezelfde buurt. Dit heeft geresulteerd in 830 aanpassingen. Indien er geen andere woningen uit dezelfde buurt in de dataset aanwezig waren dan zijn deze waarnemingen verwijderd (17).

**Perceel oppervlak:** Middels IQR methode zijn alle waarnemingen die buiten 1,5 IQR vanaf het eerste kwartiel en derde kwartiel vallen, verwijderd. Dit resulteert in het verwijderen van 1.460 waarnemingen uit de dataset.

**GBO:** Wederom zijn middels de IQR methode outliers geïdentificeerd. Hierbij is de afstand tussen het eerste kwartiel en derde kwartiel vastgesteld (39) en deze m2 vermenigvuldigd met 1,5 en afgetrokken van het eerste kwartiel en opgeteld bij het derde kwartiel. Waarnemingen buiten deze grens zijn verwijderd. Dit resulteert in een correctie van 2.485 transacties.

**Aantal verdiepingen:** Middels de IQR methode zijn outliers verwijderd. 1,5 IQR bedroeg 1,5 verdiepingen. Hetgeen naar boven is afgerond naar 2 verdiepingen waardoor enkel woningen met meer dan 5 verdiepingen uit de database zijn gehaald (Derde kwartiel =3). Dit resulteerde in het verwijderen van 4 waarnemingen.

**Aantal kamers:** Outliers zijn geïdentificeerd middels IQR methode. Hierbij zijn woningen met geen of meer kamers dan 7 verwijderd uit de dataset. Dit resulteerde in het uitsluiten van 220 woningen.

**Aantal badkamers:** Minimum aantal badkamers is gecorrigeerd naar één aangezien het niet aannemelijk is dat er woningen zijn zonder badkamer.

**VON / KK:** Er is besloten om enkel woningen die KK gekocht zijn te gaan bestuderen. Reden hiervoor is dat woningen die VON gekocht worden het beeld zouden kunnen verstoren. Prijs is op datum ondertekening koopcontract tot stand gekomen waarbij de uiteindelijke leverdatum pas veel later in de tijd plaatsvindt. In totaal komen hiermee 69 waarnemingen te vervallen.

**Inhoud:** Tot slot zijn ook de outliers van de variabele inhoud verwijderd middels de 1,5 IQR methode. Hierdoor zijn waarnemingen met een inhoud kleiner dan 212m<sup>3</sup> en groter dan 633m<sup>3</sup> uit de database gehaald (252 waarnemingen).

#### 4.4.2 Aandachtspunten statistische toetsen

Aangezien de data gebruikt zal worden om statistische toetsen uit te voeren is het belangrijk om de aannames waarop deze gestoeld zijn, te toetsen. Enkel als de aannames kloppen kunnen de juiste conclusies getrokken worden (De Vocht, 2008 en Van Heist, 2023).

---

### Interval / Ratioschaal

Veel statistische toetsen kunnen enkel gebruikt worden met variabelen op interval- en ratiomeetniveau. Variabelen in de database met een nominaal of ordinaal meetniveau dienen omgezet te worden in dummy variabelen. In tabel 3.3 zijn de verschillende variabelen geassocieerd naar meetniveau. Een groot aantal variabelen in de database zijn omgezet naar dummy variabelen. Dummy variabelen kunnen alleen een waarde 1 of 0 aannemen. Middels de transformatie kunnen de variabelen toch gebruikt worden in beoogde statistische toetsen.

Er zijn dummies aangemaakt voor het al dan niet beschikken over een garage, een openhaard, de onderhoudsstaat van de woning aan de binnen- en buitenzijde, de mate van isolatie en het type verwarming waarover de woning beschikt. Daarnaast zijn dummies aangemaakt voor de ligging van de woning aan een drukke weg, dicht bij natuur of aan het water en de urbanisatiegraad van de plek waar de woning staat. Verder zijn er dummies aangemaakt voor de 8 bouwperiodes die door het NVM worden onderscheiden en de wijkcodes. Er zijn tot slot dummies aangemaakt voor of een transactie plaats heeft gevonden voor, tussen, of na de overstroming van 1993(/1995). In lijn met het onderzoek van Yi en Choi (2019) zijn hierbij nog dummies gemaakt voor de vertraging tussen sluiten koopcontract en daadwerkelijke levering van 3, 6, 9 en 12 maanden. Er zal gekeken worden welke dummy het beste resultaat oplevert.

### Multicollineariteit

Multicollineariteit ontstaat als er een te groot verband bestaat tussen 2 of meer onafhankelijke variabelen. Dit is onwenselijk aangezien hierdoor de individuele onafhankelijke variabelen niet significant kunnen raken terwijl de verklarende kracht van een model toeneemt. Dit is bij ieder model op twee manieren onderzocht. Allereerst is middels een correlatiematrix gecontroleerd of onafhankelijke variabelen onderling sterk gecorreleerd zijn. Bij een te hoge samenhang is een variabele verwijderd. Daarnaast is middels de variance inflation factor (VIF) onderzocht of er sprake is van te veel samenhang tussen onafhankelijke variabelen. Een waarde boven de 10 geeft aan dat er sprake is van te veel samenhang (Greene, 2011). Alle modellen blijven hier ruim onder.

### Lineair verband tussen variabelen

Volgens Marquard, De Vor & Ronteltap (2016) mogen er niet zomaar lineaire regressies worden uitgevoerd als variabelen geen lineair verband vertonen. De data dienen dan bewerkt te worden zodat deze lineair wordt. Dit wordt vaak gedaan middels logaritmische transformatie.

Op basis two way scatterplots is voor de onafhankelijke variabelen onderzocht of er sprake is van een lineair verband met de afhankelijke variabele (zowel transactieprijs als transactieprijs per m<sup>2</sup>). De grafieken zijn opgenomen in bijlage II. Indien er geen sprake was van een lineair verband dan is de variabele logaritmisch getransformeerd. Tijdens het bouwen van het basismodel zal onderzocht worden of gebruik van deze getransformeerde variabelen een beter resultaat oplevert.

Op basis van de two way scatterplots zijn de navolgende variabelen logaritmisch getransformeerd:

- Woonoppervlak
- Inhoud
- Transactieprijs
- Transactieprijsm<sup>2</sup>

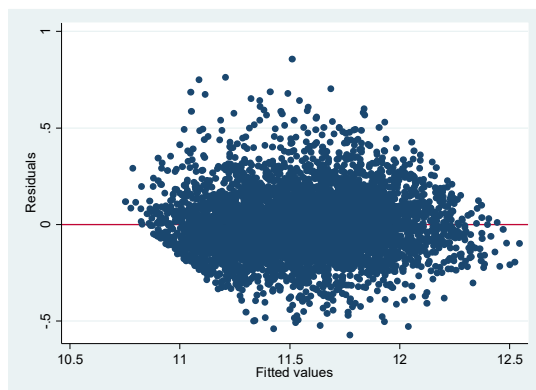
## Exogeniteit

Exogeniteit ziet op daadwerkelijke causaliteit tussen de afhankelijke variabele en onafhankelijke variabele. Dit effect van een verklarende variabele wordt in de regressie geschat middels de regressie coëfficiënt. Er bestaan geen statistische toetsen om dit te beoordelen. De beste manier om te toetsen op exogeniteit is door de verklarende onafhankelijke variabelen te manipuleren en kijken of het effect logisch is.

## Homoscedasticiteit

Homoscedasticiteit impliceert dat de variantie van een variabele gelijk is voor meerdere groepen danwel dat de variantie van de foutterm gelijk is (Van Heijst, 2023). Middels spreidingsdiagrammen is gekeken of de variantie van de foutterm gelijk verdeeld is. Zoals uit de onderstaande rvf-plot blijkt is er geen duidelijk patroon waarneembaar en zijn de residuen verspreid rond de 0 lijn.

**Figuur 4.3** RVF-plot basismodel

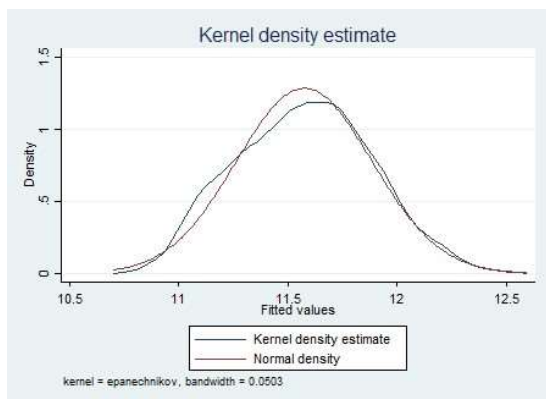


Bron: Eigen bewerking in Stata (2023)

## Storingsterm van het model is normaal verdeeld

Middels normal probability plots is onderzocht of de residuen gelijk en onafhankelijk verdeeld zijn. De normal probability plots voor alle variabelen op interval en ratio meetniveau zijn in bijlage III te vinden. Daarnaast is voor het totale model een Kernel Density Estimate uitgevoerd waarbij de uitkomsten van het model gevisualiseerd worden ten opzichte van een normale verdeling. Uit deze grafiek blijkt dat de storingsterm van het model normaal verdeeld is.

**Figuur 4.4** Kernel Density Estimate



Bron: Eigen bewerking in Stata (2023)

## Willekeurige steekproef

De database bevat alle transacties in Limburg die in de onderzoeksperiode gesloten zijn via een NVM makelaar. Er wordt geen steekproef uit de data genomen echter dus wel uit het totaal aantal transacties in het onderzoeksgebied / onderzoeksperiode. De kaart waarop alle transacties zijn geploteerd laat zien dat er geen blinde vlekken zijn in het onderzoeksgebied rond de Maas, de transacties zijn goed gespreid. Er is geen enkele aanleiding om te veronderstellen dat woningen die via een niet-NVM makelaar worden verkocht andere kenmerken hebben of anders reageren op het effect van overstromingsrisico. Er is uit de beschikbare data geen selectie gemaakt dus van selectiebias kan geen sprake zijn.

## 4.5 Beschrijvende statistiek II

Met bovenstaande bewerkingen is de dataset bruikbaar gemaakt voor de uit te voeren analyse en statistische toetsen. Per onafhankelijke variabele zijn ontbrekende data waar mogelijk aangevuld. Niet aannemelijke invoer is verwijderd. Outliers zijn geïdentificeerd en eveneens verwijderd. Tot slot is er gecontroleerd of voldaan wordt aan de aannames bij statistische toetsen. De dataset van NVW bevat alle gemeenten in Limburg waar de Maas doorheen stroomt. Omdat enkele gemeenten zeer groot zijn variëren afstanden tot het overstromde gebied sterk. Deze afstand loopt op maximaal 16.142 meter. Om de data beter te laten aansluiten bij het doel van het onderzoek, zijn alle waarnemingen die meer dan 1,5 km van het overstromingsgebied 1993/1995 aflaggen verwijderd.

Hieronder worden de geschoonde variabelen nogmaals gepresenteerd en besproken.

**Tabel 4.3** Beschrijvende statistiek geschoonde variabelen

	Gemiddelde	Std. Dev	Min	Max	Skewness	Kurtosis
Bouwjaar	1965,06	30,9	949,5	1999	-10,299	259,681
GBO	141,12	25,4	70	211	0,248	2,721
Inhoud	421,1	77,1	225	633	0,459	2,873
Oppervlakte perceel	283,2	152,7	50	850	1,405	4,844
Aantal verdiepingen	2,8	0,6	1	5	-0,948	4,908
Aantal kamers	4,6	0,9	1	7	0,492	3,539
Aantal badkamers	1,0	0,2	1	2	5,267	28,745
Gemiddeld inkomen wijk	24,6	3,3	17,3	35,4	,675	4,299
Criminaliteitscijfers	15,1	7,3	0	70	1.556	7,786
Transactieprijs	113.145,6	40.335,1	50.596	263193	0,824	3,413
Transactieprijs m2	816,4	296,7	268,9	2223,5	0,895	3,640

Bron: Eigen bewerking (2023)

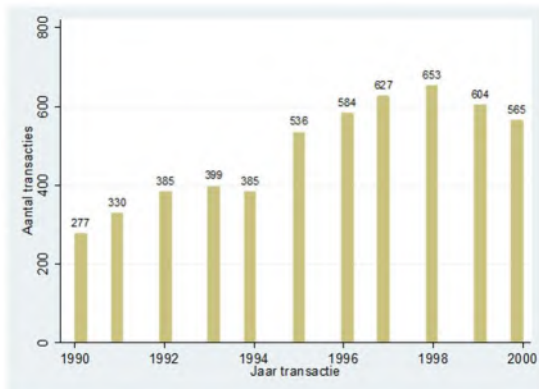
De gemiddelde woning is 141m<sup>2</sup> gbo verdeeld over 2,8 verdiepingen op een kavel van 283m<sup>2</sup> en kent een gemiddelde transactieprijs van EUR 113.145,-. De gemiddelde woning beschikt over 4,6 kamers en 1 badkamer. Het gemiddelde inkomen in Limburg bedraagt 24,6k.

Van de in totaal 5.313 transacties hebben er 1.708 plaatsgevonden in het gebied dat met een kans van 1:300 per jaar overstromd. In totaal hebben 222 transacties betrekking op woningen die in 1993 en of 1995 overstromd zijn geweest. 294 transacties liggen op maximaal 100 meter afstand van het overstromde gebied. 1.179 transacties liggen op een afstand tussen 100 tot 250 meter van het overstromde gebied.



De onderzoeksperiode beslaat in totaal 11 jaar van 1990 tot en met het jaar 2000. In deze periode hebben in december 1993 en januari 1995 overstromingen plaatsgevonden. Van de in totaal 5.313 transacties in de geschoonde database bevinden zich er 1.363 tussen januari 1990 en december 1993. 434 bevinden zich tussen de overstroming van 1993 en 1995 en 3.516 na de overstroming in 1995 tot ultimo 2000. In de onderstaande tabel wordt het aantal transacties per jaar weergegeven.

**Figuur 4.5** Aantal transacties per jaar



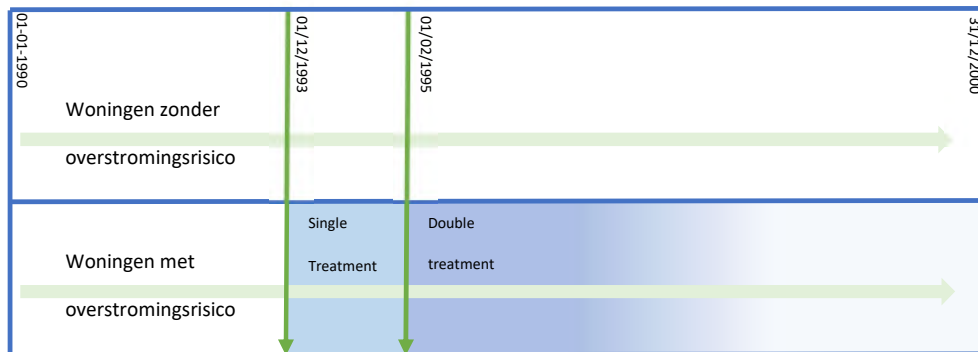
Bron: Data NVM, eigen bewerking (2023)

Na schoning en beperking van de waarnemingen tot het gebied <1.500 meter afstand van overstromd gebied lijkt er sprake van een kleine dip in 1994, het jaar tussen de twee overstromingen. Dit wijkt hiermee af van figuur 4.2 en is hiermee specifiek voor het gebied <1.500 meter afstand van overstromd gebied

## 4.6 Methodologie onderzoek

De onderzoeksperiode behelst 11 jaar van 1 januari 1990 tot 31 december 2020. In deze periode heeft er tweemaal een hevige overstroming plaatsgevonden te weten in december 1993 en februari 1995. Deze twee overstromingen hebben ervoor gezorgd dat een deel van de woningen met overstromingsrisico daadwerkelijk zijn overstromd (zij lagen in het overstromingsgebied behorend bij een overstroming van een dergelijke omvang). Onderzocht zal worden of deze behandelingen ertoe hebben geleid dat er een prijsverschil is tussen woningen die overstromd zijn en niet. Aangezien een zwaardere overstroming er toe zal leiden dat meer woningen geraakt worden is het overstromingsrisico echter op meerdere manieren geoperationaliseerd en niet enkel gekeken naar woningen die in 1993 en 1995 overstromd zijn. Dit wordt op pagina 43 toegelicht. Verder zal gekeken worden welk effect tijd heeft op dit eventueel geconstateerde prijsverschil. Op basis van eerder onderzoek is de verwachting dat het effect afneemt naarmate de tijd verstrijkt. Visueel wordt dit op de volgende pagina weergegeven.

**Figuur 4.6** Onderzoeksopzet met 6 kwadranten



Bron: Eigen bewerking (2023)

Uit het literatuuronderzoek in hoofdstuk 3 is gebleken dat er maar een beperkt aantal methoden gebruikt worden om de impact van overstromingsrisico op woningprijzen te berekenen. Dit zijn:

1. De repeat sales methode.
2. Hedonische prijsmethode

Aangezien de data van NVM op PC6 niveau zonder huisnummer is verstrekt is het niet mogelijk om de repeat sales methode toe te passen. Doordat het huisnummer ontbreekt is het immers niet zeker dat 2 waarnemingen met dezelfde postcode ook dezelfde woningen betreffen. De hedonische prijsmethode (met als variant de difference-in-difference methode) kan gebruikt worden om de navolgende deelvragen te beantwoorden:

- Is er een verschil waarneembaar tussen de prijs van een eengezinswoning woning blootgesteld aan overstromingsrisico en een eengezinswoning zonder deze blootstelling?
- Welke invloed heeft de factor tijd op de impact van overstromingsrisico op het eventueel geconstateerde prijsverschil?

Zoals eerder aangegeven is de basis van de hedonische prijsmethode de assumptie dat de prijs van een goed bepaald kan worden door de eigenschappen van dat goed. Middels de hedonische prijsmethode wordt aan de individuele eigenschappen een waarde toegekend. In de meest simpele vorm is er sprake van een lineair verband tussen het aantal of de omvang van een eigenschap en de prijs van het goed. De totale prijs wordt dan bepaald door de prijs van de verschillende eigenschappen bij elkaar op te tellen. Het niet verklaarde deel van de prijs betreft de fout term. Uit literatuurstudie is gebleken dat onderscheid gemaakt wordt in structurele, omgevings- en contract eigenschappen voor het bepalen van de prijs van onroerende zaken. In deze paragraaf wordt een basismodel gepresenteerd waar vervolgens de eigenschap overstromingsrisico op verschillende manieren aan toegevoegd wordt. Er wordt in dit onderzoek een alpha van 5% gehanteerd.

Allereerst zijn de modellen uit eerder onderzoek (tabel 2.2) zo nauwkeurig mogelijk nagebootst om te kijken welk model de transactieprijs zo goed mogelijk verklaard, deze modellen zijn opgenomen in bijlage IV. Vervolgens is getracht de drie modellen die het best presteerden te optimaliseren. Dit betroffen het model Van Reeke & Philippen (2022), het model van Bin et al. (2008b) en het model van Diephuis (2022). Optimalisatie heeft plaats gevonden door beschikbare data toe te voegen en / of weg te laten. De uitkomsten van de drie best presterende modellen en optimalisatie zijn opgenomen in bijlage V. Hieronder een overzicht van de gehanteerde controle variabelen in de drie

best presterende modellen en het geoptimaliseerde model, dat als basis is gebruikt voor het onderzoek.

**Tabel 4.4** Overzicht gebruikte variabelen basismodel

Variabelen	Dummy	Model			
		Van Reeke	Bin et al.	Diephuis	Geoptimaliseerd
Woonoppervlak		Ja	Ja	Ja	
Perceeloppervlak			Ja	Ja	Ja
Aantal badkamers			Ja		
Inhoud					Ja
Aantal verdiepingen			Ja	Ja	
Aantal kamers				Ja	
Ouderdom		Ja	Ja	Ja	
Bouwperiode woning	X				Ja
Type verwarming	X		Ja	Ja	
Openhaard	X		Ja		Ja
Garage	X		Ja		Ja
Zwembad	X		Ja		Ja
Onderhoudstaat	X		Ja	Ja	Ja
Aantal soorten isolatie	X				Ja
Ligging nabij natuur	X	Ja	Ja		Ja
Urbanisatiegraad	X	Ja	Ja		
Transactiejaar	X	Ja	Ja	Ja	Ja
Type woning	X	Ja		Ja	Ja

Bron: Eigen bewerking (2023)

Het geoptimaliseerde basismodel verklaard op basis van de gekozen onafhankelijke variabelen 87,43% van de transactieprijs van een woning.

Vervolgens zal het overstromingsrisico op een 6-tal manieren worden toegevoegd aan het basismodel en bekeken worden wat de impact is op de prijs van woningen. Hieronder volgt een korte beschrijving van de 6 modellen met daarbij de te toetsen hypothesen:

1. Middels een dummy voor daadwerkelijk overstromd in 1993 en / of 1995 (en hiermee het gematerialiseerde overstromingsrisico) .
  - $H_0$  Woningen die overstromd zijn kennen geen andere prijs dan woningen die niet overstromd zijn.
  - $H_1$  Woningen die overstromd zijn kennen een lagere prijs dan woningen die niet overstromd zijn.
2. Middels het toevoegen van de variabele afstand.
  - $H_0$  Woningen die zich op een lage afstand tot het overstromd gebied bevinden kennen geen andere prijs dan woningen die zich op een grote afstand tot het overstromd gebied bevinden.
  - $H_1$  Woningen die zich op grote afstand bevinden van overstromd gebied kennen een hogere prijs dan woningen die zich op lage afstand van overstromd gebied bevinden.
3. Middels het toevoegen van de variabele ligging in overstromingsgebied (kans 1:300)
  - $H_0$  Woningen die liggen in overstromingsgebied kennen geen andere prijs dan woningen die liggen buiten overstromingsgebied.
  - $H_1$  Woningen die liggen in overstromingsgebied kennen een lagere prijs dan woningen die liggen buiten overstromingsgebied.
4. Middels het toevoegen van de variabele waterstand (hoe hoog komt het water te staan tijdens een overstroming).
  - $H_0$  Woningen die tijdens een overstroming diep onder water komen te staan kennen geen andere prijs dan woningen die weinig onder water komen te staan.

- 
- H<sub>1</sub> Woningen die tijdens een overstroming diep onder water komen te staan kennen een lagere prijs dan woningen die weinig onder water komen te staan.
5. Middels het toevoegen van een dummy voor daadwerkelijk overstroomd in 1993 en / of 1995 en ligging in overstromingsgebied.
- H<sub>0</sub> De kenmerken ligging in overstromingsgebied en overstroomd in 1993 en / of 1995 hebben geen impact op de prijs van woningen.
- H<sub>1</sub> De kenmerken ligging in overstromingsgebied en overstroomd in 1993 en / of 1995 hebben een negatieve impact op de prijs van woningen.
6. Middels het toevoegen van de variabele risico aan het model. Waarbij risico wordt gedefinieerd als de kans dat een overstroming zich voordoet x het effect tijdens een overstroming.
- H<sub>0</sub> Woningen met een groot risico (kans x effect) kennen geen andere prijs dan woningen met een laag risico.
- H<sub>1</sub> Woningen met een groot risico (kans x effect) kennen een lagere prijs dan woningen met een laag risico.

Tot slot zal het effect van tijd op het prijsverschil onderzocht worden (difference-in-difference) door per jaar te kijken hoe groot het effect is en deze uitkomsten te vergelijken. Feitelijk betreft dit een interactie effect tussen datgene wat toegevoegd wordt aan het basismodel (1-6) en de jaren of perioden waarin de betreffende transacties hebben plaatsgevonden.

#### 4.7 Conclusie

In dit hoofdstuk is beschreven welke databronnen voor het onderzoek gebruikt zijn. Er is toegelicht op welke wijze de data is samengevoegd, bewerkt en geschoond om tot een bruikbare dataset te komen. De geschoonde dataset is beschreven. Tot slot is toegelicht op welke wijze het onderzoek plaats heeft gevonden, welke stappen doorlopen zijn om tot het basismodel te komen en de toevoegingen voor overstromingsrisico aan het basismodel zijn samen met de te toetsen hypothesen gepresenteerd. In het volgende hoofdstuk staat de analyse van de uitkomsten centraal. Daarnaast zullen de uitkomsten vergeleken worden met eerder uitgevoerd onderzoek en wordt een link gelegd met de praktijk.

---

## Hoofdstuk 5      Analyse Resultaten

### 5.1      Inleiding

In dit hoofdstuk worden de derde en vierde subvraag beantwoord door middel van verschillende regressiemodellen waarbij gebruik gemaakt wordt van de geschoonde en geprepareerde ongebalanceerde paneldata. In paragraaf 5.2 wordt besproken op welke wijze het onderzoek heeft plaatsgevonden. In paragraaf 5.3 worden de uitkomsten van het onderzoek per model besproken. In paragraaf 5.4 zullen de uitkomsten vergeleken worden met eerder uitgevoerd internationaal onderzoek dat in hoofdstuk 3 besproken is. In paragraaf 5.5 wordt tot slot een link gelegd met de praktijk. De uitkomsten zijn besproken met enkele deskundigen op het gebied van hypotheeken, woningmarkt (makelaars), verzekeringen en water beheer. Aan hen is gevraagd of men ziet dat particulieren rekening houden met het overstromingsrisico bij de aankoop van een woning, of men na de overstroming in 2021 ander gedrag heeft waargenomen en of men denkt dat overstromingsrisico een impact heeft op de prijs van een woning. Paragraaf 5.6 betreft de conclusie.

### 5.2      Werkwijze analyse

Het uitvoeren van de analyse in Stata heeft op een zeer gestructureerde manier plaatsgevonden waarbij tijdens het modelleren telkens dezelfde stappen zijn doorlopen. Deze stappen worden hieronder besproken. Op deze wijze wordt de betrouwbaarheid van de uitkomsten en de navolgbaarheid vergroot.

Als eerste stap is telkens de te onderzoeken variabele (variable of interest uit model 1-6) toegevoegd aan het basismodel waarna de regressie is uitgevoerd en gecontroleerd op significantie van het model en de onderliggende variabelen. Daar waar nodig zijn variabelen die niet significant zijn op het niveau  $p > 0.05$  verwijderd. Dit bleek voor de variabele “ligging nabij natuur” voor een aantal modellen te gelden. Vervolgens is per model de difference-in-difference methode toegepast door de variable of interest (model 1-6) te laten interacteren met de transactie jaren 1990-2000. Naast de transactie jaren zijn ook transactieperioden gecreëerd voor de perioden “voor eerste overstroming 1993”, “na de eerste overstroming 1993 en voor de tweede overstroming 1995” en tot slot “na de tweede overstroming 1995”. Wederom is middels een interactie onderzocht of er een verschil waarneembaar is van het effect van de onafhankelijke variable of interest gedurende de verschillende periodes. Aangezien de koopovereenkomst eerder getekend is dan de transactiedatum uit NVM-database, is het aanhouden van de exacte data niet zuiver. Immers als een transactie 3 maanden na de eerste overstroming plaatsvindt dan kan het zo zijn dat het koopcontract 6 maanden eerder is getekend en de koper dus geen rekening hield met overstromingsrisico (m.a.w. behandeling heeft gehad). Om dit te onderzoeken zijn voor de drie perioden ook dummies gemaakt die rekening houden met drie, zes, negen en twaalf maanden vertraging. Voor ieder model is onderzocht welke vertraging bij de interactie de beste fit opleverde. Dit bleek in vrijwel alle gevallen zes maanden te zijn. Tot slot is voor de modellen als extra evaluatie criterium de MAPE bepaald

---

zodat de goodness of fit op een andere manier geëvalueerd kan worden, naast de adjusted R-squared.

Voor model 1, 2 en model 6 geldt daarnaast:

**Model 1 Overstromd:** In het eerste model is onderzocht of het apart toevoegen van de overstroming 1993 en de overstroming van 1995 resulteert in een beter model. Dit blijkt niet zo te zijn. Veel woningen die in 1993 overstromd zijn hebben ook in 1995 onder water gestaan. Uiteindelijk is een dummy gemaakt voor woningen die in 1993 en / of in 1995 overstromd zijn. Dit bleek het beste model op te leveren.

**Model 2 Afstand:** Woningen in de dataset liggen tussen de nul en vijftienhonderd meter afstand van het overstromd gebied. Deze variabele is als afstand in meter toegevoegd aan het model en er zijn dummies gemaakt voor woningen op een afstand 0, 1-100, 101-250, 251-500, 501-750, 751-1000, 1001-1250 en 1251-1500 meter.

**Model 6 Risico:** Zoals eerder aangegeven is ook onderzocht of het toevoegen van risico aan het basismodel een significant resultaat oplevert. De variabele risico behoeft toelichting. Risico bestaat uit een interactie tussen kans op een overstroming en het effect bij een overstroming. Er is lang gezocht naar een manier om de kans op een overstroming te kwantificeren in het model. Aangezien in de onderzoeksperiode de dijken niet tot primaire waterkering behoorde is er weinig vastgelegd over het destijds lage beschermingsniveau. Volgens mondelinge informatie verkregen vanuit het Waterschap Limburg hadden slechts enkele plaatsen serieuze dijken met beschermingsniveau 1:100, dit waren Maastricht, Roermond, Venlo en Gennepe / Heijen. Hiermee is het ingewikkeld om de kans op een overstroming te operationaliseren. Er is besloten de kans op drie manieren te definiëren op basis van de beschikbare data; daadwerkelijk overstromde woningen als woningen met de hoogste kans op een overstroming, woningen die liggen in het overstromingsgebied als woningen met een kans op overstroming en woningen buiten het overstromingsgebied als woningen zonder kans op overstroming. Het effect van een overstroming is bepaald door per waarneming te berekenen hoeveel m<sup>2</sup> van een woning onder water komt te staan bij een overstroming met een kans 1:300 per jaar. Hierbij is het woonoppervlak van een woning gedeeld door het aantal verdiepingen en vervolgens vermenigvuldigd met het aantal verdiepingen dat onder water komt te staan bij een overstroming. Dit laatste is berekend door de data waterstand bij overstroming te gebruiken waarbij 0-2,5 meter resulteert in 1 verdieping onder water en 3-4,5 meter resulteert in 2 verdiepingen onder water. Dit is niet zeer nauwkeurig aangezien er geen rekening wordt gehouden met een lager m<sup>2</sup> gbo in de kap of eventuele verschillen in oppervlakte per verdieping. Gelet op de beschikbare data is dit de meest nauwkeurige berekening.

### 5.3 Uitkomsten onderzoek

De in 5.2 beschreven werkwijze heeft geresulteerd in ruim 60 varianten bij 6 modellen. In deze paragraaf worden de uitkomsten besproken. Hierbij zullen eerst de uitkomsten van de 6 modellen besproken worden om af te sluiten met een overzicht. In bijlage VI is een totaaloverzicht opgenomen van de gebruikte modellen met daarachter in bijlage VII de regressies van de best presterende modellen.

---

### 5.3.1 Model 1: Overstroomd

In het eerste model is het feit of woningen in 1993 en / of 1995 onder water hebben gestaan als dummy toegevoegd aan het model. Deze woningen lopen dus een overstromingsrisico en dit risico heeft zich daadwerkelijk gemanifesteerd. Dit resulteert in een significant model met een  $\text{Prob} > F$  0.000. Waarmee wordt aangegeven dat de gebruikte onafhankelijke variabelen met een zeer hoge mate van waarschijnlijkheid gebruikt kunnen worden om de afhankelijke variabele  $\ln\_transactieprijs$  te voorspellen. De adjusted R-Squared komt uit op 87,18%. Dit model verklaart dus ruim 87% van de variantie van de afhankelijke variabele  $\ln\_transactieprijs$ . Als vervolgens gekeken wordt naar de gebruikte variabelen blijkt dat deze allen significant zijn met een  $P > |t|^m$  onder de gekozen  $\alpha$  van 5%. Indien gekeken wordt naar de variabele of interest dan blijkt dat woningen die overstroomd zijn in 1993 en / of 1995 een prijs kennen die 4,6% lager ligt dan niet overstroomde woningen, de kans dat dit op toeval berust bedraagt 0.0%

Vervolgens is de difference-in-difference methode toegepast waarbij er een interactie wordt toegevoegd tussen overstroomd of niet en het transactiejaar. Dit resulteert in dezelfde adjusted R-squared van 87,18. Echter indien gekeken wordt naar de variables of interest, de interacties tussen overstroomd en transactiejaar, blijkt dat deze met uitzondering van 1996 en 1998 niet significant zijn. Dit zou kunnen komen door het relatief kleine aantal transacties van woningen die overstroomd zijn per transactiejaar (tussen 13-30) waardoor dit al snel op toeval zou kunnen berusten. Ook de interactie op basis van perioden (voor, tussen en na overstromingen) laat eenzelfde beeld zien.

Op basis van bovenstaande kan de  $H_0$  hypothese verworpen worden en de  $H_1$  hypothese aangenomen worden:

- $H_0$  Woningen die overstroomd zijn kennen geen andere prijs dan woningen die niet overstroomd zijn.
- $H_1$  Woningen die overstroomd zijn kennen een lagere prijs dan woningen die niet overstroomd zijn.

### 5.3.2 Model 2: Afstand

In het tweede model wordt onderzocht of afstand tot overstromingsgebied impact heeft op de prijs van woningen. Het gebruik van dummies voor verschillende afstandklassen bleek een beter resultaat op te leveren en wordt hier besproken. Het toevoegen van afstand aan het basismodel resulteert in een significant model met een  $\text{Prob} > F$  0.000. De adjusted R-Squared komt uit op 87,20%. Dit model verklaart dus ook ruim 87% van de variantie van de afhankelijke variabele  $\ln\_transactieprijs$ . Als vervolgens gekeken wordt naar de gebruikte onafhankelijke variabelen blijkt dat deze allen significant zijn met een  $P > |t|^m$  onder de 5% met uitzondering van de afstandklassen dummies. Hiervan blijkt enkel variabele "afstand0" statistisch relevant hetgeen ook logisch is aangezien dit de gelijke groep omschrijft als model 1. Er lijkt wel een afname van de negatieve impact te zijn voor de waarnemingen met afstand tot 100 meter en tussen 101-250 meter echter deze zijn niet significant.

De difference-in-difference methode met een interactie op jaartal en periode laat hetzelfde beeld zien, namelijk niet statistisch significante uitkomsten voor de variables of interest.

Op basis van bovenstaande kan de  $H_0$  hypothese aangenomen worden en de  $H_1$  hypothese verworpen worden:

- $H_0$  Woningen die zich op een lage afstand (niet zijnde 0 meter) tot het overstroomd gebied bevinden kennen geen andere prijs dan woningen die zich op een grote afstand tot het overstroomd gebied bevinden.

---

H<sub>1</sub> Woningen die zich op grote afstand bevinden van overstroomd gebied kennen een hogere prijs dan woningen die zich op lage afstand van overstroomd gebied bevinden.

### 5.3.3 Model 3: Ligging in overstromingsgebied

In het derde model wordt onderzocht of ligging in overstromingsgebied impact heeft op de prijs van woningen. Het toevoegen van ligging in overstromingsgebied aan het basismodel resulteert in een significant model met een Prob > F 0.000. De adjusted R-Squared komt uit op 87,19%. Dit model verklaart dus ook ruim 87% van de variantie van de afhankelijke variabele ln\_transactieprijs. Als vervolgens gekeken wordt naar de gebruikte variabelen blijkt dat deze allen significant zijn met een  $P > |t|^m$  onder de gekozen  $\alpha$  van 5%. Indien gekeken wordt naar de variabele of interest dan blijkt dat woningen in overstromingsgebied een prijs kennen die 2,4% lager ligt dan niet overstroomde woningen, de kans dat dit op toeval berust bedraagt 0.0%.

Vervolgens is de difference-in-difference methode toegepast waarbij er een interactie is toegevoegd tussen ligging in overstromingsgebied en transactiejaar. Hierbij bleken niet alle interacties op transactiejaar significant. De interactie op perioden bleek wel significante scores op te leveren voor de drie gedefinieerde perioden. De adjusted R-squared van dit model komt uit op 87,23%. De negatieve impact op de prijs van woningen die liggen in overstromingsgebied bedraagt in de periode voor 1993 4%. Voor de periode tussen de overstromingen geldt een negatieve impact van 5,7% en voor de periode na 1995 bedraagt de negatieve correctie 1,4%.

Aangezien het interessant is om te zien of er sprake is van een afnemende impact van ligging in overstromingsgebied na 1995 is nog een model gemaakt waarbij transactiejaar en perioden gecombineerd worden. Hierbij zijn niet significante interacties met jaartallen verwijderd. Het resulterende model kent een adjusted R-Squared van 87,28%. Uit dit model kunnen een aantal conclusies getrokken worden. De negatieve impact van ligging in overstromingsgebied voor de overstroming van 1993 op de prijs van een woning bedraagt 3,5%. De negatieve impact van ligging in het overstromingsgebied tussen de overstromingen van 1993 en 1995 op de prijs van een woning bedraagt 5,1%. De negatieve impact van ligging in overstromingsgebied op de prijs van een woning bedroeg in 1996 3,9%. De impact van ligging in overstromingsgebied op de prijs van een woning is in 1999 verdwenen. Over de jaren tussen 1996 en 1999 kunnen geen statistisch significante uitspraken worden gedaan.

Op basis van bovenstaande kan de H<sub>0</sub> hypothese verworpen worden en de H<sub>1</sub> hypothese aangenomen worden:

H<sub>0</sub> Woningen die liggen in overstromingsgebied kennen geen andere prijs dan woningen die liggen buiten overstromingsgebied.

H<sub>1</sub> Woningen die liggen in overstromingsgebied kennen een lagere prijs dan woningen die liggen buiten overstromingsgebied.

Hierbij wordt opgemerkt dat voor transacties in 1999 dit juist niet geldt en H<sub>0</sub> hypothese aangenomen moet worden.

### 5.3.4 Model 4: Waterstand bij overstroming

In het vierde model wordt onderzocht of de waterstand bij een overstroming (1:300) impact heeft op de prijs van woningen. Het toevoegen van waterstand bij een overstroming resulteert in een significant model met een Prob > F 0.000. De adjusted R-Squared komt uit op 87,16%. Dit is slechts 0,01% meer dan het basismodel. Als gekeken wordt naar de gebruikte onafhankelijke variabelen



---

blijkt dat deze allen significant zijn met een  $P > |t|^m$  onder de 5%. Ook de variable of interest is met  $p = 0.004$  statistisch relevant. Iedere meter waterstand in een woning resulteert in een prijs die 1% lager is. Aangezien alle woningen die onder water komen te staan ook in het gebied liggen met overstromingsrisico, is er gecontroleerd of de significantie ook standhoudt als waterstand in een dummy variabele wordt omgezet en ligging in overstromingsgebied wordt toegevoegd. Dit blijkt niet het geval. Enkel de variabele ligging in overstromingsgebied is dan significant. Hieruit wordt de conclusie getrokken dat hoewel het eerste model significant is er eigenlijk een ander verband gemeten wordt bij gebruik van de onafhankelijke variabele waterstand.

De difference-in-difference methode met een interactie op jaartal en periode laat geen statistisch significante uitkomsten voor de variable of interest zien.

Op basis van bovenstaande kan de  $H_0$  hypothese aangenomen en de  $H_1$  hypothese verworpen worden:

- $H_0$       Woningen die tijdens een overstroming diep onder water komen te staan kennen geen andere prijs dan woningen die weinig onder water komen te staan.
- $H_1$       Woningen die tijdens een overstroming diep onder water komen te staan kennen een lagere prijs dan woningen die weinig onder water komen te staan.

### 5.3.5 Model 5: Overstroomd en of in overstromingsgebied

In het vijfde model is het zowel het feit of woningen in 1993 en / of 1995 onder water hebben gestaan als de dummy voor ligging in overstromingsgebied toegevoegd aan het basismodel. Dit resulteert in een significant model met een  $\text{Prob} > F = 0.000$ . Waarmee wordt aangegeven dat de gebruikte onafhankelijk variabelen met een zeer hoge mate van waarschijnlijkheid gebruikt kunnen worden om de afhankelijke variabele  $\ln_{\text{transactieprijs}}$  te voorspellen. De adjusted R-Squared komt uit op 87,21%. Dit model verklaart dus ruim 87% van de variantie van de afhankelijke variabele  $\ln_{\text{transactieprijs}}$ . Als vervolgens gekeken wordt naar de gebruikte variabelen blijkt dat deze allen significant zijn met een  $P > |t|^m$  onder de 5%. Indien gekeken wordt naar de variables of interest dan blijkt dat woningen die in overstromingsgebied (1:300) liggen een prijs kennen die 2,1% lager ligt dan woningen zonder deze eigenschap. Woningen die overstroomd zijn in 1993 en / of 1995 kennen een prijs die 5,5% (2,1% + 3,4%) lager ligt dan niet overstroomde woningen buiten overstromingsgebied. De kans dat dit op toeval berust bedraagt 0,7%

Vervolgens is de difference-in-difference methode toegepast waarbij er verschillende interacties zijn toegevoegd; tussen overstroomd en transactiejaar, tussen overstroomd en periode, tussen ligging in overstromingsgebied en transactiejaar en tussen ligging in overstromingsgebied en periode. In vrijwel alle gevallen bleken de variables of interest voor enkele transactiejaar en een periode niet significant. Het beste model kwam uit op een adjusted R-squared van 87,31% maar had een aantal interacties die niet significant waren. Deze zijn verwijderd om tot het model te komen waarbij alle onafhankelijke variabelen significant zijn. Dit model wordt op de volgende pagina weergegeven.

**Tabel 5.1** Regressie model 5d1 Interactie ligging overstromingsgebied en dummy overstroomd

ln_transactiepr-s	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	.0005043	.0000168	29.95	0.000	.0004713	.0005373
inhoud	.0010006	.0000271	36.87	0.000	.0009474	.0010538
openh_dum	.046814	.00555	8.43	0.000	.0359337	.0576942
garage_dum	.0493286	.0044034	11.20	0.000	.0406962	.0579611
tussenwoning	-.189619	.0081488	-23.27	0.000	-.205594	-.173644
schakelwoning	-.1221788	.0097398	-12.54	0.000	-.141273	-.1030846
hoekwoning	-.1557181	.0079702	-19.54	0.000	-.171343	-.1400932
helfvdubbel	-.1059573	.0061299	-17.29	0.000	-.1179744	-.0939401
vrijstaand	0	(omitted)				
isol_1	.0158257	.0053057	2.98	0.003	.0054243	.026227
isol_2	.0197656	.0058424	3.38	0.001	.008312	.0312192
isol_3	.0446045	.0066053	6.75	0.000	.0316554	.0575536
isol_4	.1068608	.0130215	8.21	0.000	.0813331	.1323885
isol_5	.0560707	.0180824	3.10	0.002	.0206216	.0915199
Trjaar_1990_dum	-.8755906	.0099593	-87.92	0.000	-.895115	-.8560662
Trjaar_1991_dum	-.8253587	.0093151	-88.60	0.000	-.8436201	-.8070972
Trjaar_1992_dum	-.7584708	.0089288	-84.95	0.000	-.7759749	-.7409666
Trjaar_1993_dum	-.6408019	.0087914	-72.89	0.000	-.6580367	-.6235672
Trjaar_1994_dum	-.5493506	.0090992	-60.37	0.000	-.5671888	-.5315124
Trjaar_1995_dum	-.491233	.0078664	-62.45	0.000	-.5066545	-.4758115
Trjaar_1996_dum	-.3890005	.0084228	-46.18	0.000	-.4055128	-.3724882
Trjaar_1997_dum	-.2936585	.0074577	-39.38	0.000	-.3082788	-.2790383
Trjaar_1998_dum	-.2106002	.0074536	-28.25	0.000	-.2252123	-.1959881
Trjaar_1999_dum	-.1165181	.0084494	-13.79	0.000	-.1330824	-.0999537
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
BP_voor_1906_dum	-.1806556	.0142323	-12.69	0.000	-.208557	-.1527543
BP_1906tml930_dum	-.1667735	.0116967	-14.26	0.000	-.1897039	-.1438431
BP_1931tml944_dum	-.1111038	.0122384	-9.08	0.000	-.1350962	-.0871114
BP_1945tml959_dum	-.1305735	.0106602	-12.25	0.000	-.1514719	-.1096751
BP_1960tml970_dum	-.0964314	.0099102	-9.73	0.000	-.1158595	-.0770032
BP_1971tml980_dum	-.0796226	.0094221	-8.45	0.000	-.0980939	-.0611514
BP_1981tml990_dum	-.0769695	.0086428	-8.91	0.000	-.093913	-.0600259
BP_1991tml2000_dum	0	(omitted)				
onbiSlecht_dum	-.3031922	.034346	-8.83	0.000	-.3705249	-.2358595
onbiMatigSl_dum	-.2620638	.0728097	-3.60	0.000	-.4048015	-.119326
onbiMatig_dum	-.245058	.0145697	-16.82	0.000	-.2736208	-.2164952
onbiMatigRe_dum	0	(omitted)				
onbiRed_dum	-.1406451	.0080321	-17.51	0.000	-.1563913	-.1248989
onbiRedGoe_dum	-.0815562	.0165719	-4.92	0.000	-.1140441	-.0490683
onbiGoed_dum	-.0454811	.0055826	-8.15	0.000	-.0564253	-.0345369
overgebxxvoor93m3	-.0318328	.0077845	-4.09	0.000	-.0470937	-.016572
overgebxxna93m3	-.0509638	.0115102	-4.43	0.000	-.0735287	-.0283989
overgebxxtrans96	-.0363717	.0117288	-3.10	0.002	-.0593652	-.0133783
overgebxxtrans99	.0441599	.0122025	3.62	0.000	.0202379	.068082
overstroomd	-.0416912	.0125691	-3.32	0.001	-.0663319	-.0170505
_cons	11.62598	.0178547	651.14	0.000	11.59098	11.66099
wijkcode	F(80, 5191) =		43.555	0.000	(81 categories)	

Bron: Eigen bewerking Stata (2023)

Op basis van deze uitkomsten kunnen een aantal conclusies getrokken worden:

- Woningen in overstromingsgebied kennen voor de overstroming van 1993 een prijs die 3,2% lager ligt dan woningen daarbuiten. Voor woningen die liggen in het gebied dat in 1993 en / of 1995 overstroomd is betreft de correctie zelfs 7,4% (3,2% +4,2%).
- Tussen de overstromingen kennen de woningen in overstromingsgebied een prijs die 5,1% lager ligt dan woningen daarbuiten. Woningen die in 1993 en / of 1995 overstroomd zijn en in overstromingsgebied liggen kennen in deze periode een prijscorrectie van 9,3%. Uit de data

---

blijkt dat kopers het overstromingsrisico dus anders zijn waarderen nadat een overstroming heeft plaatsgevonden.

- De interactie voor de jaren na de tweede overstroming waren op transacties uit 1996 en 1999 na statistisch niet significant. In 1996 kende woningen in overstromingsgebied een prijs die 3,6% lager lag dan woningen buiten dit gebied. Indien woningen overstromd waren in 1993 en / of 1995 bedroeg de negatieve correctie 7,8%. Het prijseffect van overstromingsrisico op woningen neemt dus af ten opzichte van de periode tussen de overstromingen.
- In 1999 lijkt de impact van ligging in overstromingsgebied op basis van dit model volledig verdwenen en zijn woningen binnen overstromingsgebied 4,4% duurder dan woningen buiten overstromingsgebied. Indien woningen ook daadwerkelijk liggen in het gebied dat overstromd is in 1993 en of 1995 zijn ze slechts 0,3% duurder.

Op basis van bovenstaande kan de  $H_0$  hypothese verworpen worden en de  $H_1$  hypothese aangenomen worden:

$H_0$  De kenmerken ligging in overstromingsgebied en overstromd in 1993 en / of 1995 hebben geen impact op de prijs van woningen.

$H_1$  De kenmerken ligging in overstromingsgebied en overstromd in 1993 en / of 1995 hebben een negatieve impact op de prijs van woningen.

Hierbij wordt opgemerkt dat voor transacties in 1999 dit juist niet geldt en  $H_0$  hypothese aangenomen moet worden.

#### 5.3.6 Model 6: Risico

In het laatste model is onderzocht of het toevoegen van onafhankelijke variabele risico (kans x effect, zie 4.2 voor toelichting) resulteert in een beter model. Het toevoegen van variabele risico aan het basismodel resulteert in een significant model met een  $\text{Prob} > F$  0.000. De adjusted R-Squared komt uit op 87,17%. Dit model verklaart dus ook ruim 87% van de variantie van de afhankelijke variabele  $\ln_{\text{transactieprijs}}$ . Als vervolgens gekeken wordt naar de gebruikte onafhankelijke variabelen blijkt dat deze allen significant zijn met een  $P > |t|^m$  onder de 5%. De risico toevoeging blijkt te werken voor woningen met het hoogste risico, de woningen die daadwerkelijk overstromd zijn geweest in 1993 en / of 1995. Voor woningen met een lager risico (in overstromingsgebied) blijkt dit niet te werken. Aangezien deze variabele uitgesloten wordt vanwege collineariteit.

De difference-in-difference methode met een interactie op jaartal en periode laat hetzelfde beeld zien, namelijk niet statistisch significante uitkomsten voor de variables of interest.

Op basis van bovenstaande kan de  $H_0$  hypothese aangenomen worden en de  $H_1$  hypothese verworpen worden:

$H_0$  Woningen met een groot risico (kans x effect) kennen geen andere prijs dan woningen met een laag risico.

$H_1$  Woningen met een groot risico (kans x effect) kennen een lagere prijs dan woningen met een laag risico.

### 5.3.7 Samenvatting resultaten en evaluatie

In de tabel op de volgende pagina wordt een overzicht gegeven van de uitkomsten van de besproken modellen. De Stata output die hierbij hoort is in bijlage VII opgenomen. De uitkomsten van alle modellen en varianten is in bijlage VI opgenomen.

**Tabel 5.2** Uitkomsten kwantitatief onderzoek

	Adj R-squared	MAPE	VIF	Variabelen sign P<0,05	Richting Coef Overstrrisico	Uitkomst
<b>Basismodel</b>						
lineair- lineair	0,8411	0,1368	3,36	Ja	N.A.	
log - lineair	0,8715	0,0108	3,36	Ja	N.A.	
<b>Model 1: Overstroombd</b>						
Dummy Overstroombd	0,8718	0,0107	3,30	Ja	-/-	4,6% met een p-waarde 0.000
<b>Model 2: Afstand</b>						
Dummy afstand tot overstroom gebied	0,8720	0,0107	3,43	Nee	Dichtbij -/-	
<b>Model 3: Ligging in overstromingsgebied</b>						
Dummy overstromingsgebied	0,8719	0,0108	3,38	Ja	-/-	2,4% met een p-waarde 0.000
DID overstroomgebied x periode3m	0,8723	0,0108	3,30	Ja	-/-	Voor O93 -/- 3,9% met een p-waarde 0.000 Tussen O93 en O95 -/- 5,7% met een p-waarde 0.000 Na O95 -/- 1,3% met een p-waarde 0.026
Combinatie overstrgebied x periode 3m en transactie jaren enkel significante variabelen	0,8728	0,0107	3,21	Ja	-/-	Voor O93 -/-3,5% met een p-waarde 0.000 Tussen O93 en O95 5,1% met een p-waarde 0.000 In 1996 -/- 3,9% p-waarde van 0,001 In 1999 prijscorrectie verdwenen
<b>Model 4: Waterstand</b>						
Variant a) Waterstand bij overstroming	0,8716	0,0107	3,37	Ja	-/-	Model lijkt iets anders te meten effect -/-1%
<b>Model 5: Overstroombd en of in overstrgebied</b>						
Dummy overstroombd, dummy overstrgeb	0,8721	0,0107	3,32	Ja	-/-	Overstromingsgebied -/- 2,1% met een p-waarde 0.000 Overstroombd -/- 3,4% met een p-waarde 0.007.
Dummy overstroombd en interactie combinatie overstrgebied x transactiejaar / periode	0,8730	0,0107	3,22	Ja	-/-	Overstomingsgebied vO93 -/- 3,2% met een p-waarde 0.000 Overstromingsgebied tussen -/- 5,1% met een p-waarde 0.000 Overstromingsgebied 1996 -/- 3,6% met een p-waarde 0.002 Woningen overstroombd -/- 4,2% met p-waarde 0.001 In 1999 lijkt prijscorrectie verdwenen
<b>Model 6: Risico model</b>						
Variant a) Kans x effect	0,8717	0,0107	3,30	Ja	-/-	

Bron: Eigen bewerking (2023)

Op basis van de uitgevoerde analyse kan geconcludeerd worden dat het overstromingsrisico een negatieve impact heeft op de prijs van eengezinswoningen. De negatieve impact ligt in het best presterende model tussen de 3,2% voor woningen in overstromingsgebied (voor de overstroming van 1993), tot maximaal 9,3% voor woningen in overstromingsgebied die daadwerkelijk onder water gestaan hebben in de periode tussen de twee overstromingen. De impact op prijs lijkt na de overstroming van 1995 af te nemen, maar dit is niet met zekerheid vast te stellen omdat de interactievariabelen voor transactie jaren 1997 en 1998 niet significant bleken. In 1996 kende woningen in overstromingsgebied een prijs die 3,6% lager lag dan woningen buiten dit gebied. Indien woningen overstroomd waren in 1993 en / of 1995 bedroeg de negatieve correctie 7,8%. Duidelijk is daarnaast dat vanaf 1999 prijscorrectie verdwenen is.

In de bovenstaande tabel is naast de reeds besproken adjusted R-squared tevens de MAPE opgenomen. De MAPE geeft weer hoeverre de voorspellingen die door het model gemaakt worden afwijken van de feitelijke  $\ln$  transactieprijs. Volgens Kirchmeyer & Staas (2008) zijn Mape-waarden van minder dan 10% sterk te noemen. Uit bovenstaande tabel blijkt dat de MAPE voor de modellen net iets boven de 1% ligt. Het is hiermee duidelijk dat de modellen een goede fit hebben met de onderliggende data.

## 5.4 Vergelijking uitkomsten met eerder internationaal onderzoek

In deze paragraaf wordt een relatie gelegd tussen het uitgevoerde onderzoek en eerder internationaal onderzoek. Zoals in hoofdstuk 3 beschreven is er in internationaal onderzoek op tal van manieren onderzocht op welke wijze overstromingsrisico impact heeft op de prijs van woningen. In de tabel hieronder worden de uitkomsten van dit eerdere onderzoek gepresenteerd en vergeleken met het uitgevoerde onderzoek.

De gemiddelde impact van overstromingsrisico op de prijs van woningen ligt in internationaal onderzoek tussen de -/ -3,4% en -/ -11,5%. Er is echter sprake van grote uitschieters met prijscorrecties die positief zijn en zeer negatief.

**Tabel 5.3** Overzicht uitkomsten (eerder) onderzoek

Auteur	Sample	Land	Periode	In overstrgebied			Impact	
				Diepte	Afstand	Overstroomb	Min	Max
Eves (2002)	1.990	AU	1984-2000				-4,9%	-19,5%
Lamond et al. (2007)	41	UK	2000-2005					-6,0%
Harrison et al. (2001)	29.887	US	1980-1997	X			-1,3%	-2,9%
Turnbull et al. (2012)	27.939	US	1984-2005	X	X		-1,0%	-2,8%
Bin et al. (2004)	8.375	US	1992-2002	X			-3,7%	-8,3%
Morgan (2007)	20.882	US	2000-2006	X			15,0%	27,2%
McKenzie et al. (2008)		US	2004-2006		X			
Bin et al. (2008a)	3.016	US	2000-2004	X			-6,2%	-7,8%
Bin et al. (2008b)	1.075	US	1995-2002	X			-4,2%	-20,3%
Samarasinghe & Sharp (2010)	2.241	NZ	2006	X	X		-2,3%	-4,1%
Van Reeke & Philippen (2022)	55.115	NL	2018-2021	X			-0,5%	-3,4%
Kousky (2010)	202.933	US	1979-20006	X	X		-4,5%	-10,5%
Atreya & Ferreira (2012)	3.005	US	1985-2010	X	X	X	-11,8%	-48,0%
Bin & Landry (2013)	8.159	US	1992-2008	X			0,0%	-11,0%
Zhang & Leonard (2018)	13.513	US	2007-2013	X	X		-7,9%	-15,0%
Bakkensen et al. (2018)	93.457	US	2002-2012	X			-5,4%	-12,3%
Yi & Choi (2019)	51798	US	2000-2012	X		X	-9,0%	-29,0%
Hennighausen & Suter (2020)	15.056	US	2009-2017	X	X	X	-6,5%	-21,0%
Gemiddeld internationaal onderzoek							-3,4%	-11,5%
Uitkomst onderzoek				x		x	-3,2%	-9,3%

Bron: Eigen bewerking (2023)

De grote verschillen in uitkomsten laten zich lastig verklaren maar zouden te maken kunnen hebben met afwijkende internationale en lokale omstandigheden, gebruik van verschillende onafhankelijke variabelen of de verschillende manieren waarop overstromingsrisico is geoperationaliseerd:

**Verschillende omstandigheden:** In Nederland is het niet mogelijk voor een particulier om zich te verzekeren tegen schade die voortkomt uit een overstroming. Daar staat tegenover dat de overheid in 1993 en 1995 vanuit het Nationaal Rampen Fonds 90% van de opstalschade en een deel van de schade aan de inboedel heeft vergoed. In de Verenigde Staten is het wel mogelijk om je als particulier te verzekeren tegen overstromingsschade en wordt dit vanuit de overheid zelfs gesubsidieerd. Volgens Morgan (2007) zorgt dit voor een verstoring van de markt doordat particulieren bereid zijn meer risico te nemen aangezien men verzekerd is en de premie deels gesubsidieerd wordt. Daarnaast wordt een koper in de Verenigde Staten sinds 2006 geïnformeerd over het overstromingsrisico van een woning in het Land Information Memorandum (Samarasinghe et al., 2010) hetgeen tot bewustwording leidt en wellicht tot een hogere prijscorrectie. In Australië is

---

het enkel mogelijk een verzekering af te sluiten voor schade door een overstroming als een woning gelegen is buiten het gebied dat 1:100 per jaar kans heeft op een overstroming (Eves, 2002).

**Verschillende onafhankelijke variabelen:** Verschillende onderzoekers gebruiken op basis van de beschikbare data verschillende onafhankelijke variabelen. Sommige modellen zijn zeer beperkt, andere gebruiken juist zeer veel variabelen. De verklarende kracht van de modellen verschilt hiermee ook sterk van model tot model en hiermee de nauwkeurigheid van de uitkomsten ook. In dit onderzoek is getracht het basismodel te optimaliseren zodat de impact van het overstromingsrisico vervolgens zo nauwkeurig mogelijk bepaald kan worden. Bij minder nauwkeurige modellen kan een deel van de variantie van de afhankelijke variabele, die eigenlijk door niet in het model opgenomen onafhankelijke variabelen verklaard wordt, aan de wel opgenomen onafhankelijke variabelen, waaronder het geoperationaliseerde overstromingsrisico, toebedeeld worden. De impact van bijvoorbeeld het geoperationaliseerde overstromingsrisico kan dan groter worden.

**Overstromingsrisico operationaliseren:** Onderzoekers operationaliseren overstromingsrisico op vier manieren en voegen één of meerdere manieren toe aan hun modellen. Zoals ook uit het voorliggende onderzoek blijkt, resulteert dit in verschillende uitkomsten voor hetzelfde risico.

Een belangrijke andere bevinding in internationaal onderzoek is dat er een duidelijk verschil zichtbaar is in de prijscorrectie voor een overstroming en de periode daarna. Dit verschil blijkt vervolgens af te nemen naarmate de jaren verstrijken (Eves 2002, Bin et al. 2004, Attreya & Ferreira, 2012). Volgens Bin & Landry (2013) is dit verschil na vijf tot zes jaar volledig verdwenen. Dit lijkt te maken te hebben met het afnemen van de perceived risk als gevolg van de availability heuristic. De overstromingen verdwijnen langzamerhand in het geheugen van particulieren en dit resulteert in een afnemend effect van overstromingsrisico op de prijs van woningen. De Limburgse situatie en dan specifiek in de periode 1990-2000 laat dit effect ook zien. De dataset lijkt echter niet groot genoeg om voor bepaalde jaren statistisch significante uitspraken te doen. Dit maakt ook dat enkele conclusies minder stellig geformuleerd zijn.

Er is in dit onderzoek op verschillende manieren overstromingsrisico aan het basismodel toegevoegd, gelijk aan eerder onderzoek. Niet alle manieren blijken significante modellen op te leveren. Zowel waterstand bij een overstroming als afstand tot overstroomd gebied blijken geen correcte modellen op te leveren. De resultaten van de modellen die overstromingsrisico middels dummy voor ligging in overstromingsgebied en daadwerkelijk overstroomd in 1993 en/of 1995 gebruiken, laten uitkomsten zien (prijscorrecties tussen -/- 3,2 en -/- 9,3%) die in lijn liggen met eerder onderzoek.

#### 5.4 Link met de praktijk en actuele situatie

Aangezien de onderzoeksperiode verder in het verleden ligt en er in 2021 ook een overstroming heeft plaatsgevonden is met een aantal deskundigen in de markt gesproken. Middels een aantal korte interviews is onderzocht of men de uitkomsten van het onderzoek herkent en terugziet in de markt na de overstromingen van 2021. Er is gekozen om mensen uit verschillende disciplines te benaderen om zo een holistisch beeld te krijgen. Er is gesproken met twee makelaars, twee hypotheekadviseurs, één verzekeringsadviseur en twee medewerkers van het Waterschap Limburg. De personen komen niet uit het netwerk van de onderzoeker. De ervaren makelaars zijn werkzaam

---

in het gebied waarin overstromingen hebben plaatsgevonden in 1993, 1995 en 2021. Er is gesproken met een tweetal hypotheekadviseurs. De een is werkzaam bij Florius, het intermediair kanaal van ABN AMRO Bank N.V. en verantwoordelijk voor Limburg, de ander is hypotheekadviseur en bezit als franchisenemer een 3-tal SNS vestigingen nabij Venlo. Beiden spreken geregeld particulieren en hebben hiermee een goed beeld van de risicoperceptie. Ook is gesproken met een verzekeringsadviseur aangezien uit het literatuuronderzoek bleek dat verzekeringen een impact hebben op het prijseffect van overstromingsrisico. Tot slot is gedurende het onderzoek gesproken met tweetal medewerkers van het Waterschap Limburg die verantwoordelijk zijn voor de waterveiligheid in het onderzoeksgebied. Er is gebruik gemaakt van semigestructureerde interviews. Hierbij is vooraf een korte vragenlijst vastgesteld maar is afgeweken op moment dat geïnterviewde interessante informatie deelde waarop is doorgevraagd. Hieronder volgt een samenvatting van de gesprekken, de vragenlijst is in bijlage VIII opgenomen.

**Makelaars:** Via het intermediair kanaal van ABN AMRO Bank N.V. is er contact geweest met Dionne Vanderheijden. Zij is eigenaresse van Dionne Makelaars die actief zijn in het Heuvelland, het gebied dat in 2021 getroffen is door de overstroming van de Geul. Zij is reeds 18 jaar makelaar in het gebied. Daar waar in het verleden niet gevraagd werd naar het risico op overstroming merkt Dionne duidelijk een verschil sinds 2021. Particulieren schenken vlak na de overstroming van 2021 meer aandacht aan het overstromingsrisico dan voorheen. Zij merkt overigens wel op dat het onderwerp al minder belangrijk aan het worden is. Wanneer zij overstromingsrisico tegenwoordig bij een bezichtiging aankaart wordt dit vrijwel direct ter kennisgeving aangenomen en gaat het gesprek vervolgens over andere zaken. Dit wijst duidelijk in de richting van afnemende perceived risk als gevolg van de availability heuristic. Gelet op het geringe aantal woningen dat zij verkocht heeft die daadwerkelijk overstromd zijn in 2021, vindt zij het erg moeilijk om in te schatten of er een duidelijke impact is op de prijs.

Een tweede makelaar die gesproken is betreft Huub Driessen, sinds 1995 makelaar in het gebied Stein, Beek en Elsloo en verbonden aan Damen Makelaars. Huub geeft aan dat hij de periode rond de overstromingen zich nog goed herinnert. Destijds was overstromingsrisico een groot onderwerp. Dit is echter verdwenen sinds de dijken in het gebied versterkt zijn. De onzekerheid is hiermee voor de particulier verdwenen en speelt geen rol meer. Het gebied waar Huub werkzaam is heeft de laatste overstroming in 2021 goed doorstaan en het gedrag van de particulier is hierdoor niet veranderd. Hij kan zich wel voorstellen dat dit in bijvoorbeeld Valkenburg anders is. Hij geeft aan dat prijsimpact naar zijn idee lastig te bepalen is. Hij kan zich niet voorstellen dat als een woning EUR 25.000,- goedkoper wordt mensen wel bereid zijn een overstromingsrisico te lopen. Men wil dit gewoon niet.

**Hypotheekadviseurs:** Bart Schrouff is sinds 1999 hypotheekadviseur bij Florius, eerst rechtstreeks voor particulieren en nu verantwoordelijk voor het intermediair kanaal in Limburg. Bart is woonachtig in Schin op Geul waar hij in 2003 een woning kocht. In 2021 heeft het water weer in zijn tuin gestaan. Bij aankoop destijds heeft hij geen moment aan het overstromingsrisico gedacht, terwijl hij goed wist dat het risico op overstroming er was. Bart geeft aan niet te verwachten dat overstromingsrisico een impact heeft op de prijs van eengezinswoningen. Zeker in de huidige krappe woningmarkt ziet hij dat niet terug. Als voorbeeld wordt verkoop van een woning aangehaald in Schin op Geul die drie maanden na de overstroming 2021 is verkocht. Iedereen in het dorp verbaasde zich over de betaalde prijs aangezien de kelder en de eerste verdieping van de woning volledig onder water hadden gestaan. Koper was een dorpsgenoot die dit zeker ook wist. Vanuit Florius is overstromingsrisico niet iets dat aandacht heeft en dus ook niet bij intermediairs onder de

---

aandacht gebracht wordt. Overigens verwacht Bart wel dat dit in de toekomst gaat spelen nu ECB strakker op klimaatrisico's let. Bart denkt dat veel particulieren vertrouwen op de overheid.

Naast Bart Schrouff is ook gesproken met Roy Verstappen, sinds 2010 franchisenemer bij SNS, met inmiddels 3 eigen kantoren rond Venlo. Hij is zelf ook hypotheekadviseur en spreekt wekelijks particulieren die een woning hebben gekocht. Volgens Roy loopt minder dan 10% van de woningen in zijn werkgebied een overstromingsrisico. Er wordt door particulieren vrijwel nooit aandacht geschonken aan dit risico. De dijken zijn verzaaid en risico wordt hierdoor eigenlijk niet gezien. Ook hypotheekverstrekkers (door SNS worden hypotheeken van verschillende verstrekkers aangeboden) vragen hier op dit moment niet naar. Dit is sinds 2021 niet veranderd. Een waterlabel of klimaatlabel zou wellicht een goed idee zijn om particulieren te informeren. Er moet echter wel gewaakt worden dat deze extra verplichting niet enkel een formaliteit wordt die extra geld kost. Er moet dus vooraf duidelijke vastgesteld worden wat het doel is.

**Verzekeringsadviseur:** Rene Stierman is sinds 1992 verzekeringsadviseur, de laatste 25 jaar bij ABN AMRO Verzekeringen een joint venture tussen Nationale Nederlanden (51%) en ABN AMRO Bank N.V. (49%). Rene geeft aan dat het in Nederland als particulier niet mogelijk is om je te verzekeren tegen overstromingsrisico. Impact voor een verzekeraar zou te groot zijn op moment dat het risico zich voordoet. Op beurspolissen is dit wel mogelijk omdat dit vaak bij meerdere partijen wordt ondergebracht. Afgelopen jaren is hij ook nooit gevraagd om dit risico te verzekeren. Hij verwacht niet dat overstromingsrisico een impact op de prijs van woningen heeft, immers ruim de helft van Nederland ligt onder de zeespiegel.

**Waterschap Limburg:** De adviseur waterveiligheid Maurice Smeets is dagelijks bezig met het verlagen van overstromingsrisico's in het hele onderzoeksgebied. Hij zegt vrij zeker te weten dat mensen geen rekening houden met overstromingsrisico bij een aankoopbeslissing. Mensen voelen zich veilig achter de dijken en rekenen op de overheid. Maurice heeft zelf in 2011 een woning gekocht in Roermond in het gebied met een relatief matige bescherming (1:150). Dus zelfs hij neemt het risico voor lief. Een mooi voorbeeld dat door Maurice wordt aangehaald is Lob van Gennep waar veel weerstand was tegen het bouwen van een schuif in de dijk boven de wettelijke normering van 1:250. De schuif zou enkel opengezet worden als lager gelegen gebieden (lees: Den Bosch) met hogere economische waarde dreigde te overstromen. Dit had twee grote voordelen voor bewoners van Lob van Gennep, de evacuatie mogelijkheid zou hierdoor sterk verbeteren met dus minder kans op slachtoffers en daarnaast een betere bescherming zolang de schuif niet opengezet zou worden (1:350). Bewoners hebben hier echter tegen gestemd en krijgen nu een dijk op basis van wettelijke normering.

Gedurende het onderzoek is er een aantal keren gesproken met Patrick van der Broeck Dijkgraaf Waterschap Limburg. Per 24 mei 2023 heeft hij zijn functie neergelegd. Vanaf het begin heeft Patrick aangegeven dat hij verwacht dat impact op prijzen nihil gaat zijn. Vanuit zijn perspectief houden mensen totaal geen rekening met overstromingsrisico. Hij is altijd verbaasd als mensen die getroffen zijn na een overstroming alles herstellen zoals het was (stopcontacten weer laag, installaties weer in de kelder). Daarnaast wordt nog altijd gebouwd op plekken waar de rivier eigenlijk ruimte zou moeten krijgen. Er zal een veel betere voorlichting moeten komen en een waterlabel, of naar voorbeeld van Zwitserland een kaart waaruit blijkt waar gebouwd mag worden en waar niet. Op termijn gaan we het niet winnen van de natuur. De rivier moet echt meer ruimte krijgen om hogere waterstanden op te kunnen vangen, maar ook om meer water langer vast te kunnen houden ten behoeve van droger wordende zomers. Mooie voorbeelden van hoe het moet zijn de meanderende



Maas bij Wanssum en Blerick. Hier zijn enkele woningen gesloopt om ruimte te maken voor het water. In de toekomst zullen wijken verplaatst moeten worden, anders krijgen we natte voeten.

**Tabel 5.4** Uitkomsten interviews

	Wordt er rekening gehouden met overstromingsrisico?	Is dit veranderd na 2021?	Heeft overstromingsrisico impact op prijs?
<b>Makelaars</b>			
Dionne	Misschien	Ja	Misschien
Huub Driessen	Misschien	Nee	Misschien
<b>Verzekeringsadviseur</b>			
Rene Stierman	Nee	Nee	Nee
<b>Hypotheekadviseurs</b>			
Bart Schrouff	Nee	Nee	Nee
Roy Verstappen	Nee	Nee	Nee
<b>Waterschap Limburg</b>			
Maurice Smeets	Nee	Nee	Nee
Patrick van der Broeck	Nee	Nee	Nee

Bron: Eigen bewerking (2023)

Indien de gesprekken vergeleken worden met de uitkomsten van het onderzoek dan valt op dat vrijwel niemand een verband ziet tussen overstromingsrisico en de prijs van woningen. Enkel de makelaars zeggen dat particulieren rekening houden met overstromingsrisico. Dit ebt echter snel in de tijd weg. Volgens Huub Driessen doordat het risico met verzware van de dijken is weggenomen, volgens Dionne Vanderheijden door de factor tijd. Een gedragsverandering sinds 2021 wordt enkel door Dione Vanderheijden erkent. Zij is werkzaam in het direct getroffen gebied waardoor dit ook logisch lijkt. De impact op prijs wordt niet direct gezien door de deskundigen. Wellicht dat het verschil gelet op de zeer krappe woningmarkt momenteel kleiner is. Een andere verklaring zou kunnen zijn dat mensen de prijs van de woning vergelijken met die van woningen in de directe omgeving en dat deze vrijwel hetzelfde overstromingsrisico lopen en dus dezelfde prijscorrectie kennen. Hiermee zou het verschil in prijs niet direct opvallen.

## 5.6 Conclusie

In dit hoofdstuk zijn de geschoonde en geprepareerde data geanalyseerd middels het bouwen van een groot aantal regressiemodellen waarbij overstromingsrisico op verschillende manieren is toegevoegd aan een basismodel. Hiermee kan antwoord gegeven worden op de volgende deelvragen:

3. Is er een verschil waarneembaar tussen de prijs van een eengezinswoning woning blootgesteld aan overstromingsrisico en een eengezinswoning zonder deze blootstelling?

Er is een duidelijk statistisch significant verschil in prijs waarneembaar tussen eengezinswoningen met een overstromingsrisico en eengezinswoningen zonder dit risico indien gebruik gemaakt wordt van de dummy variabelen, ligging in overstromingsgebied en / of daadwerkelijk overstroomd in 1993 en of 1995.

---

4. Welke invloed heeft de factor tijd op de impact van overstromingsrisico op het eventueel geconstateerde prijsverschil?

Tijd heeft invloed op het geconstateerde prijsverschil. Voor de overstroming van 1993 bedroeg de negatieve prijscorrectie 3,2%, tussen de overstromingen liep dit verschil op tot 9,3% voor woningen die daadwerkelijk overstroomd waren. In 1996 bedroeg dit verschil nog maximaal 7,8% voor woningen die overstroomd waren in 1993 en / of 1995. In 1999 was dit verschil totaal verdwenen. Helaas blijken de interactievariabelen in 1997 en 1998 statistisch niet relevant. Waarschijnlijk omdat het aantal transacties te klein was en hierdoor eerder op toeval zouden kunnen berusten.

De uitkomsten van het onderzoek zijn vergeleken met het eerder uitgevoerde internationale onderzoek. Hoewel er flinke uitschieters zitten in het internationale onderzoek komt de gemiddelde prijsafwijking (tussen -/- 3,4% en -/-11,5%) in de buurt bij de uitkomsten van het onderzoek (tussen -/-3,2% en 9,3%).

Tot slot zijn de uitkomsten besproken met een aantal experts uit het veld om te toetsen of zij de resultaten herkennen en kunnen koppelen aan de waarnemingen die zij gedaan hebben na de overstroming van 2021. Naast twee makelaars uit Limburg is gesproken met hypotheekadviseurs, een verzekeringsadviseur en twee functionarissen van het Waterschap Limburg. Er blijkt enkel in het direct getroffen gebied rekening gehouden te worden met overstromingsrisico en de mate waarin neemt volgens de makelaars gedurende de tijd of na maatregelen af. Andere deskundigen zien en verwachten niet dat particulieren veel rekening houden met overstromingsrisico.

In het laatste hoofdstuk wordt de hoofdvraag beantwoord, wordt teruggekeken op het onderzoeksproces en volgen aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

---

## Hoofdstuk 6 Conclusies en discussie

### 6.1 Inleiding

In dit laatste hoofdstuk wordt in paragraaf 6.2 de centrale onderzoeksvraag beantwoord, hierbij worden de subvragen die in eerdere hoofdstukken reeds beantwoord zijn nogmaals behandeld. Er zal een koppeling gelegd worden naar eerder uitgevoerd onderzoek en de visie van enkele deskundigen over de impact van overstromingsrisico op de prijs van woningen. In paragraaf 6.3 volgt een korte discussie en wordt teruggekeken op het onderzoeksproces. In paragraaf 6.3 wordt stilgestaan bij aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

### 6.2 Beantwoording hoofdvraag en subvragen

In deze paragraaf wordt aan de hand van de antwoorden op de subvragen die in hoofdstuk 3 en 5 beantwoord zijn, antwoord gegeven op de hoofdvraag van dit onderzoek.

1. Welke factoren en kenmerken zijn van belang om de prijs van een woning vast te stellen middels een hedonische prijsmethode?

Uit het uitgevoerde literatuuronderzoek blijkt dat veel verschillende kenmerken gebruikt worden om de prijs van een woning vast te stellen middels de hedonische prijsmethode. Op pagina 31 is een samenvatting gegeven van een groot deel van de bestudeerde onderzoeken waaruit blijkt dat de meest gebruikte kenmerken, GBO, oppervlak van perceel, aantal slaapkamers, aantal badkamers, ouderdom, afstand tot natuur, afstand tot centrum, wijk dummy en transactiejaar dummy zijn. Om tot een zo goed mogelijk basismodel te komen zijn alle modellen uit eerder onderzoek nagebouwd en zijn de drie modellen met de beste goodness of fit verder geoptimaliseerd. Dit heeft geresulteerd in een goed presterend basismodel waar vervolgens het overstromingsrisico, op verschillende manieren geoperationaliseerd, aan toegevoegd is. Het basismodel gebruikt de navolgende kenmerken om de logaritmisch getransformeerde transactieprijs te simuleren; perceeloppervlak, inhoud in m<sup>3</sup>, openhaard dummy, garage dummy, type woning, ligging nabij natuur, aantal typen isolatie, transactiejaar dummy, bouwperiode dummy, onderhoudsstaat en wijkcode. Gebruik van deze kenmerken levert een model op met een R-squared van 87,4%.

2. Op welke wijze wordt het overstromingsrisico in de bestaande literatuur gemodelleerd?

Er zijn ruim 25 eerdere internationale onderzoeken naar de impact van overstromingsrisico op de prijs van woningen bestudeerd. Hieruit blijkt dat er maar een beperkt aantal manieren zijn waarop overstromingsrisico wordt geoperationaliseerd en toegevoegd wordt als kenmerk aan het model. De eerste manier is middels het toevoegen van een dummy die aangeeft of een woning bij een overstroming daadwerkelijk overstroomd is. De tweede betreft afstand tot een overstromingsgebied. De derde is ligging in een overstromingsgebied met een bepaald risico op overstroming uitgedrukt in kans per jaar, bijvoorbeeld 1 op 100 of 300. De vierde en laatste manier is waterhoogte bij een overstroming. Naast deze 4 manieren worden ook modellen

---

gemaakt waarbij combinaties van deze vier indicatoren van overstromingsrisico worden gebruikt. In het onderzoek is dit ook op tal van manieren getracht. Daarnaast is tot slot een methode gebruikt waarbij risico bij een overstroming wordt toegevoegd aan het model door de kans op een overstroming te vermenigvuldigen met het effect. Het laatste wordt bepaald door te berekenen hoeveel m<sup>2</sup> gbo van een woning overstroomt op het moment dat een overstroming met een bepaalde kans zich voordoet.

3. Is er een verschil waarneembaar tussen de prijs van een eengezinswoning woning blootgesteld aan overstromingsrisico en een eengezinswoning zonder deze blootstelling?

Het overstromingsrisico is op zes verschillende manieren geoperationaliseerd en middels verschillende varianten toegevoegd aan het basismodel. Dit heeft geresulteerd in ruim 60 modellen. Vrijwel alle modellen geven de verwachte richting aan van de impact die overstromingsrisico op de prijs van een woning heeft, namelijk negatief. Een groot aantal modellen is daarnaast significant op het niveau van de individuele gebruikte onafhankelijke variabelen. Er kan hierdoor, met statistisch onderbouwde zekerheid, vastgesteld worden dat er een verschil in prijs waarneembaar is tussen eengezinswoningen met en zonder overstromingsrisico. Dit verschil ligt afhankelijk van het model en de gekozen periode tussen de 2,4% en 9,3%.

4. Welke invloed heeft de factor tijd op de impact van overstromingsrisico op het eventueel geconstateerde prijsverschil?

Voor alle modellen is er middels de difference-in-difference methode, waarbij er een interactie heeft plaatsgevonden tussen transactiejaar / periode en het geoperationaliseerde overstromingsrisico, vastgesteld welke impact de factor tijd heeft op het geconstateerde prijsverschil. Hoewel uit deze uitkomsten blijkt dat prijsverschil gedurende de tijd verschilt en veelal lijkt af te nemen naarmate een behandeling (overstroming) langer geleden is, zijn veel modellen niet voor alle variabelen of interest statistisch significant. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de dataset met waarnemingen per jaar die het kenmerk overstroomd in 1993 en of 1995 bezitten te klein is (13-30 per jaar) en hierdoor snel op toeval zouden kunnen berusten. Het best presterende model laat echter duidelijk zien dat de impact gedurende de tijd wijzigt. De negatieve impact ligt in dit model tussen 3,2% voor woningen in overstromingsgebied voor de overstroming van 1993 tot maximaal 9,3% voor woningen in het overstroomde gebied tussen de twee overstromingen van 1993 en 1995. De impact op prijs lijkt na de overstroming van 1995 af te nemen maar dit is niet met zekerheid vast te stellen omdat de interactievariabelen voor transactie jaren 1997 en 1998 wel afnemen maar niet statistisch significant blijken te zijn. Duidelijk is wel dat in 1996 woningen in overstromingsgebied een 3,6% lagere prijs kennen en indien daadwerkelijk overstroomd in 1993 en of 1995 een negatieve prijscorrectie kennen van 7,8%. Vanaf 1999 is de prijscorrectie verdwenen.

Nu de subvragen beantwoord zijn kan tevens antwoord gegeven worden op de hoofdvraag van dit onderzoek:

***In hoeverre beïnvloedt het overstromingsrisico de prijs van eengezinswoningen in Limburg in de periode 1990-2000?***

Overstromingsrisico heeft een negatieve impact op de prijs van eengezinswoningen in Limburg in de periode 1990-1996. Deze impact ligt tussen de -/ 3,2% en 9,3%. In 1999 is de impact verdwenen. Door het overstromingsrisico op verschillende manieren te operationaliseren en toe te voegen aan

---

het basismodel is de impact op verschillende manieren vastgesteld. De uitkomsten geven allen dezelfde richting voor de impact van het risico op de prijs van eengezinswoningen en hiermee zijn de uitkomsten van dit onderzoek robuust en betrouwbaar. De uitkomsten van dit onderzoek liggen daarnaast in lijn met eerder uitgevoerd internationaal onderzoek waar een gemiddelde impact die ligt tussen de 3,4% en 11,5% gevonden is. Er is gesproken met een aantal deskundigen in de markt. Zij geven aan dat overstromingsrisico door particulieren nauwelijks wordt meegenomen en de impact op prijs niet gezien wordt. Enkel in direct getroffen gebied speelt overstromingsrisico een rol maar ook hier lijkt tijd het risico naar de achtergrond te verschuiven.

### 6.3 Discussie en reflectie

Uit het onderzoek is gebleken dat overstromingsrisico een daadwerkelijk effect heeft op de prijs van woningen en dat dit effect verwatert naarmate de tijd verstrijkt. Het werkelijke risico neemt als gevolg van klimaatverandering echter eerder toe dan af. De frequentie van overstromingen zal komende decennia alleen maar gaan toenemen. Gelet op de impact die een overstroming kan hebben op het leven van mensen maakt dat dit een onderwerp is dat door de overheid consequent onder de aandacht gebracht zou moeten worden. Hierbij zou gekeken kunnen worden naar de Verenigde Staten waar overstromingsrisico middels het Land Information Memorandum (Samarasinghe et al. 2010) bij kopers van woningen onder de aandacht gebracht wordt. Of wellicht is het mogelijk een klimaatrisicolabel in het leven te roepen waarbij kopers geïnformeerd worden over de klimaatrisico's waar men, gelet op ligging van de woning, mogelijk mee te maken gaat krijgen. Indien dit niet gedaan wordt dan zullen particulieren bij een volgende grote overstroming overvallen worden en zal de materiële en immateriële schade alleen maar toenemen doordat er gebouwd blijft worden in gebieden waar de rivier eigenlijk ruimte zou moeten krijgen. Grotere beleggers zoals ABP en Bouwinvest houden hier al rekening mee. Bouwinvest maakt bijvoorbeeld gebruik van de door Sweco ontwikkelde Klimaatrisico Identificatie & Management Tool (KIM). Deze tool maakt op gebouwniveau een risicoscan waarbij gekeken wordt naar mogelijke wateroverlast, overstromingen, hittestress en droogte (Sweco, 2023). Ook de Dutch Green Building Council is samen met haar partners bezig om een raamwerk voor klimaat adaptieve gebouwen te ontwikkelen waarbij op een eenduidige manier vastgesteld wordt wat de fysieke klimaatrisico's op gebouwniveau zijn (DGBC, 2023). Op het moment dat besef van de risico's leeft bij particulieren kunnen zij er ook rekening mee gaan houden, enerzijds door de prijs die betaald wordt hierop aan te passen maar ook door zelf maatregelen te nemen om deze risico's te beperken.

In september vorig jaar is de scriptiemodule gevolgd. Het resultaat van deze module was een duidelijk stappenplan dat doorlopen moest worden om tot beantwoording van de hoofdvraag te komen. Hier is strikt aan vastgehouden en heeft tot weinig problemen geleid. Toch zijn er een aantal zaken die ik een tweede keer anders aan zou pakken:

Het verkrijgen van de data bleek veel en veel lastiger dan aanvankelijk gedacht. De NVM data is in de loop van oktober 2022 opgevraagd maar pas eind maart 2023 verkregen na lange discussies en niet zoals aanvankelijk gevraagd. Ook het verkrijgen van overstromingskaarten bleek veel lastiger dan gedacht. Via het Waterschap Limburg en diverse afdelingen van Rijkswaterstaat is uiteindelijk de benodigde informatie verkregen. Het feit dat het de onderzoeksperiode 1990-2000 betrof hielp hierbij ook niet. Veel data waren niet makkelijk digitaal toegankelijk of zelfs überhaupt niet. Een voorbeeld hiervan is de data van CBS over inkomen en criminaliteit die pas vanaf 2004 op wijkniveau

---

beschikbaar zijn. Bij een volgend onderzoek zou ik eerst de benodigde data verzamelen alvorens de onderzoeksopzet volledig uit te werken, zodat bijgestuurd kan worden indien de data niet of lastig verkrijgbaar is.

Als gevolg van de moeilijke verkrijging van data is het onderzoeksproces ook iets aangepast. De NVM data is eerst geschoond en geprepareerd waarna de data van Rijkswaterstaat is toegevoegd en gekoppeld. Dit is niet handig aangezien het in een later stadium hierdoor niet mogelijk is om in de schoning nog aanpassingen te doen. Beter was het om eerst data te koppelen en te verrijken en daarna te schonen.

Het gebruik van complexe applicaties waar nauwelijks ervaring mee was heeft snelheid van het onderzoek ook niet bevorderd en zeer veel tijd gekost. Zowel Stata als Arcgis blijken redelijk moeilijk te doorgronden zonder ervaring. Hierbij helpt het niet dat er ook geen hulplijn bij de ASRE beschikbaar is met experts op dit gebied.

## 6.4 Vervolgonderzoek

In deze paragraaf worden enkele aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek. Zoals vaak roept het antwoord op een vraag vele nieuwe vragen op die allemaal zouden kunnen dienen als onderwerp voor vervolgonderzoek. Hieronder volgt een korte opsomming van de belangrijkste onderwerpen die interessant zouden zijn om te onderzoeken:

- Allereerst zou het erg interessant zijn om te onderzoeken of de impact van het overstromingsrisico, in de periode 1990-2000, op de prijs van eengezinswoningen gelijk is aan de impact van het overstromingsrisico op de prijs van eengezinswoningen in de periode rond de overstroming van medio 2021. Oorspronkelijk was het de bedoeling om dit mee te nemen in dit onderzoek. De NVM bleek echter niet bereid deze recente data te delen. Beschikbaarheid van data voor een recente periode is veel beter en hierdoor zou het ook mogelijk moeten zijn om model 6 (risico = kans x effect) veel beter te vullen. Er zijn nu immers gedetailleerde kaarten beschikbaar van beschermingsniveaus van de aangelegde dijken waarmee kans op overstroming veel nauwkeuriger kan worden vastgesteld voor een willekeurige waarneming. Er zijn wel een aantal gesprekken gevoerd met makelaars en hypotheekadviseurs, zij herkennen de negatieve impact van overstromingsrisico op de prijs van woningen voor de overstroming uit 2021 in ieder geval niet. Slechts zeer lokaal in het direct getroffen gebied is een tijdelijke gedragsverandering opgemerkt. Dit lijkt tegenstrijdig met alle aandacht die er tegenwoordig is voor klimaatverandering en de gevolgen hiervan. De availability heuristic zou dan juist zeggen dat de perceived risk als gevolg van alle aandacht in de media juist groter zou moeten zijn. Wellicht speelt hier de krappe woningmarkt een rol.
- Nu duidelijk is dat overstromingsrisico ingeprijsd wordt door particulieren die een woning kopen is het interessant om te onderzoeken of de correctie ook groot genoeg is. Met andere woorden is de daadwerkelijke schade hoger of lager dan de prijscorrectie van de woningen. Dit kan onderzocht worden door de correctie te vergelijken met de uitkeerde schade uit het rampenfonds.
- Een ander interessant onderwerp om te onderzoeken is of overstromingsrisico naast impact op de prijs ook impact heeft op de verkooptijd van woningen in Nederland. Turnball et al. (2012) hebben dit effect in de Verenigde Staten onderzocht en kwamen tot de conclusie dat de verkooptijd significant langer is.

- 
- Ook zou onderzocht kunnen worden of de gevonden prijsimpact ook geldt voor andere gebieden in Nederland, zoals de Betuwe of de Ooijpolder.
  - Tot slot zou gekeken kunnen worden naar de impact van andere klimaatrisico's op de prijs van woningen.

---

## Literatuurlijst

- Atreya, A., Ferreira, S., (2012, August). Spatial Variation in Flood Risk Perception: A Spatial Econometric Approach. 2012 Annual Meeting, August 12-14, Seattle, Washington 124863, Agricultural and Applied Economics Association.
- Bailey, M. J., Muth, R. F., & Nourse, H. O. (1963). A Regression Method for Real Estate Price Index Construction. *Journal of the American Statistical Association*, 58(304), 933–942. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10480679>
- Bakkensen, L. A., Ding, X., & Ma, L. (2019). Flood Risk and Salience: New Evidence from the Sunshine State. *Southern Economic Journal*, 85(4), 1132–1158. <https://doi.org/10.1002/soej.12327>
- Banzhaf, H. S. (2021). Difference-in-Differences Hedonics. *Journal of Political Economy*, 129(8), 2385–2414. <https://doi.org/10.1086/714442>
- Bazerman, M.H., & Moore, D.A. (2017). *Judgement in Managerial Decision Making (8<sup>th</sup> edition)*.
- Belegger aan de slag met wateroverlast en hitte*. (2022, 5 december). Sweco Nederland. <https://www.sweco.nl/actueel/verhalen/belegger-aan-de-slag-met-wateroverlast-en-hitte/>
- Bin, O., & Polasky, S. (2004). Effects of Flood Hazards on Property Values: Evidence before and after Hurricane Floyd. *Land Economics*, 80(4), 490. <https://doi.org/10.2307/3655805>
- Bin, O., Kruse, J. B., & Landry, C. E. (2008a). Flood Hazards, Insurance Rates, and Amenities: Evidence From the Coastal Housing Market. *Journal of Risk and Insurance*, 75(1), 63–82. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2007.00248.x>
- Bin, O., Crawford, T. O., Kruse, J. B., & Landry, C. E. (2008b). Viewscapes and Flood Hazard: Coastal Housing Market Response to Amenities and Risk. *Land Economics*, 84(3), 434–448. <https://doi.org/10.3368/le.84.3.434>
- Bin, O., & Landry, C. E. (2013). Changes in implicit flood risk premiums: Empirical evidence from the housing market. *Journal of Environmental Economics and Management*, 65(3), 361–376. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2012.12.002>
- Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2021, juli). Staat van de Woningmarkt. Jaarrapportage 2021. Den Haag: ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.
- Bockarjova, M., Rietveld, P., Verhoef, E. (2009). First results immaterial damage valuation: value of statistical life (VOSL), value of evacuation (VOE) and value of injury (VOI) in flood risk context, a stated preference study (III). Geraadpleegd op 22 december 2022, van <https://edepot.wur.nl/314073>
- Bourassa, S.C. & Droës, M. & Hoesli, M. (2021). Hedonic Models and Market Segmentation. *Swiss Finance Institute Research Paper Series No 21-62*
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2022a). Bevolkingsontwikkeling; regio per maand. Opgevraagd van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37230ned/table?ts=1668782098941> op 18 november 2022.



- 
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2022b). Voorraad woningen; eigendom, type verhuurder, bewoning, regio. Geraadpleegd op 18 november 2022, van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/82900NED/table?ts=1668785049067>
- Clayton, J., Devaney, S., Sayce, S., & Van De Wetering, J. (2021). Climate Risk and Real Estate Prices: What Do We Know? *The Journal of Portfolio Management*, 47(10), 75–90. <https://doi.org/10.3905/jpm.2021.1.278>
- Commissie Waterbeheer voor de 21<sup>e</sup> eeuw (2000). *Waterbeleid voor de 21<sup>e</sup> eeuw*. In <https://repository.tudelft.nl/>. Geraadpleegd op 24 november 2022, van <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:102e013a-1357-4087-b9f3-%09387f877c793f?collection=research>
- Court, A.T. (1939). Hedonic price indexes with automotive examples. In *the Dynamics of Automotive Demand* (p. 98-119). New York: General Motors.
- Dam, van, F. & Visser, P. (2006). *De prijs van de plek. Woonomgeving en woningprijs*. Planbureau voor de Leefomgeving. Rotterdam: NAI Uitgevers.
- Daniel, V. M., Florax, R. J., & Rietveld, P. (2009). Flooding risk and housing values: An economic assessment of environmental hazard. *Ecological Economics*, 69(2), 355–365. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.08.018>
- De Nederlandse Bank NB (2022). Verzekeraars in een veranderende wereld. Kansen en risico's in tijden van klimaatverandering, digitalisering en inflatie. Geraadpleegd op 15 december 2022, van <https://www.dnb.nl/media/elrpseou/dnb-verzekeraars-in-een-veranderende-wereld.pdf>
- Diephuis, L.E.J. (2022). *De Invloed van de coronapandemie op het woningprijseffect van private buitenruimte in Amsterdam*. Master scriptie MSRE, Amsterdam School of Real Estate.
- Dijk, van, M., Groot, S., Möhlmann, J. (2016), CPB Woningmarktmodel, CPB Achtergronddocument. Geraadpleegd op 21 augustus 2023, van <https://www.cpb.nl/sites/default/files/publicaties/download/cpb-achtergronddocument-feb2016-cpb-woningmarktmodel.pdf>
- DiPasquale, D., & Wheaton, W. C. (1995). *Urban Economics and Real Estate Markets*. <https://ci.nii.ac.jp/ncid/BA2717242X>
- European Central Bank. (2022, July). 2022 Climate Stress Test. In <https://www.bankingsupervision.europa.eu/>. Geraadpleegd op 21 oktober 2022, van <https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/pr/date/2022/html/ssm.pr220708~565c3%098d18a.nl.html>
- Eves, C. (2002). The long-term impact of flooding on residential property values. *Property Management*, 20(4), 214–227. <https://doi.org/10.1108/02637470210444259>
- Framework Climate Adaptive Buildings - Dutch Green Building Council*. (z.d.). Geraadpleegd op 01 juli 2023, van <https://www.dgbc.nl/framework-climate-adaptive-buildings-259>
- Francke, M. (2010). Casemetric: De kunst van het modelleren en het voorspellen van de marktwaarde van woningen. Oratiereeks; Nr. 353. Vossiuspers UvA.

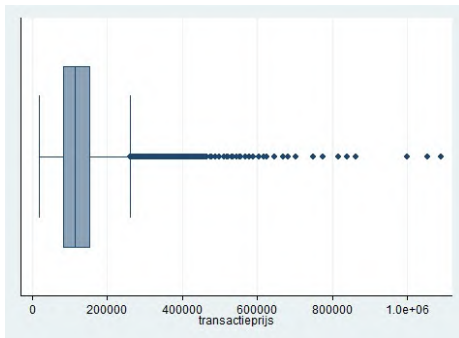
- 
- Freeman, A.M. (2003). Economic Valuation: What and Why. In: Champ, P.A., Boyle, K.J., Brown, T.C. (eds) A Primer on Nonmarket Valuation. The Economics of Non-Market Goods and Resources, vol 3. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0826-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0826-6_1)
- Greene, W.H. (2011). Econometric Analysis (I. Edition Ed.). Harlow: Pearson Education Limited.
- Harrison, D. G., Smersh, G., & Schwartz, A. G. (2001). Environmental Determinants of Housing Prices: The Impact of Flood Zone Status. *Journal of Real Estate Research*, 21(1–2), 3–20. <https://doi.org/10.1080/10835547.2001.12091045>
- Heezik, A. van (2012). Deltaprogramma oude stijl. Trends en trendbreuken in het waterbeleid van de twintigste eeuw. In <https://www.academia.edu/>. Geraadpleegd op 24 november 2022, van [https://www.academia.edu/12944555/Deltaprogramma\\_Oude\\_Stijl](https://www.academia.edu/12944555/Deltaprogramma_Oude_Stijl)
- Heijst, L. van (2023). Aannames bij Statistische Toersen | Homoscedasticiteit, Lineariteit/ Scribbr, Amsterdam. Geraadpleegd op 31 mei 2023, van <https://scribbr.nl/statistiek/aannamesstatistiek/>
- Hennighausen, H., & Suter, J. F. (2020). Flood Risk Perception in the Housing Market and the Impact of a Major Flood Event. *Land Economics*, 96(3), 366–383. <https://doi.org/10.3368/le.96.3.366>
- Hidding, M. C., & Van der Vlist, M. J. (2003). *Ruimte en water, planningsopgaven voor een rode delta*. Sdu uitgevers.
- Highfield, W. E., Norman, S. E., & Brody, S. D. (2012). Examining the 100-Year Floodplain as a Metric of Risk, Loss, and Household Adjustment. *Risk Analysis*, 33(2), 186–191. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01840.x>
- HKV Lijn in Water & Deltares. (2012) *Meerlaagsveiligheid. Methode nader Verklaard*. Delft. Geraadpleegd op 23 november 2022, van <https://docplayer.nl/3120437-Handreiking-meerlaagsveiligheid.html>
- Hoesli, M. (2008) *Investissement Immobilier : Décision et gestion du risque*. Paris : Economica.
- Holtermans, R., Kahn, M. E., & Kok, N. (2022, March). Climate Risk and Commercial Mortgage Delinquency. *MIT Center for Real Estate Research*, 22/04. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4066875](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4066875)
- Ingen Schenau, F. van (2001), *De economische teruggang begin jaren negentig*. CBS. Geraadpleegd 22 augustus 2023, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2001/41/de-economische-teruggang-begin-jaren-negentig>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021, August 7). *Climate Change 2021 The Physical Science Basis : Summary for Policymakers*. In <https://www.ipcc.ch/> (No. AR6). Geraadpleegd op 21 oktober 2022, van <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Jansen, L. (2019). Klimaatverandering als financieel risico. *VBA Journaal*, Zomer 2019 (138), 25–30.
- Kaarten | Atlas Leefomgeving*. (z.d.-a). <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten?config=3ef897de-127f-471a-959b-%0993b7597de188&activateOnStart=layermanager&gm-x=145819.13194013375&gm-%09y=447497.2263238663&gm-z=3.548866333078989&gm-%09b=1544180834512%2Ctrtrue%2C1%3B1578048914305%2Ctrtrue%2C0.8>

- 
- Kaarten | Atlas Leefomgeving. (z.d.-b). <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten?config=3ef897de-%09127f-471a-959b-93b7597de188&activateOnStart=layermanager&gm-%09x=145819.13194013375&gm-y=447497.2263238663&gm-z=3.548866333078989&gm-%09b=1544180834512%2Ctrue%2C1%3B1577980949152%2Ctrue%2C1>
- Kamerstuk (juni 1995), 24071 Wateroverlast in Nederland nr.22 Brief van de Minister van Binnenlandse Zaken. Geraadpleegd op 29 juni 2023, van <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-24071-22.html>
- Kirchmeyer, J. & Staas, P. (2008). AVMs 201: A practical guide to the implementation of automated valuation models. RealInfo. Kirchmeyer & Assoc
- KNMI. (2021, October). KNMI Klimaatsignaal'21. In <https://www.knmi.nl/>. Geraadpleegd op 21 oktober 2022, van <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-klimaatsignaal-21>
- Kolen, B., Maaskant, B., Hoss, F. (2011). Meerlaagsveiligheid: Zonder normen geen kans. In <https://www.hkv.nl/>. Geraadpleegd op 24 november 2022, van [https://www.hkv.nl/wp-content/uploads/2020/07/Meerlaagsveiligheid\\_Zonder\\_normen\\_geen\\_kans\\_BK\\_BM.pdf](https://www.hkv.nl/wp-content/uploads/2020/07/Meerlaagsveiligheid_Zonder_normen_geen_kans_BK_BM.pdf)
- Komarek, T. M., & Filer, L. (2019). Waiting after the storm: the effect of flooding on time on the housing market in coastal Virginia. *Applied Economics Letters*, 27(4), 298–301. <https://doi.org/10.1080/13504851.2019.1616047>
- Kousky, C. (2010). Learning from Extreme Events: Risk Perceptions after the Flood. *Land Economics*, 86(3), 395–422. <https://doi.org/10.3368/le.86.3.395>
- Lamond, J., Proverbs, D., & Antwi, A. (2007). Measuring the impact of flooding on UK house prices. *Property Management*. <https://doi.org/10.1108/02637470710775194>
- Lancaster, K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132–157. <https://doi.org/10.1086/259131>
- Larose, D.T. & Larose C.D. (2014). Discovering knowledge in data. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ
- Leonard, K. (2019). Types of perceived risk. In <https://smallbusiness.chron.com>. Geraadpleegd op 30 juni 2023, van <https://smallbusiness.chron.com/types-perceived-risk-71594.html>
- Malpezzi, S. (2008). Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review. In *Blackwell Science Ltd eBooks* (pp. 67–89). <https://doi.org/10.1002/9780470690680.ch5>
- Marquard, A.R., Van der Post, W. (2012). Basissyllabus 'Inleiding Marktanalyse'. Amsterdam. Amsterdam School of Real Estate
- Marquard, A.R., De Vor, F., & Ronteltap, C. (2016). Basissyllabus 'Methoden en technieken'. Amsterdam. Amsterdam School of Real Estate
- McKenzie, R., & Levendis, J. (2008). Flood Hazards and Urban Housing Markets: The Effects of Katrina on New Orleans. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 40(1), 62–76. <https://doi.org/10.1007/s11146-008-9141-3>

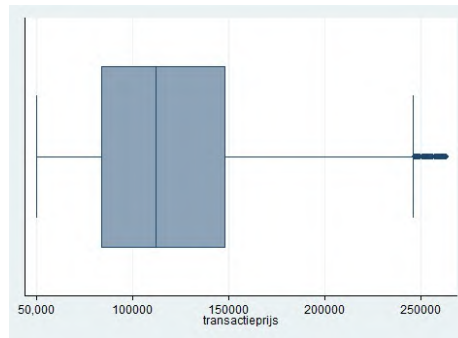
- 
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2023a, april 21). *Deltaprogramma*. Deltaprogramma. <https://www.deltaprogramma.nl/deltaprogramma>
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2023b, april 24). *Samen maken wij onze Maas klaar voor de toekomst!* Gebieden | Deltaprogramma. <https://www.deltaprogramma.nl/gebieden/rivieren/maas>
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat. (1994, 12 December) Onderzoek Watersnood Maas Deelrapport 2 Beleving van Wateroverlast. Geraadpleegd op 21 december 2022, van [https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC\\_91785\\_31/](https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_91785_31/)
- Morgan, A. (2007). The Impact of Hurricane Ivan on Expected Flood Losses, Perceived Flood Risk, and Property Values. *Journal of Housing Research*, 16(1), 47–60. <https://doi.org/10.1080/10835547.2007.12091977>
- Nationaal georegister. (2017). In <https://nationaalgeoregister.nl/>. Geraadpleegd op 22 november 2022, van <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/api/records/9bc22d59-427f-45c9-9f55-7dbe3985a73c>
- Nationaal georegister. (2022). In <https://nationaalgeoregister.nl/>. Geraadpleegd op 20 december 2022, van <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/fa4cc5%204e-26b3-4f25-b643-59458622901c>
- OECD, Eurostat, International Labour Organization, International Monetary Fund, The World Bank , United Nations Economic Commission of Europe. (2013). “Repeat Sales Methods”, in Handbook on Residential Property Price Indices, Eurostat, Luxembourg. <https://doi.org/10.1787/9789264197183-8-en>
- Planbureau voor de Leefomgeving. (2013) Correctie formulering over overstromingsrisico Nederland in IPPCC-rapport. In <https://www.pbl.nl/>. Geraadpleegd op 22 november 2022, van <https://www.pbl.nl/correctie-formulering-over-overstromingsrisico>
- Reeken, J. van, & Philippen S. (2022). Is flood risk already affecting house prices? Lessons learned from an impact assessment study in the Netherlands. Geraadpleegd op 03 januari 2023, van <https://assets.ctfassets.net/1u811bvgvthc/5nv4gl5WjCMfWtnwAdhn93/545e3e3e7851cd10e07e12d6503e1a3c/220211 - Is flood risk already affecting house prices.pdf>
- Rijkswaterstaat (2006, December). *Planologische Kernbeslissing Ruimte voor de Rivier*. Geraadpleegd op 24 november 2022, van [https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC\\_126316\\_31/](https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_126316_31/)
- 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>
- Ruimtelijk Planbureau. (2007) Overstromingsrisico als Ruimtelijke Opgave. In <https://www.rivm.nl/>. Geraadpleegd op 22 november 2022, van [https://www.rivm.nl/bibliotheek/digitaaldepot/Rapport - Overstromingsrisico als ruimtelijke opgave.pdf](https://www.rivm.nl/bibliotheek/digitaaldepot/Rapport_-_Overstromingsrisico_als_ruimtelijke_opgave.pdf)

- 
- Samarasinghe, O., & Sharp, B. (2010). Flood prone risk and amenity values: a spatial hedonic analysis. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54(4), 457–475. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8489.2009.00483.x>
- Sirmans, G. S., Lynn, M., Macpherson, D. A., & Zietz, E. N. (2006). The Value of Housing Characteristics: A Meta Analysis. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 33(3), 215–240. <https://doi.org/10.1007/s11146-006-9983-5>
- Staatscourant van het Koninkrijk der Nederlanden (September 2021), Regeling van de Minister van Justitie en Veiligheid van 2 september 2021, nr. 3512514, houdende regeling van de tegemoetkoming in de waterschade in Limburg en het onbedijkte gebied langs de Maas in Noord-Brabant in juli 2021 (Regeling tegemoetkoming waterschade in Limburg en het onbedijkte gebied langs de Maas in Noord-Brabant in juli 2021). Geraadpleegd op 29 juni 2023, van <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2021-40211.html>
- Turnbull, G. K., Zahirovic-Herbert, V., & Mothorpe, C. (2012). Flooding and Liquidity on the Bayou: The Capitalization of Flood Risk into House Value and Ease-of-Sale. *Real Estate Economics*, 41(1), 103–129. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6229.2012.00338.x>
- Vocht, V. de (2008). Basishandboek SPSS 15. Utrecht: Bijleveld Press.
- Waterwet. (2009). Kenniscentrum InfoMil. <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/wetgeving/waterwet/>
- Yi, D., & Choi, H. (2019). Housing Market Response to New Flood Risk Information and the Impact on Poor Tenant. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 61(1), 55–79. <https://doi.org/10.1007/s11146-019-09704-0>
- Zhang, L., & Leonard, T. (2018). Flood Hazards Impact on Neighborhood House Prices. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 58(4), 656–674. <https://doi.org/10.1007/s11146-018-9664-1>

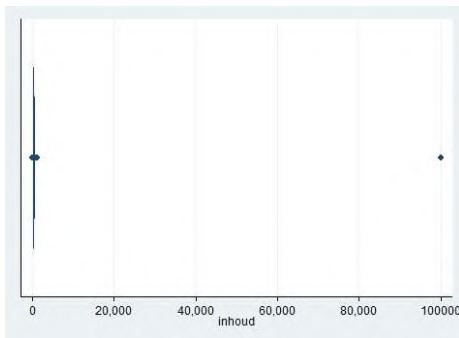
## Bijlage I    Boxplots variabelen voor en na schoning



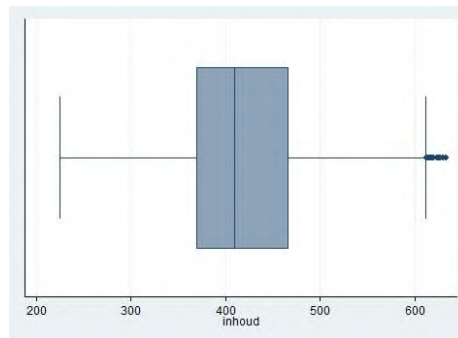
Transactieprijs voor schoning



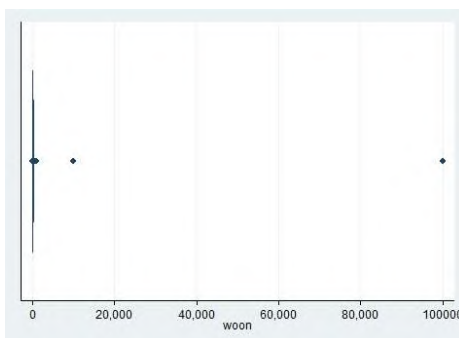
Transactieprijs na schoning



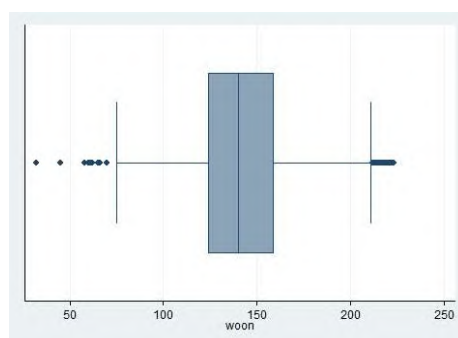
Inhoud voor schoning



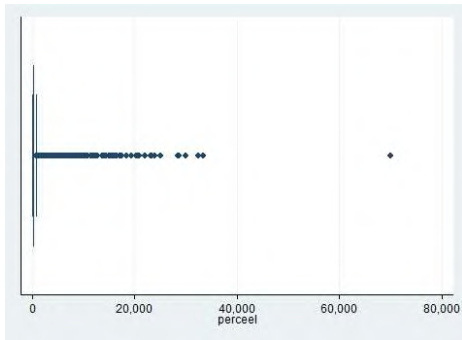
Inhoud na schoning



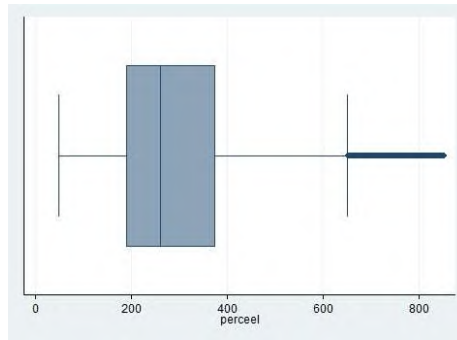
Woonoppervlak voor schoning



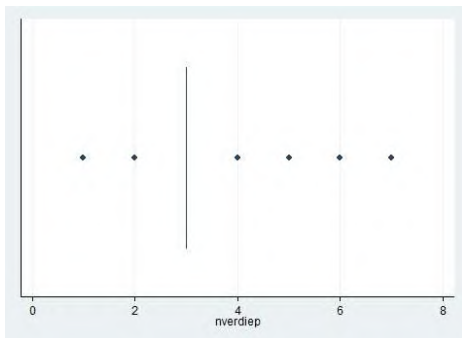
Woonoppervlak na schoning



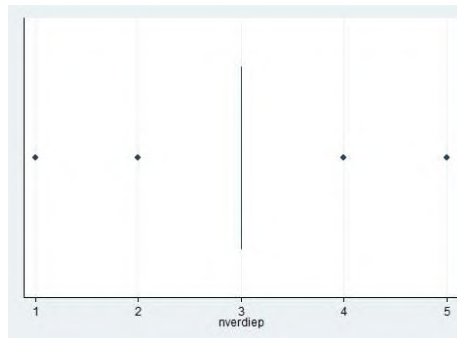
Perceel voor schoning



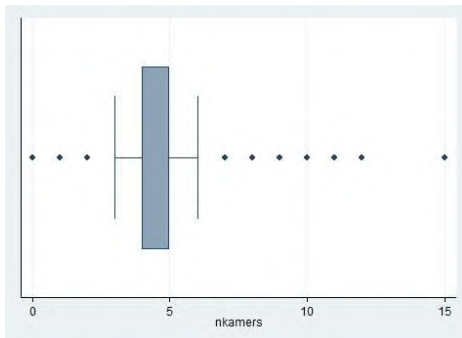
Perceel na schoning



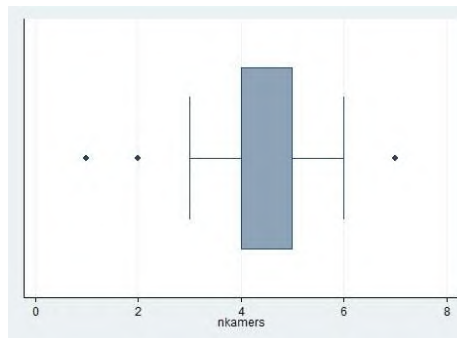
Aantal verdiepingen voor schoning



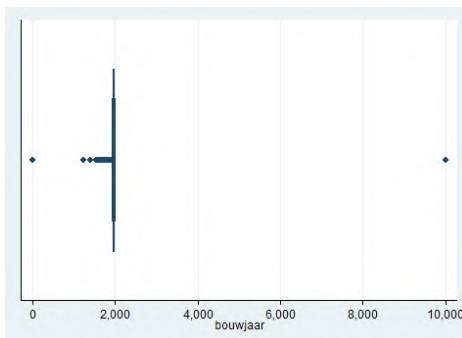
Aantal verdiepingen na schoning



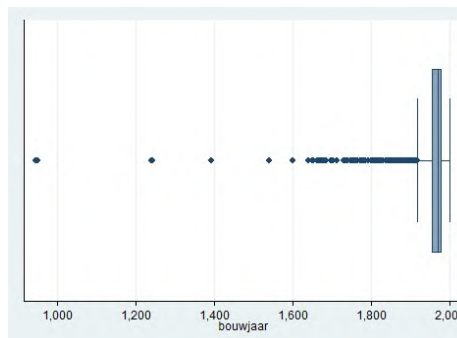
Aantal kamers voor schoning



Aantal kamers na schoning

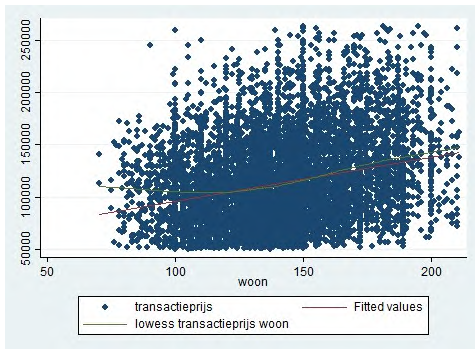


Bouwjaar voor schoning

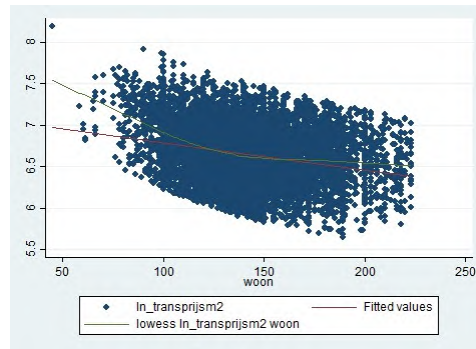


Bouwjaar na schoning

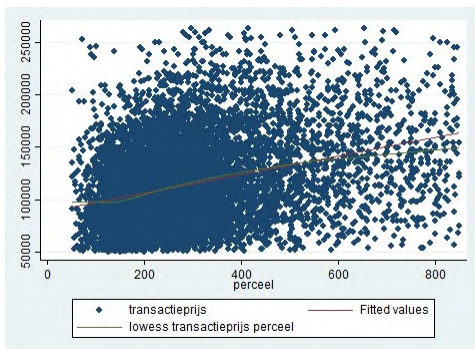
## Bijlage II Twoway scatter plots



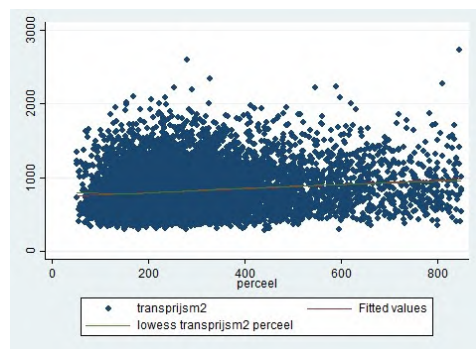
Woonoppervlak vs transactieprijs



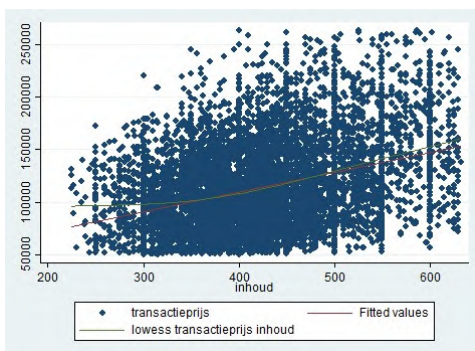
Woonoppervlak vs transactieprijsm2



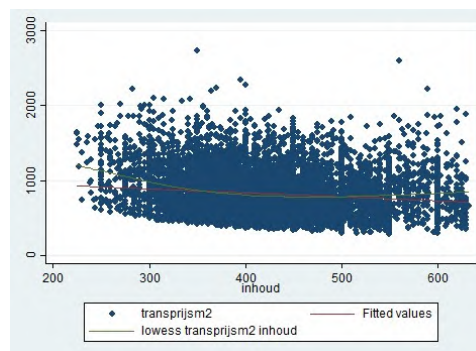
Perceeloppervlak vs transactieprijs



Perceeloppervlak vs transactieprijsm2

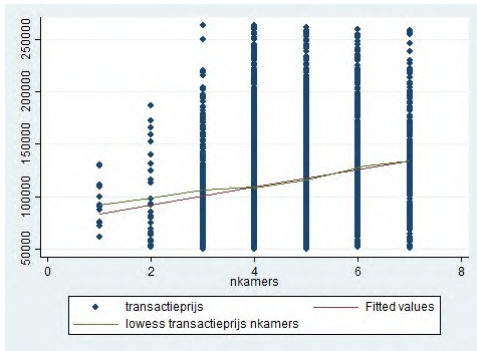


Inhoud m3 vs transactieprijs

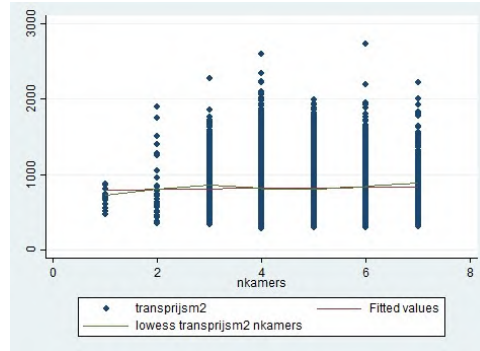


Inhoud m3 vs transactieprijsm2

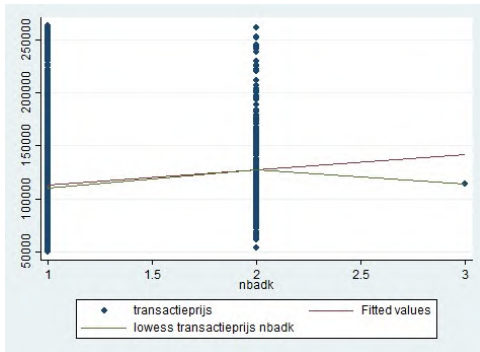




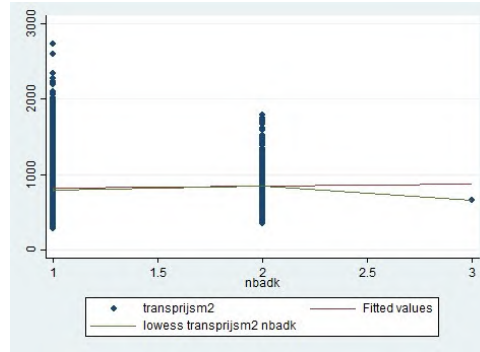
Nkamers vs transactieprijs



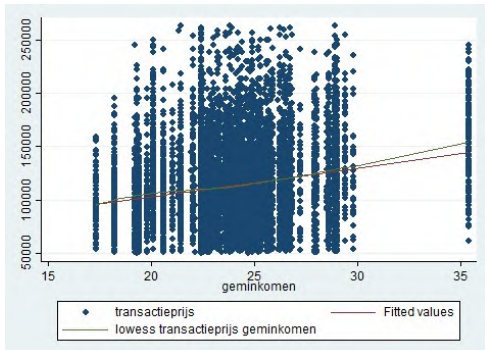
Nkamers vs transactieprijsm2



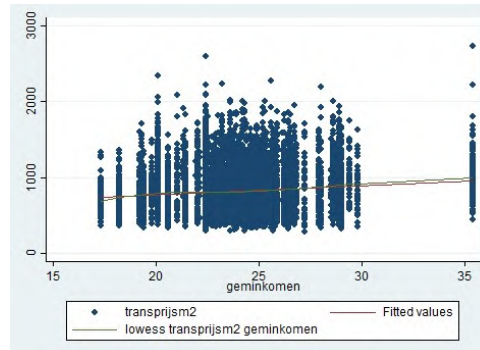
Nbadk vs transactieprijs



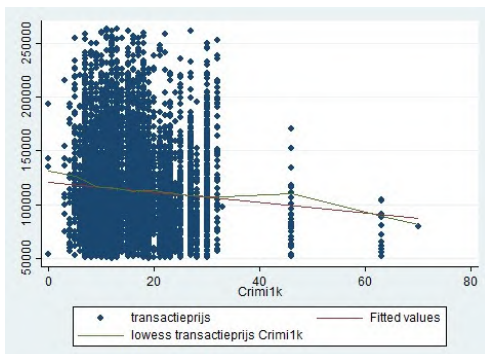
Nbadk vs transactieprijsm2



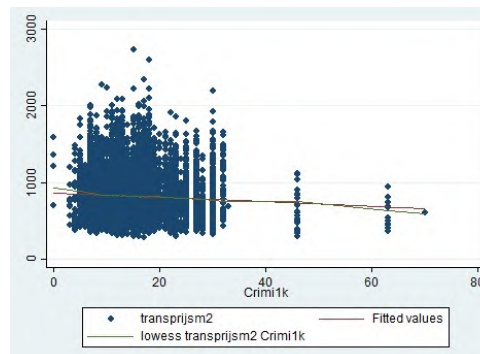
Geminkomen wijk vs transactieprijs



Geminkomen wijk vs transactieprijsm2

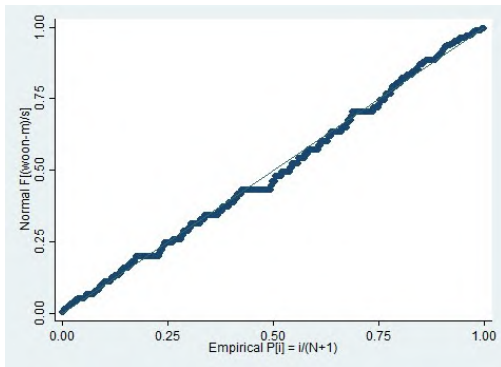


Crimi1k vs transactieprijs

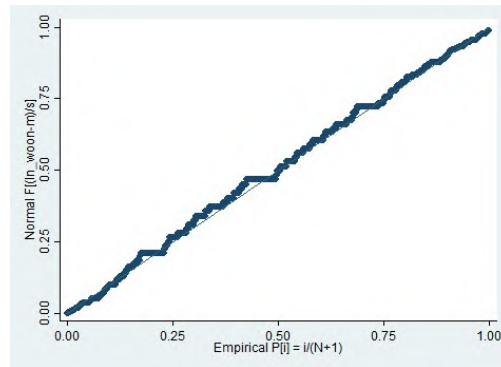


Crimi1k vs transactieprijsm2

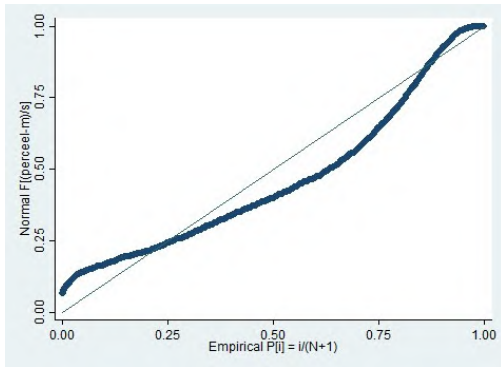
## Bijlage III Normal probability plots



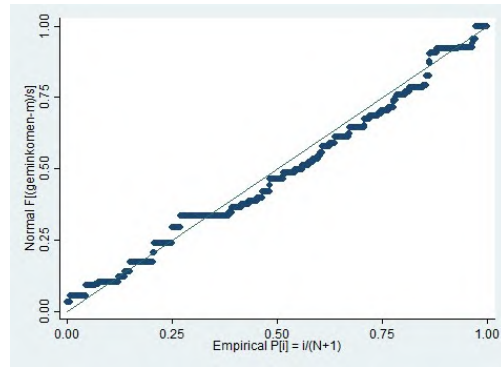
Woonoppervlak



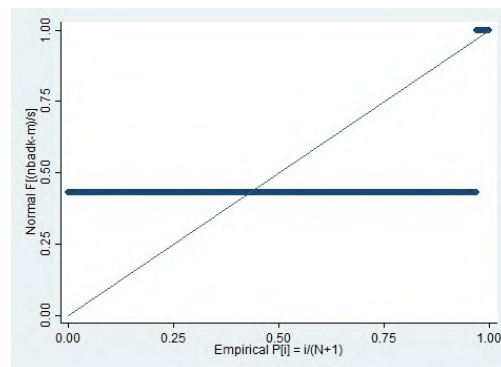
Ln\_woonoppervlak



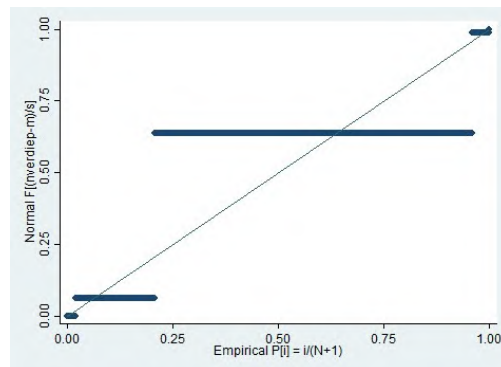
Perceel



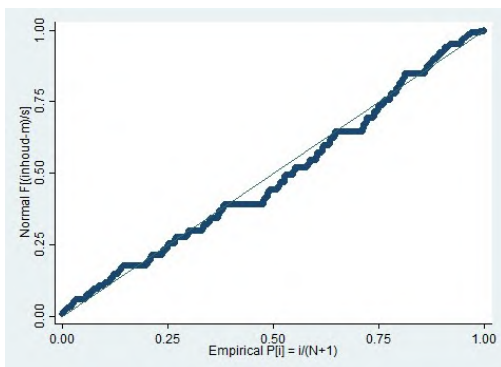
Geminkomen



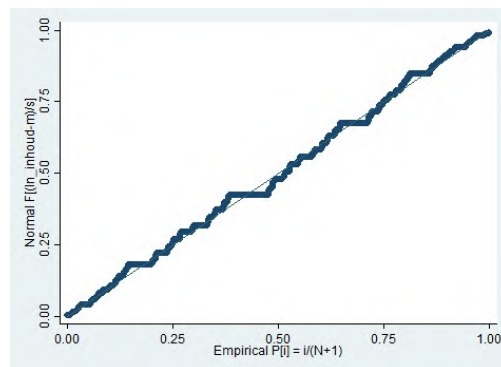
Nbadk



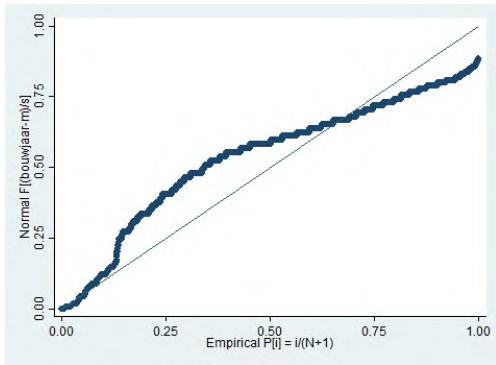
Nverdiep



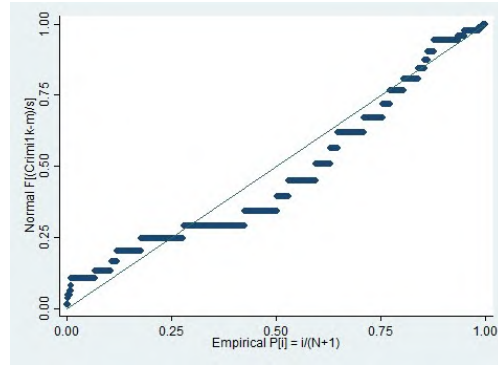
Inhoud



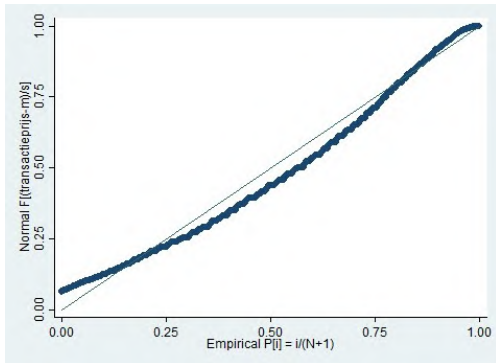
Ln\_inhoud



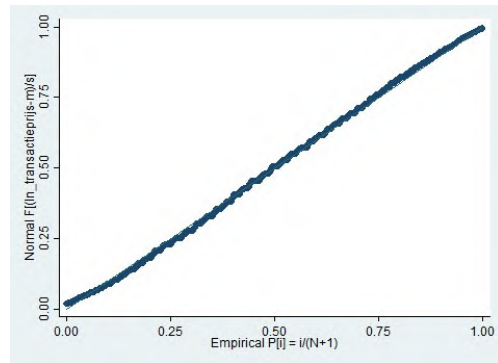
Bouwjaar



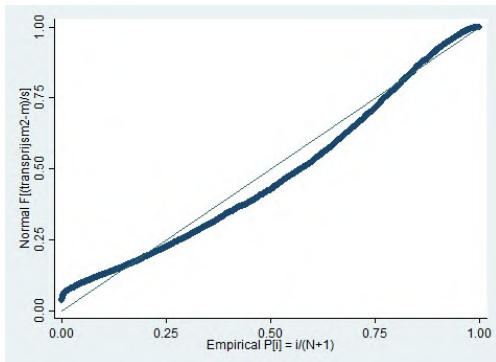
Crimi1k



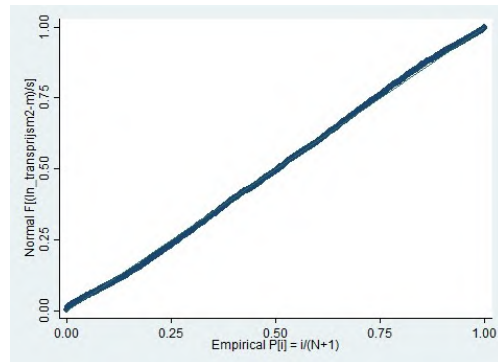
Transactieprijs



Ln\_transactieprijs



Transprijsm2



Ln\_transprijsm2



## Morgan (2007)

note: Trjaar\_2000\_dum omitted because of collinearity

Linear regression, absorbing indicators	Number of obs	=	5,345
	F( 14, 5234)	=	678.52
	Prob > F	=	0.0000
	R-squared	=	0.6894
	Adj R-squared	=	0.6829
	Root MSE	=	23071.3353

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
woon	543.6972	13.94285	38.99	0.000	516.3634 571.031
nkamers	1622.562	400.618	4.05	0.000	837.184 2407.941
nbadk	17864.05	1853.93	9.64	0.000	14229.58 21498.53
ouderdom	-178.4501	12.7395	-14.01	0.000	-203.4249 -153.4754
Trjaar_1990_dum	-95418.47	1733.647	-55.04	0.000	-98817.14 -92019.8
Trjaar_1991_dum	-92005.77	1624.793	-56.63	0.000	-95191.04 -88820.5
Trjaar_1992_dum	-87108.32	1554.026	-56.05	0.000	-90154.86 -84061.78
Trjaar_1993_dum	-79610.38	1541.781	-51.64	0.000	-82632.92 -76587.85
Trjaar_1994_dum	-70207.32	1553.865	-45.18	0.000	-73253.54 -67161.1
Trjaar_1995_dum	-64130.31	1423.693	-45.05	0.000	-66921.35 -61339.28
Trjaar_1996_dum	-54160.76	1388.806	-39.00	0.000	-56883.4 -51438.12
Trjaar_1997_dum	-40062.71	1366.485	-29.32	0.000	-42741.59 -37383.83
Trjaar_1998_dum	-29707.28	1349.423	-22.01	0.000	-32352.72 -27061.85
Trjaar_1999_dum	-18604.26	1369.088	-13.59	0.000	-21288.25 -15920.28
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)			
_cons	67093.79	2952.399	22.73	0.000	61305.86 72881.73
wijkcode	F(96, 5234) =		17.441	0.000	(97 categories)

Mean VIF 7.48

## McKenzie et al. (2008)

note: geenver\_dum omitted because of collinearity  
 note: aircover\_dum omitted because of collinearity  
 note: Urba\_matig\_dum omitted because of collinearity

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	5,345
Model	2.3605e+12	23	1.0263e+11	F(23, 5321)	=	82.62
Residual	6.6096e+12	5,321	1.2422e+09	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.2631
				Adj R-squared	=	0.2600
				Root MSE	=	35244
Total	8.9700e+12	5,344	1.6785e+09			

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
woon	142.7523	22.28799	6.40	0.000	99.05872 186.4459
perceel	91.79708	3.811489	24.08	0.000	84.325 99.26916
nkamers	5190.901	602.7226	8.61	0.000	4009.317 6372.484
nbadk	8593.355	2808.256	3.06	0.002	3088.021 14098.69
ouderdom	-115.7009	20.07235	-5.76	0.000	-155.0509 -76.35083
geenver_dum	0	(omitted)			
gasver_dum	-22851.57	4526.862	-5.05	0.000	-31726.08 -13977.07
cvver_dum	-9186.973	3343.728	-2.75	0.006	-15742.05 -2631.895
aircover_dum	0	(omitted)			
openh_dum	-1703.593	1500.653	-1.14	0.256	-4645.488 1238.301
garage_dum	3577.694	1110.505	3.22	0.001	1400.649 5754.74
zwembad	75586.74	14434.18	5.24	0.000	47289.83 103883.6
onbiSlecht_dum	-81756.3	12043.21	-6.79	0.000	-105365.9 -58146.67
onbiMatigSl_dum	-48512.59	26370.24	-1.84	0.066	-100209.1 3183.888
onbiMatig_dum	-77417.58	9001.695	-8.60	0.000	-95064.59 -59770.57
onbiMatigRe_dum	-11326.73	19422.05	-0.58	0.560	-49401.92 26748.46
onbiRed_dum	-65517.6	8267.104	-7.93	0.000	-81724.51 -49310.69
onbiRedGoe_dum	-51938.93	9178.883	-5.66	0.000	-69933.3 -33944.55
onbiGoed_dum	-50332.98	8119.034	-6.20	0.000	-66249.61 -34416.34
onbiUitst_dum	-49663.37	8216.308	-6.04	0.000	-65770.7 -33556.03
geminkomen	2765.162	147.4345	18.76	0.000	2476.13 3054.194
Urba_niet_dum	-10328.15	1828.666	-5.65	0.000	-13913.08 -6743.213
Urba_weinig_dum	-5037.953	1679.402	-3.00	0.003	-8330.269 -1745.637
Urba_matig_dum	0	(omitted)			
Urba_sterk_dum	4633.213	1732.545	2.67	0.008	1236.714 8029.712
Urba_zsterk_dum	25821.83	4103.901	6.29	0.000	17776.5 33867.16
_cons	34472.34	10068.72	3.42	0.001	14733.52 54211.16

Mean VIF 40.48

Harrison et al. (2001)

note: Trjaar\_2000\_dum omitted because of collinearity

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,345
F( 15, 5233)	=	1004.14
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.7746
Adj R-squared	=	0.7698
Root MSE	=	19657.4137

transactiep-s	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
woon	368.6977	12.51474	29.46	0.000	344.1636	393.2318
perceel	94.94942	2.135527	44.46	0.000	90.76289	99.13594
nkamers	1862.286	341.3802	5.46	0.000	1193.039	2531.534
nbadk	12128.33	1584.859	7.65	0.000	9021.347	15235.32
ouderdom	-207.7676	10.87441	-19.11	0.000	-229.086	-186.4492
Trjaar_1990-m	-97284.59	1477.711	-65.83	0.000	-100181.5	-94387.66
Trjaar_1991-m	-92704.61	1384.457	-66.96	0.000	-95418.72	-89990.5
Trjaar_1992-m	-87253.72	1324.077	-65.90	0.000	-89849.47	-84657.98
Trjaar_1993-m	-79369.02	1313.651	-60.42	0.000	-81944.32	-76793.72
Trjaar_1994-m	-70388.01	1323.942	-53.17	0.000	-72983.49	-67792.53
Trjaar_1995-m	-64689.75	1213.091	-53.33	0.000	-67067.91	-62311.58
Trjaar_1996-m	-54065.79	1183.303	-45.69	0.000	-56385.56	-51746.02
Trjaar_1997-m	-41435.11	1164.692	-35.58	0.000	-43718.39	-39151.83
Trjaar_1998-m	-30493.99	1149.882	-26.52	0.000	-32748.24	-28239.75
Trjaar_1999-m	-16904.36	1167.127	-14.48	0.000	-19192.42	-14616.31
Trjaar_2000-m	0 (omitted)					
_cons	71406.92	2517.395	28.37	0.000	66471.78	76342.07
wijkcode	F(96, 5233) =		23.391	0.000	(97 categories)	

Mean VIF 7.62







## Van Reeke & Philippen (2022)

### Model exclusief afstand tot rivier

note: vrijstaand omitted because of collinearity  
 note: geminkomen omitted because of collinearity  
 note: Urba\_zsterk\_dum omitted because of collinearity  
 note: Trjaar\_2000\_dum omitted because of collinearity

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,345
F( 21, 5227)	=	730.93
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.7779
Adj R-squared	=	0.7729
Root MSE	=	19522.5622

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
woon	399.5474	11.74639	34.01	0.000	376.5196	422.5752
ouderdom	-142.2349	11.0561	-12.86	0.000	-163.9095	-120.5604
tussenwoning	-47383.56	1026.323	-46.17	0.000	-49395.58	-45371.53
schakelwoning	-27996.65	1443.561	-19.39	0.000	-30826.63	-25166.67
hoekwoning	-38057.85	1104.864	-34.45	0.000	-40223.84	-35891.85
helfvdubbel	-27605.48	856.3561	-32.24	0.000	-29284.3	-25926.66
vrijstaand	0	(omitted)				
geminkomen	0	(omitted)				
lignatuur_dum	13692.32	3702.235	3.70	0.000	6434.389	20950.24
Urba_niet_dum	-5075.117	4221.449	-1.20	0.229	-13350.92	3200.686
Urba_weinig_dum	3603.08	3993.943	0.90	0.367	-4226.716	11432.88
Urba_matic_dum	6137.433	3947.115	1.55	0.120	-1600.562	13875.43
Urba_sterk_dum	11691.94	3488.512	3.35	0.001	4853.003	18530.89
Urba_zsterk_dum	0	(omitted)				
Trjaar_1990_dum	-97831.99	1470.334	-66.54	0.000	-100714.5	-94949.52
Trjaar_1991_dum	-94056.94	1378.342	-68.24	0.000	-96759.06	-91354.81
Trjaar_1992_dum	-88193.9	1315.13	-67.06	0.000	-90772.1	-85615.7
Trjaar_1993_dum	-79519.82	1305.345	-60.92	0.000	-82078.84	-76960.8
Trjaar_1994_dum	-70760.61	1315.019	-53.81	0.000	-73338.59	-68182.62
Trjaar_1995_dum	-64680.22	1203.226	-53.76	0.000	-67039.04	-62321.39
Trjaar_1996_dum	-54412.41	1175.575	-46.29	0.000	-56717.02	-52107.79
Trjaar_1997_dum	-40708.66	1155.714	-35.22	0.000	-42974.34	-38442.97
Trjaar_1998_dum	-30037.85	1141.013	-26.33	0.000	-32274.71	-27800.99
Trjaar_1999_dum	-17519.05	1160.928	-15.09	0.000	-19794.95	-15243.15
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
_cons	139030.5	4415.999	31.48	0.000	130373.3	147687.7
wijkcode	F(96, 5227) =		21.633	0.000	(97 categories)	

Mean VIF 4.11

## Kousky (2010)

### Model exclusief afstand tot snelweg en rivier

note: vrijstaand omitted because of collinearity

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,345
F( 10, 5238)	=	114.30
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.2823
Adj R-squared	=	0.2678
Root MSE	=	35057.2593

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
woon	197.8578	22.44503	8.82	0.000	153.8562	241.8595
nkamers	5496.285	624.5915	8.80	0.000	4271.825	6720.745
nbadk	9544.086	2831.169	3.37	0.001	3993.814	15094.36
ouderdom	-128.3454	19.64726	-6.53	0.000	-166.8622	-89.82855
nverdiep	-2118.769	1039.058	-2.04	0.041	-4155.756	-81.78131
tussenwoning	-40561.76	1877.369	-21.61	0.000	-44242.19	-36881.34
schakelwoning	-26270.39	2587.845	-10.15	0.000	-31343.64	-21197.13
hoekwoning	-34144.88	2013.413	-16.96	0.000	-38092.01	-30197.75
helfvdubbel	-26058.03	1573.356	-16.56	0.000	-29142.46	-22973.59
vrijstaand	0	(omitted)				
lignatuur_dum	50989.44	6607.673	7.72	0.000	38035.64	63943.23
_cons	87151.1	5130.591	16.99	0.000	77093	97209.19
wijkcode	F(96, 5238) =		7.538	0.000	(97 categories)	

Mean VIF 14.17

Atreya & Ferreira (2012)

Model exclusief afstand tot snelweg, station en rivier

note: geenver\_dum omitted because of collinearity  
 note: aircover\_dum omitted because of collinearity  
 note: schakelwoning omitted because of collinearity  
 note: Urba\_matig\_dum omitted because of collinearity  
 note: Trjjaar\_2000\_dum omitted because of collinearity

Source	SS	df	MS	Number of obs =	5,345
Model	6.9257e+12	30	2.3086e+11	F(30, 5314)	= 600.08
Residual	2.0443e+12	5,314	384709221	Prob > F	= 0.0000
				R-squared	= 0.7721
				Adj R-squared	= 0.7708
Total	8.9700e+12	5,344	1.6785e+09	Root MSE	= 19614

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
woon	278.3841	12.48745	22.29	0.000	253.9036 302.8646
perceel	55.31329	2.595217	21.31	0.000	50.2256 60.40098
nkamers	2713.73	337.5477	8.04	0.000	2051.998 3375.462
nbadk	10654.67	1564.337	6.81	0.000	7587.932 13721.42
ouderdom	-140.7238	10.99231	-12.80	0.000	-162.2732 -119.1744
geenver_dum	0 (omitted)				
gasver_dum	-5163.699	2531.21	-2.04	0.041	-10125.91 -201.4878
cvver_dum	8976.734	1845.789	4.86	0.000	5358.23 12595.24
aircover_dum	0 (omitted)				
garage_dum	5355.638	670.3435	7.99	0.000	4041.489 6669.786
tussenwoning	-13887.09	1381.546	-10.05	0.000	-16595.49 -11178.69
schakelwoning	0 (omitted)				
hoekwoning	-8581.824	1422	-6.04	0.000	-11369.53 -5794.12
helfvdubbel	-2499.184	1288.98	-1.94	0.053	-5026.114 27.74626
vrijstaand	15145.77	1511.609	10.02	0.000	12182.39 18109.14
geminkomen	2768.422	82.04268	33.74	0.000	2607.585 2929.259
lignatuur_dum	15115.27	3681.04	4.11	0.000	7898.921 22331.62
Trjjaar_1990_dum	-88151.2	3005.797	-29.33	0.000	-94043.79 -82258.6
Trjjaar_1991_dum	-84074.28	2966.482	-28.34	0.000	-89889.81 -78258.76
Urba_niet_dum	-11774.97	1026.808	-11.47	0.000	-13787.94 -9762.007
Urba_weinig_dum	-3454.116	937.1902	-3.69	0.000	-5291.394 -1616.839
Urba_matig_dum	0 (omitted)				
Urba_sterk_dum	5998.461	967.8934	6.20	0.000	4100.992 7895.929
Urba_zsterk_dum	25905.24	2284.348	11.34	0.000	21426.98 30383.5
Trjjaar_1992_dum	-77758.77	2939.48	-26.45	0.000	-83521.36 -71996.18
Trjjaar_1993_dum	-69712.48	2931.635	-23.78	0.000	-75459.69 -63965.28
Trjjaar_1994_dum	-61832.91	2406.477	-25.69	0.000	-66550.59 -57115.23
Trjjaar_1995_dum	-59223.59	1511.76	-39.18	0.000	-62187.26 -56259.92
Trjjaar_1996_dum	-53282.23	1172.054	-45.46	0.000	-55579.94 -50984.52
Trjjaar_1997_dum	-40031.77	1152.784	-34.73	0.000	-42291.7 -37771.84
Trjjaar_1998_dum	-29924.67	1140.215	-26.24	0.000	-32159.96 -27689.38
Trjjaar_1999_dum	-17402.08	1157.502	-15.03	0.000	-19671.26 -15132.9
Trjjaar_2000_dum	0 (omitted)				
na93_dum6	2348.732	2010.202	1.17	0.243	-1592.089 6289.553
na95_dum6	7161.061	1704.122	4.20	0.000	3820.282 10501.84
_cons	8561.748	4543.167	1.88	0.060	-344.7246 17468.22

Mean VIF 21.73

**Bin & Landry (2013)**

Model exclusief type vloer, afstand snelweg, station en rivier

note: geenver\_dum omitted because of collinearity  
 note: aircover\_dum omitted because of collinearity  
 note: schakelwoning omitted because of collinearity  
 note: Urba\_matig\_dum omitted because of collinearity

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	5,345
Model	5.5264e+12	25	2.2106e+11	F(25, 5319)	=	341.44
Residual	3.4436e+12	5,319	647418388	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.6161
				Adj R-squared	=	0.6143
Total	8.9700e+12	5,344	1.6785e+09	Root MSE	=	25444

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
woon	248.247	15.95995	15.55	0.000	216.959 279.5351
perceel	57.12513	3.35895	17.01	0.000	50.54021 63.71005
nkamers	4636.869	437.2013	10.61	0.000	3779.775 5493.963
geenver_dum	0	(omitted)			
gasver_dum	-18230.59	3263.83	-5.59	0.000	-24629.04 -11832.15
cvver_dum	-4105.496	2409.25	-1.70	0.088	-8828.613 617.6208
aircover_dum	0	(omitted)			
openh_dum	5475.35	1089.882	5.02	0.000	3338.735 7611.965
onbiSlecht_dum	-66310	8689.812	-7.63	0.000	-83345.59 -49274.4
onbiMatigSl_dum	-43563.75	19039.93	-2.29	0.022	-80889.81 -6237.685
onbiMatig_dum	-52074.26	6495.801	-8.02	0.000	-64808.7 -39339.83
onbiMatigRe_dum	-1505.364	14032.82	-0.11	0.915	-29015.45 26004.73
onbiRed_dum	-45270.34	5966.049	-7.59	0.000	-56966.25 -33574.44
onbiRedGoe_dum	-40624.73	6627.826	-6.13	0.000	-53617.98 -27631.47
onbiGoed_dum	-32278.11	5866.319	-5.50	0.000	-43778.5 -20777.72
onbiUitst_dum	-22863.82	5941.733	-3.85	0.000	-34512.05 -11215.59
tussenwoning	-14342.55	1763.197	-8.13	0.000	-17799.14 -10885.96
schakelwoning	0	(omitted)			
hoekwoning	-8294.963	1843.303	-4.50	0.000	-11908.59 -4681.332
helfvdubbel	-646.8048	1665.799	-0.39	0.698	-3912.454 2618.844
vrijstaand	16231.1	1961.644	8.27	0.000	12385.47 20076.73
lignatuur_dum	25406.43	4764.049	5.33	0.000	16066.94 34745.91
Urba_niet_dum	-2717.377	1280.472	-2.12	0.034	-5227.627 -207.127
Urba_weinig_dum	1279.454	1195.989	1.07	0.285	-1065.175 3624.084
Urba_matig_dum	0	(omitted)			
Urba_sterk_dum	7428.482	1251.117	5.94	0.000	4975.779 9881.184
Urba_zsterk_dum	31875.29	2921.16	10.91	0.000	26148.62 37601.96
na93_dum9	22521.05	1271.414	17.71	0.000	20028.56 25013.54
na95_dum9	33988.92	1204.744	28.21	0.000	31627.13 36350.71
_cons	42367.73	6978.047	6.07	0.000	28687.9 56047.57

Mean VIF 33.94

## Model Zhang & Leonard (2018)

Model exclusief type vloer

note: cvver\_dum omitted because of collinearity  
 note: aircover\_dum omitted because of collinearity  
 note: Urba\_zsterk\_dum omitted because of collinearity

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,345
F( 14, 5234)	=	82.51
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.2838
Adj R-squared	=	0.2687
Root MSE	=	35034.8211

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	96.25198	3.896003	24.71	0.000	88.61418	103.8898
nkamers	5799.945	609.9005	9.51	0.000	4604.285	6995.604
nbadk	10736.27	2826.306	3.80	0.000	5195.535	16277.01
ouderdom	-131.6971	20.46729	-6.43	0.000	-171.8216	-91.57271
geenver_dum	2992.704	3328.911	0.90	0.369	-3533.351	9518.76
gasver_dum	-19162.41	3268.52	-5.86	0.000	-25570.08	-12754.75
cvver_dum	0	(omitted)				
aircover_dum	0	(omitted)				
openh_dum	502.2203	1524.208	0.33	0.742	-2485.863	3490.304
garage_dum	5401.154	1118.194	4.83	0.000	3209.028	7593.281
nverdiep	916.9464	1028.489	0.89	0.373	-1099.322	2933.214
lignatuur_dum	50681.87	6606.903	7.67	0.000	37729.58	63634.16
Urba_niet_dum	-2157.764	7554.342	-0.29	0.775	-16967.43	12651.9
Urba_weinig_dum	1730.79	7160.079	0.24	0.809	-12305.95	15767.53
Urba_matic_dum	9496.162	7063.862	1.34	0.179	-4351.956	23344.28
Urba_sterk_dum	9312.795	6254.542	1.49	0.137	-2948.717	21574.31
Urba_zsterk_dum	0	(omitted)				
_cons	43595.03	8235.443	5.29	0.000	27450.13	59739.94
wijkcode	F(96, 5234) =		7.303	0.000	(97 categories)	

Mean VIF 10.46

## Bakkensen et al. (2018)

Model exclusief afstand tot snelweg, station en rivier

note: Crimilk omitted because of collinearity  
 note: Urba\_zsterk\_dum omitted because of collinearity  
 note: Trjaar\_2000\_dum omitted because of collinearity

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,345
F( 19, 5229)	=	505.19
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.6917
Adj R-squared	=	0.6849
Root MSE	=	22997.7950

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
woon	545.5208	13.91805	39.20	0.000	518.2356	572.806
nkamers	1652.798	399.9281	4.13	0.000	868.7724	2436.825
nbadk	17582.28	1848.787	9.51	0.000	13957.89	21206.68
ouderdom	-172.0872	12.91752	-13.32	0.000	-197.411	-146.7635
lignatuur_dum	14834.49	4358.98	3.40	0.001	6289.068	23379.91
Crimilk	0	(omitted)				
Urba_niet_dum	19672.55	4931.016	3.99	0.000	10005.7	29339.4
Urba_weinig_dum	21189.58	4679.192	4.53	0.000	12016.41	30362.75
Urba_matic_dum	21191	4629.987	4.58	0.000	12114.29	30267.71
Urba_sterk_dum	20911.36	4099.713	5.10	0.000	12874.21	28948.51
Urba_zsterk_dum	0	(omitted)				
Trjaar_1990_dum	-95044.33	1732.819	-54.85	0.000	-98441.38	-91647.29
Trjaar_1991_dum	-91673.59	1624.754	-56.42	0.000	-94858.79	-88488.39
Trjaar_1992_dum	-86723.53	1554.39	-55.79	0.000	-89770.79	-83676.28
Trjaar_1993_dum	-79149.8	1541.65	-51.34	0.000	-82172.07	-76127.52
Trjaar_1994_dum	-69931.79	1553.94	-45.00	0.000	-72978.16	-66885.42
Trjaar_1995_dum	-63824.15	1424.1	-44.82	0.000	-66615.99	-61032.32
Trjaar_1996_dum	-53907.15	1387.698	-38.85	0.000	-56627.61	-51186.68
Trjaar_1997_dum	-39814.59	1366.394	-29.14	0.000	-42493.29	-37135.88
Trjaar_1998_dum	-29548.65	1347.712	-21.93	0.000	-32190.73	-26906.57
Trjaar_1999_dum	-18442.21	1367.526	-13.49	0.000	-21123.13	-15761.28
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
_cons	46088.83	5342.498	8.63	0.000	35615.3	56562.35
wijkcode	F(96, 5229) =		16.492	0.000	(97 categories)	

Mean VIF 8.14

**Yi & Choi (2019)**

note: Urba\_matig\_dum omitted because of collinearity

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	5,345
Model	5.2143e+12	14	3.7245e+11	F(14, 5330)	=	528.57
Residual	3.7557e+12	5,330	704635953	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.5813
				Adj R-squared	=	0.5802
Total	8.9700e+12	5,344	1.6785e+09	Root MSE	=	26545

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
woon	304.8089	17.00447	17.93	0.000	271.4732 338.1447
perceel	85.60582	2.981817	28.71	0.000	79.76024 91.4514
nkamers	3649.224	467.81	7.80	0.000	2732.125 4566.323
nbadk	11066.3	2114.566	5.23	0.000	6920.885 15211.71
ouderdom	-137.7652	14.46006	-9.53	0.000	-166.1128 -109.4176
openh_dum	7364.873	1128.996	6.52	0.000	5151.58 9578.167
garage_dum	7141.042	835.7695	8.54	0.000	5502.592 8779.493
nverdiep	286.3889	781.5233	0.37	0.714	-1245.717 1818.494
Urba_niet_dum	-383.114	1326.377	-0.29	0.773	-2983.356 2217.128
Urba_weinig_dum	1997.242	1246.209	1.60	0.109	-445.8375 4440.321
Urba_matig_dum	0	(omitted)			
Urba_sterk_dum	5081.717	1296.459	3.92	0.000	2540.126 7623.308
Urba_zsterk_dum	29054.67	3052.305	9.52	0.000	23070.9 35038.43
na93_dum12	22637.81	1271.026	17.81	0.000	20146.08 25129.54
na95_dum12	33932.05	1207.505	28.10	0.000	31564.85 36299.26
_cons	-19949.01	3718.676	-5.36	0.000	-27239.14 -12658.89

Mean VIF 20.17

**Malpezzi (2003)**

Model exclusief afstand snelweg

note: geenver\_dum omitted because of collinearity  
 note: aircover\_dum omitted because of collinearity  
 note: Urba\_matig\_dum omitted because of collinearity

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	5,345
Model	1.7230e+12	22	7.8318e+10	F(22, 5322)	=	57.51
Residual	7.2470e+12	5,322	1.3617e+09	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.1921
				Adj R-squared	=	0.1887
Total	8.9700e+12	5,344	1.6785e+09	Root MSE	=	36901

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
woon	314.7839	22.60809	13.92	0.000	270.4628 359.105
nkamers	6042.454	651.452	9.28	0.000	4765.341 7319.567
ouderdom	-85.2317	20.98229	-4.06	0.000	-126.3656 -44.09781
geenver_dum	0	(omitted)			
gasver_dum	-19159.65	4739.456	-4.04	0.000	-28450.93 -9868.379
cvver_dum	-6956.844	3502.158	-1.99	0.047	-13822.51 -91.17839
aircover_dum	0	(omitted)			
openh_dum	327.1562	1569.141	0.21	0.835	-2749.004 3403.316
garage_dum	8770.018	1139.306	7.70	0.000	6536.512 11003.52
nverdiep	-8428.851	1037.455	-8.12	0.000	-10462.69 -6395.014
onbiSlecht_dum	-73705.92	12606.43	-5.85	0.000	-98419.68 -48992.16
onbiMatigSl_dum	-48072.44	27610.02	-1.74	0.082	-102199.4 6054.516
onbiMatig_dum	-69983.31	9421.648	-7.43	0.000	-88453.6 -51513.02
onbiMatigRe_dum	-5643.613	20334.38	-0.28	0.781	-45507.33 34220.1
onbiRed_dum	-63347.36	8658.27	-7.32	0.000	-80321.12 -46373.6
onbiRedGoe_dum	-52188.35	9612.412	-5.43	0.000	-71032.62 -33344.08
onbiGoe_dum	-50507.22	8501.376	-5.94	0.000	-67173.4 -33841.04
onbiUitst_dum	-49066.94	8602.428	-5.70	0.000	-65931.22 -32202.65
geminkomen	2752.766	154.339	17.84	0.000	2450.198 3055.334
lignatuur_dum	51607.82	6890.119	7.49	0.000	38100.36 65115.28
Urba_niet_dum	-3858.435	1892.452	-2.04	0.042	-7568.416 -148.4536
Urba_weinig_dum	-3349.611	1756.737	-1.91	0.057	-6793.535 94.31268
Urba_matig_dum	0	(omitted)			
Urba_sterk_dum	1723.167	1809.414	0.95	0.341	-1824.026 5270.36
Urba_zsterk_dum	15928.32	4272.21	3.73	0.000	7553.034 24303.6
_cons	56239.66	10400.47	5.41	0.000	35850.48 76628.85

Mean VIF 41.33

**Hennighausen & Suter (2020)**

Model exclusief afstand tot snelweg, station en rivier

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	5,345
Model	1.7896e+12	15	1.1930e+11	F(15, 5329)	=	88.54
Residual	7.1805e+12	5,329	1.3474e+09	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.1995
				Adj R-squared	=	0.1973
Total	8.9700e+12	5,344	1.6785e+09	Root MSE	=	36707

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
woon	212.9459	22.76871	9.35	0.000	168.3099 257.5819
perceel	80.28835	3.730661	21.52	0.000	72.97473 87.60197
nkamers	5989.84	622.473	9.62	0.000	4769.538 7210.142
nbadk	9476.922	2922.941	3.24	0.001	3746.761 15207.08
ouderdom	-66.87237	20.20298	-3.31	0.001	-106.4785 -27.26625
garage_dum	2037.632	1139.886	1.79	0.074	-197.0113 4272.275
onbiSlecht_dum	-71392.7	12492.43	-5.71	0.000	-95882.98 -46902.42
onbiMatigSl_dum	-31024.48	27311.82	-1.14	0.256	-84566.82 22517.85
onbiMatig_dum	-67515.57	9337.124	-7.23	0.000	-85820.15 -49210.98
onbiMatigRe_dum	3350.377	20203.87	0.17	0.868	-36257.47 42958.23
onbiRed_dum	-59484.52	8598.14	-6.92	0.000	-76340.4 -42628.65
onbiRedGoe_dum	-49141.26	9550.571	-5.15	0.000	-67864.28 -30418.23
onbiGoed_dum	-47357.92	8447.837	-5.61	0.000	-63919.14 -30796.71
onbiUitst_dum	-46615.08	8548.513	-5.45	0.000	-63373.67 -29856.5
lignatuur_dum	48456.62	6842.216	7.08	0.000	35043.08 61870.17
_cons	72687.23	9444.528	7.70	0.000	54172.08 91202.37

Mean VIF 48.05

**Sirmans et al. (2005)**

Model exclusief afstand tot snelweg

note: geenver\_dum omitted because of collinearity  
 note: aircover\_dum omitted because of collinearity  
 note: Urba\_matig\_dum omitted because of collinearity

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	5,345
Model	2.2232e+12	16	1.3895e+11	F(16, 5328)	=	109.73
Residual	6.7468e+12	5,328	1.2663e+09	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.2479
				Adj R-squared	=	0.2456
Total	8.9700e+12	5,344	1.6785e+09	Root MSE	=	35585

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
woon	158.6345	22.38892	7.09	0.000	114.7431 202.526
perceel	85.90496	3.81386	22.52	0.000	78.42824 93.38169
nkamers	4951.561	606.4372	8.17	0.000	3762.696 6140.426
nbadk	9454.413	2830.842	3.34	0.001	3904.805 15004.02
ouderdom	-158.2932	19.79959	-7.99	0.000	-197.1085 -119.4779
geenver_dum	0	(omitted)			
gasver_dum	-20783.3	4565.616	-4.55	0.000	-29733.78 -11832.82
cvver_dum	-3413.524	3328.008	-1.03	0.305	-9937.783 3110.734
aircover_dum	0	(omitted)			
openh_dum	-809.7801	1509.202	-0.54	0.592	-3768.433 2148.873
garage_dum	4085.174	1119.95	3.65	0.000	1889.612 6280.735
zwembad	78445.56	14569.57	5.38	0.000	49883.23 107007.9
geminkomen	2648.812	148.359	17.85	0.000	2357.968 2939.656
lignatuur_dum	51124.97	6642.85	7.70	0.000	38102.27 64147.68
Urba_niet_dum	-10048.36	1845.264	-5.45	0.000	-13665.83 -6430.891
Urba_weinig_dum	-5636.707	1695.04	-3.33	0.001	-8959.679 -2313.736
Urba_matig_dum	0	(omitted)			
Urba_sterk_dum	3258.766	1743.738	1.87	0.062	-159.6745 6677.207
Urba_zsterk_dum	23762.1	4127.516	5.76	0.000	15670.48 31853.72
_cons	-19480.8	6119.299	-3.18	0.001	-31477.14 -7484.473

Mean VIF 23.65

## Diephuis (2022)

note: cvver\_dum omitted because of collinearity  
 note: aircover\_dum omitted because of collinearity  
 note: vrijstaand omitted because of collinearity  
 note: Trjaar\_2000\_dum omitted because of collinearity

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,345
F( 29, 5219)	=	706.03
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8224
Adj R-squared	=	0.8182
Root MSE	=	17470.6355

transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	64.43354	2.42774	26.54	0.000	59.67415	69.19293
woon	283.3652	11.61407	24.40	0.000	260.5967	306.1336
nkamers	2828.91	315.4788	8.97	0.000	2210.44	3447.381
ouderdom	-96.31875	10.2549	-9.39	0.000	-116.4226	-76.21486
geenver_dum	-5847.526	1690.976	-3.46	0.001	-9162.547	-2532.505
gasver_dum	-11131.64	1646.898	-6.76	0.000	-14360.25	-7903.03
cvver_dum	0	(omitted)				
aircover_dum	0	(omitted)				
onbiSlecht_dum	-49801.88	6053.926	-8.23	0.000	-61670.11	-37933.65
onbiMatigSl_dum	-38120.98	13099.18	-2.91	0.004	-63800.86	-12441.11
onbiMatig_dum	-33973.27	4545.583	-7.47	0.000	-42884.52	-25062.03
onbiMatigRe_dum	-29070.85	9691.065	-3.00	0.003	-48069.39	-10072.31
onbiRed_dum	-25299.34	4175.319	-6.06	0.000	-33484.71	-17113.97
onbiRedGoe_dum	-22963.05	4616.929	-4.97	0.000	-32014.17	-13911.94
onbiGoed_dum	-12275.06	4101.278	-2.99	0.003	-20315.28	-4234.834
onbiUitst_dum	-3148.788	4149.681	-0.76	0.448	-11283.9	4986.324
nverdiep	424.7229	532.007	0.80	0.425	-618.2335	1467.679
tussenwoning	-29839.97	1133.976	-26.31	0.000	-32063.04	-27616.9
schakelwoning	-16052.77	1376.543	-11.66	0.000	-18751.37	-13354.17
hoekwoning	-23763.89	1127.337	-21.08	0.000	-25973.94	-21553.83
helfvdubbel	-16794.04	879.9588	-19.09	0.000	-18519.13	-15068.95
vrijstaand	0	(omitted)				
Trjaar_1990_dum	-99486.82	1327.695	-74.93	0.000	-102089.7	-96883.98
Trjaar_1991_dum	-94686.7	1242.848	-76.19	0.000	-97123.2	-92250.2
Trjaar_1992_dum	-88163.18	1190.291	-74.07	0.000	-90496.65	-85829.71
Trjaar_1993_dum	-79267.22	1179.168	-67.22	0.000	-81578.88	-76955.55
Trjaar_1994_dum	-71235.91	1188.443	-59.94	0.000	-73565.76	-68906.07
Trjaar_1995_dum	-64175.55	1091.555	-58.79	0.000	-66315.46	-62035.65
Trjaar_1996_dum	-53812.05	1065.676	-50.50	0.000	-55901.22	-51722.88
Trjaar_1997_dum	-41475	1047.983	-39.58	0.000	-43529.48	-39420.51
Trjaar_1998_dum	-30266.8	1036.311	-29.21	0.000	-32298.41	-28235.2
Trjaar_1999_dum	-16620.19	1045.667	-15.89	0.000	-18670.14	-14570.25
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
_cons	127347.4	4658.127	27.34	0.000	118215.5	136479.2
wijkcode	F(96, 5219) =		32.478	0.000	(97 categories)	

Mean VIF 8.54

## Bijlage V Best presterende modellen en optimalisatie

VARIABLES	(1) Bin et al.	(2) Van Reeke	(3) Diephuis	(4) Geoptimal
woon	313.9*** (11.48)	380.8*** (11.52)	278.3*** (11.36)	
perceel	91.45*** (2.056)		61.42*** (2.315)	0.000502*** (1.69e-05)
nbadk	7,586*** (1,417)			
ouderdom	-107.3*** (9.156)	-133.7*** (9.445)	-98.53*** (8.667)	
geenver_dum	-6,824*** (1,671)		-7,140*** (1,606)	
gasver_dum	-12,383*** (1,578)		-11,896*** (1,517)	
o.cvver_dum	-		-	
o.aircover_dum	-		-	
openh_dum	5,045*** (783.9)			0.0462*** (0.00558)
garage_dum	7,487*** (578.6)			0.0490*** (0.00443)
zwembad	782.9 (10,360)			
onbiSlecht_dum	-46,596*** (6,633)		-49,555*** (6,380)	-0.296*** (0.0345)
onbiMatigSl_dum	-53,736*** (11,335)		-48,603*** (10,906)	-0.252*** (0.0732)
onbiMatig_dum	-39,456*** (4,931)		-41,963*** (4,742)	-0.244*** (0.0147)
o.onbiMatigRe_dum	-		-	-
onbiRed_dum	-30,607*** (4,601)		-30,813*** (4,427)	-0.140*** (0.00808)
onbiRedGoe_dum	-27,065*** (5,020)		-26,059*** (4,830)	-0.0820*** (0.0167)
onbiGoed_dum	-19,305*** (4,533)		-18,652*** (4,361)	-0.0456*** (0.00561)
onbiUitst_dum	-9,920** (4,572)		-9,236** (4,398)	
nverdiep	-481.4 (496.0)		-977.1* (501.5)	
lignatuur_dum	12,255*** (3,796)	13,690*** (4,103)		0.0547** (0.0267)
Urba_niet_dum	-20,419*** (3,035)	-16,710*** (3,273)		
Urba_weinig_dum	-12,623*** (2,823)	-6,497** (3,041)		
Urba_matig_dum	-10,982*** (2,809)	-4,172 (3,027)		
Urba_sterk_dum	-3,099 (2,245)	2,975 (2,417)		
o.Urba_zsterk_dum	-	-		
Trjaar_1990_dum	-101,746*** (1,383)	-99,533*** (1,479)	-100,673*** (1,326)	-0.883*** (0.00981)
Trjaar_1991_dum	-96,207*** (1,275)	-94,420*** (1,366)	-95,213*** (1,223)	-0.834*** (0.00907)
Trjaar_1992_dum	-89,799*** (1,221)	-88,918*** (1,305)	-88,882*** (1,174)	-0.767*** (0.00870)
Trjaar_1993_dum	-80,524*** (1,189)	-79,205*** (1,272)	-79,642*** (1,144)	-0.650*** (0.00849)
Trjaar_1994_dum	-72,202*** (1,201)	-70,908*** (1,286)	-71,674*** (1,155)	-0.563*** (0.00857)
Trjaar_1995_dum	-65,752*** (1,101)	-64,352*** (1,177)	-64,346*** (1,061)	-0.493*** (0.00786)
Trjaar_1996_dum	-55,191*** (1,081)	-54,810*** (1,157)	-54,716*** (1,040)	-0.398*** (0.00771)
Trjaar_1997_dum	-42,734*** (1,054)	-41,290*** (1,128)	-41,711*** (1,016)	-0.292*** (0.00751)
Trjaar_1998_dum	-31,651*** (1,051)	-30,375*** (1,121)	-30,620*** (1,013)	-0.209*** (0.00750)
Trjaar_1999_dum	-16,804*** (1,087)	-17,701*** (1,170)	-16,945*** (1,045)	-0.102*** (0.00765)
o.Trjaar_2000_dum	-	-	-	-
tussenwoning		-46,051*** (1,003)	-28,411*** (1,089)	-0.190*** (0.00819)



schakelwoning		-28,035*** (1,410)	-16,481*** (1,338)	-0.123*** (0.00979)
hoekwoning		-37,619*** (1,078)	-23,344*** (1,088)	-0.156*** (0.00801)
helfvdubbel		-27,344*** (830.7)	-16,501*** (837.2)	-0.105*** (0.00616)
o.vrijstaand		-	-	-
o.geminkomen		-	-	-
nkamers			2,967*** (308.2)	
inhoud				0.00100*** (2.72e-05)
isol_1				0.0159*** (0.00534)
isol_2				0.0193*** (0.00588)
isol_3				0.0437*** (0.00665)
isol_4				0.112*** (0.0131)
isol_5				0.0643*** (0.0181)
BP_voor_1906_dum				-0.183*** (0.0143)
BP_1906tm1930_dum				-0.167*** (0.0118)
BP_1931tm1944_dum				-0.109*** (0.0123)
BP_1945tm1959_dum				-0.129*** (0.0107)
BP_1960tm1970_dum				-0.0934*** (0.00996)
BP_1971tm1980_dum				-0.0777*** (0.00948)
BP_1981tm1990_dum				-0.0760*** (0.00869)
o.BP_1991tm2000_dum				-
Constant	119,429*** (5,685)	151,142*** (3,525)	138,220*** (4,865)	11.62*** (0.0179)
Observations	5,313	5,313	5,313	5,313
R-squared	0.809	0.775	0.823	0.874

Standard errors in parentheses  
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

## Bijlage VI Uitkomsten kwantitatief onderzoek

	Prob > F	Adj R-squared	MAPE	RMSE	VIF	Variabelen sign P<0,05	Variabelen sign P>0,05	Impact overstromingsrisico Hedonisch	Impact overstromingsrisico DID	Richting Coef Overstrisico	Opmerkingen
<b>Basismodel</b>											
lineair- lineair	0,0000	0,8411	0,1368	16080,0	3,36	Ja		N.A.	N.A.	N.A.	
log- lineair	0,0000	0,8715	0,0108	0,1253	3,36	Ja		N.A.	N.A.	N.A.	
<b>Model 1: Overstroomd</b>											
Variante a) Dummy O93 en O95	0,0000	0,8720	0,0107	0,1251	3,30	Nee	O93	Niet significant	N.A.	-/-	
Variante b) DID O93 en O95 x transjaar	0,0000	0,8721	0,0107	0,1250	3,13	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	Wisselend	
Variante c) DID O93 en O95 x periode6m	0,0000	0,8721	0,0107	0,1250	3,22	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	Wisselend	
Variante d) Dummy Overstroomd	0,0000	0,8718	0,0107	0,1252	3,30	Ja		Ja	N.A.	-/-	Feit dat woning onder water gestaan heeft in 1993 en/of 1955 heeft een negatieve impact op de prijs van 4,5% met een p-waarde 0.000
Variante e) DID overstroomd x transjaar	0,0000	0,8718	0,0107	0,1252	2,85	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	Wisselend	
Variante f) DID overstroomd x periode6m	0,0000	0,8718	0,0107	0,1252	3,19	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	Wisselend	
<b>Model 2: Afstand</b>											
Variante a) afstand tot overstroomd gebied	0,0000	0,8714	0,0107	0,1253	3,38	Nee	Afstand	Niet significant	N.A.	Wisselend	
Variante b) DID afstand x transjaar	0,0000	0,8720	0,0107	0,1251	4,20	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	Wisselend	
Variante c) DID afstand x periode6m	0,0000	0,8714	0,0107	0,1253	3,38	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	Wisselend	
Variante d) dummy afstand tot overstroom gebied	0,0000	0,8720	0,0107	0,1251	3,43	Nee	Dummies afstand	Niet significant	N.A.	Dichtbij -/-	
Variante e) DID dummy afst x transjaar	0,0000	0,8729	0,0106	0,1246	2,42	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	Wisselend	Lig natuur verwijderd
Variante f) DID dummy afst x periode6m	0,0000	0,8724	0,0106	0,1249	2,94	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	Dichtbij -/-	
<b>Model 3: Ligging in overstromingsgebied</b>											
Variante a) Dummy overstromingsgebied	0,0000	0,8719	0,0108	0,1251	3,38	Ja		Ja	N.A.	-/-	Feit dat woning in overstromingsgebied staat heeft een negatieve impact op de prijs van 2,4% met een p-waarde 0.000, lig natuur verwijderd
Variante b) DID overstrgebied x transjaar	0,0000	0,8727	0,0107	0,1247	3,11	Nee	3 vd 10 jaren	N.A.	Niet significant	-/-	Lig natuur verwijderd
Variante c) DID overstrgebied x periode3m	0,0000	0,8723	0,0108	0,1249	3,30	Ja		N.A.	Ja	-/-	Woning in overstromingsgebied kent voor de overstromingen een negatieve impact op de prijs van 3,9% met een p-waarde 0.000, lig natuur verwijderd Feit dat woning in overstromingsgebied staat heeft, tussen de overstromingen 93-95 een negatieve impact op de prijs van 5,7% met een p-waarde 0.000 Impact lijkt te verwateren
Variante d) DID overstrgebied x jaar / periode	0,0000	0,8733	0,0107	0,1246	3,36	Nee	97 en '98	N.A.	Niet significant	-/-	Woning in overstromingsgebied kent voor de overstromingen een negatieve impact op de prijs van 3,5% met een p-waarde 0.000, lig natuur verwijderd
Variante f) Idem D excl niet significant	0,0000	0,8728	0,0107	0,1247	3,21	Ja		N.A.	Ja	-/-	Feit dat woning in overstromingsgebied staat heeft, tussen de overstromingen een negatieve impact op de prijs van 5,1% met een p-waarde 0.000 Transactie van woningen in overstromingsgebied kende in 1996 een prijs die 3,9% lager lag dan daarbuiten met een p-waarde van 0,001 In 1999 lijkt prijscorrectie verdwenen
<b>Model 4: Waterstand</b>											
Variante a) Waterstand bij overstroming	0,0000	0,8716	0,0107	0,1253	3,37	Ja		Ja	N.A.	-/-	Diepte ligging blijkt impact te hebben op de prijs van een woning, nml 1% per meter waterstand bij overstroming. Lig natuur verwijderd
Variante b) DID Waterstand x transactiejaar	0,0000	0,8722	0,0107	0,1250	3,03	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	-/-	
Variante c) DID Waterstand x periode6m	0,0000	0,8720	0,0107	0,1251	3,22	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	-/-	
<b>Model 5: Overstroomd en of in overstrgebied</b>											
Variante a) Dummy overstroomd, dummy overstrgeb	0,0000	0,8721	0,0107	0,1250	3,32	Ja		Ja	N.A.	-/-	Feit dat woning in overstromingsgebied staat heeft een negatieve impact op de prijs van 2,1% met een p-waarde 0.000, lig natuur verwijderd Feit dat woning onder water gestaan heeft in 1993 en/of 1955 heeft een negatieve impact op de prijs van 3,4% met een p-waarde 0.007.
Variante b) interactie overstrgeb x jaar + overstroomd	0,0000	0,8729	0,0107	0,1246	3,11	Nee	Int 92, 97, 98, 00	N.A.	Niet significant	-/-	Lig natuur verwijderd
Variante c) interactie overstrgeb x periode6m + overstroomd	0,0000	0,8733	0,0107	0,1248	3,24	Nee	Int na95	N.A.	Niet significant	-/-	Lig natuur verwijderd
Variante d) interactie overstrgeb x jaar /periode + overstroom	0,0000	0,8731	0,0107	0,1245	3,25	Nee	Int 95h2, 97, 98	N.A.	Niet significant	-/-	Impact lijkt te verwateren lig natuur verwijderd
Variante d1) Idem D excl niet significant	0,0000	0,8730	0,0107	0,1246	3,22	Ja		N.A.	Ja	-/-	Woningen in overstromingsgebied kennen voor O93 prijs die 3,2% (p-waarde 0.000) lager ligt, indien het woningen betreft die overstroomd zijn bedraagt correctie 7,4% (p-waarde 0.001) Woningen in overstromingsgebied kennen tussen overstromingen prijs die 5,1% (p-waarde 0.000) lager ligt, indien het woningen betreft die overstroomd zijn bedraagt correctie 9,3% (p-waarde 0.001) Woningen in overstromingsgebied kennen in 1996 prijs die 3,6% (p-waarde 0.002) lager ligt, indien woningen betreft die overstroomd zijn bedraagt correctie 7,8% (p-waarde 0.001) In 1999 lijkt prijscorrectie verdwenen
Variante e) interactie overstroomd x jaar + overstrgebied	0,0000	0,8721	0,0107	0,1250	2,87	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	-/- behalve 92 93	Lig natuur verwijderd
Variante f) interactie overstroomd x periode6m + overstrgebied	0,0000	0,8721	0,0107	0,1250	3,21	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	Wisselend	Lig natuur verwijderd
<b>Model 6: Risico model</b>											
Variante a) Kans x effect	0,0000	0,8717	0,0107	0,1252	3,30	Ja	Risico3 omitted	Ja	N.A.	-/-	Impact op prijs bedraagt 7,8% per 100m2 die overstroomd raakt bij woningen in overstromd gebied
Variante b) Kans x effect x jaartal	0,0000	0,8719	0,0106	0,1247	2,83	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	-/-	Lig natuur verwijderd
Variante c) Kans x effect x periode6m	0,0000	0,8718	0,0107	0,1249	3,19	Nee	Interactie	N.A.	Niet significant	-/-	#NAAM?

De regressies van de groen geaccordeerde modellen zijn in bijlage VI opgenomen

## Bijlage VII Regressie analyses besproken in hoofdstuk 5.3

### Model 1d) Dummy overstroombd

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,313
F( 38, 5194)	=	843.83
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8746
Adj R-squared	=	0.8718
Root MSE	=	0.1252

ln_transactiepr~s	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	.0005023	.0000169	29.71	0.000	.0004692	.0005355
inhoud	.0009973	.0000272	36.61	0.000	.0009439	.0010507
openh_dum	.0470533	.0055759	8.44	0.000	.0361221	.0579845
garage_dum	.0493643	.0044248	11.16	0.000	.0406898	.0580387
tussenwoning	-.1907355	.0081836	-23.31	0.000	-.2067787	-.1746923
schakelwoning	-.1240923	.0097822	-12.69	0.000	-.1432696	-.104915
hoekwoning	-.1567004	.0080054	-19.57	0.000	-.1723944	-.1410064
lignatuur_dum	.0538437	.0266721	2.02	0.044	.0015552	.1061323
helfvdubbel	-.1066265	.0061588	-17.31	0.000	-.1187004	-.0945526
vrijstaand	0	(omitted)				
isol_1	.0160769	.005331	3.02	0.003	.0056258	.026528
isol_2	.0193207	.0058704	3.29	0.001	.0078122	.0308293
isol_3	.0438	.0066385	6.60	0.000	.0307858	.0568142
isol_4	.1116882	.0130591	8.55	0.000	.0860868	.1372896
isol_5	.063615	.0181178	3.51	0.000	.0280965	.0991335
Trjaar_1990_dum	-.8825667	.0097979	-90.08	0.000	-.9017747	-.8633588
Trjaar_1991_dum	-.8335893	.0090614	-91.99	0.000	-.8513535	-.8158252
Trjaar_1992_dum	-.7663948	.0086946	-88.15	0.000	-.7834397	-.7493498
Trjaar_1993_dum	-.6494563	.008484	-76.55	0.000	-.6660885	-.6328241
Trjaar_1994_dum	-.5633017	.0085635	-65.78	0.000	-.5800897	-.5465137
Trjaar_1995_dum	-.4937614	.0078522	-62.88	0.000	-.5091549	-.4783678
Trjaar_1996_dum	-.3979414	.0077004	-51.68	0.000	-.4130374	-.3828454
Trjaar_1997_dum	-.2917029	.0075037	-38.87	0.000	-.3064133	-.2769925
Trjaar_1998_dum	-.2088296	.0074905	-27.88	0.000	-.2235141	-.1941451
Trjaar_1999_dum	-.102173	.0076374	-13.38	0.000	-.1171455	-.0872004
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
BP_voor_1906_dum	-.1787261	.0142985	-12.50	0.000	-.2067571	-.1506951
BP_1906tml1930_dum	-.1657601	.0117535	-14.10	0.000	-.1888019	-.1427184
BP_1931tml1944_dum	-.1089944	.0122981	-8.86	0.000	-.1331038	-.0848851
BP_1945tml1959_dum	-.1290963	.0107078	-12.06	0.000	-.1500882	-.1081045
BP_1960tml1970_dum	-.0937668	.0099467	-9.43	0.000	-.1132665	-.0742671
BP_1971tml1980_dum	-.0780766	.0094653	-8.25	0.000	-.0966327	-.0595206
BP_1981tml1990_dum	-.076097	.008677	-8.77	0.000	-.0931076	-.0590864
BP_1991tml2000_dum	0	(omitted)				
onbiSlecht_dum	-.2987396	.0345049	-8.66	0.000	-.3663836	-.2310956
onbiMatigSl_dum	-.2518956	.0731014	-3.45	0.001	-.3952051	-.1085861
onbiMatig_dum	-.2444686	.0146349	-16.70	0.000	-.2731592	-.2157779
onbiMatigRe_dum	0	(omitted)				
onbiRed_dum	-.140264	.0080687	-17.38	0.000	-.156082	-.1244459
onbiRedGoe_dum	-.0819796	.0166494	-4.92	0.000	-.1146194	-.0493398
onbiGoed_dum	-.045391	.0056049	-8.10	0.000	-.0563789	-.0344031
overstroombd	-.0457258	.0124908	-3.66	0.000	-.0702131	-.0212385
_cons	11.62515	.0179383	648.06	0.000	11.58998	11.66032
wijkcode	F(80, 5194) =		43.121	0.000	(81 categories)	

VIF = 3.30

MAPE = 1,07%

Model 2d) Dummy afstand tot overstroomd gebied

Linear regression, absorbing indicators      Number of obs      =      5,313  
 F( 44, 5188)      =      730.30  
 Prob > F      =      0.0000  
 R-squared      =      0.8750  
 Adj R-squared      =      0.8720  
 Root MSE      =      0.1251

ln_transactiepr~s	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	.0005023	.0000169	29.70	0.000	.0004692	.0005355
inhoud	.000995	.0000272	36.54	0.000	.0009416	.0010484
openh_dum	.0466923	.0055737	8.38	0.000	.0357654	.0576192
garage_dum	.0495753	.0044258	11.20	0.000	.0408989	.0582517
tussenwoning	-.1909549	.0081907	-23.31	0.000	-.2070121	-.1748977
schakelwoning	-.1234992	.0097844	-12.62	0.000	-.1426806	-.1043177
hoekwoning	-.156974	.0080087	-19.60	0.000	-.1726745	-.1412736
lignatuur_dum	.0547511	.0266672	2.05	0.040	.0024721	.1070301
helfvdubbel	-.1069825	.0061649	-17.35	0.000	-.1190683	-.0948968
vrijstaand	0	(omitted)				
isol_1	.0159926	.0053294	3.00	0.003	.0055447	.0264404
isol_2	.0190888	.0058685	3.25	0.001	.0075841	.0305936
isol_3	.0434539	.0066371	6.55	0.000	.0304423	.0564654
isol_4	.1104264	.0130537	8.46	0.000	.0848357	.1360171
isol_5	.0629085	.0181131	3.47	0.001	.0273991	.0984178
Trjaar_1990_dum	-.8841033	.0098016	-90.20	0.000	-.9033185	-.864888
Trjaar_1991_dum	-.8349768	.0090621	-92.14	0.000	-.8527424	-.8172111
Trjaar_1992_dum	-.7670746	.0086927	-88.24	0.000	-.784116	-.7500331
Trjaar_1993_dum	-.6506025	.0084863	-76.66	0.000	-.6672392	-.6339658
Trjaar_1994_dum	-.5642214	.0085649	-65.88	0.000	-.5810122	-.5474306
Trjaar_1995_dum	-.4948151	.007851	-63.03	0.000	-.5102063	-.4794239
Trjaar_1996_dum	-.3985176	.0076978	-51.77	0.000	-.4136086	-.3834267
Trjaar_1997_dum	-.292277	.0075004	-38.97	0.000	-.306981	-.277573
Trjaar_1998_dum	-.2095019	.007488	-27.98	0.000	-.2241816	-.1948221
Trjaar_1999_dum	-.1033442	.007638	-13.53	0.000	-.118318	-.0883704
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
BP_voor_1906_dum	-.1776634	.0143011	-12.42	0.000	-.2056997	-.1496272
BP_1906tml930_dum	-.1657045	.0117616	-14.09	0.000	-.1887622	-.1426468
BP_1931tml944_dum	-.1087701	.0122942	-8.85	0.000	-.1328719	-.0846682
BP_1945tml959_dum	-.1292748	.0107082	-12.07	0.000	-.1502673	-.1082822
BP_1960tml970_dum	-.0932113	.0099714	-9.35	0.000	-.1127593	-.0736632
BP_1971tml980_dum	-.0771526	.0094801	-8.14	0.000	-.0957376	-.0585676
BP_1981tml990_dum	-.0752552	.0087144	-8.64	0.000	-.092339	-.0581713
BP_1991tml2000_dum	0	(omitted)				
onbiSlecht_dum	-.298096	.0344906	-8.64	0.000	-.3657121	-.2304799
onbiMatigSl_dum	-.2551659	.0730695	-3.49	0.000	-.3984129	-.1119189
onbiMatig_dum	-.2435553	.0146266	-16.65	0.000	-.2722297	-.2148809
onbiMatigRe_dum	0	(omitted)				
onbiRed_dum	-.1397712	.0080694	-17.32	0.000	-.1555906	-.1239518
onbiRedGoe_dum	-.0830252	.0166417	-4.99	0.000	-.1156499	-.0504005
onbiGoed_dum	-.045114	.0056046	-8.05	0.000	-.0561013	-.0341266
afstand0	-.0415749	.0144728	-2.87	0.004	-.0699478	-.0132021
afstand100	-.0091494	.0105221	-0.87	0.385	-.0297772	.0114783
afst100t250	-.000876	.0087449	-0.10	0.920	-.0180197	.0162676
afst250t500	.0146374	.007936	1.84	0.065	-.0009206	.0301954
afst500t750	.0128543	.0076941	1.67	0.095	-.0022294	.0279379
afst750t1000	.0140379	.0077609	1.81	0.071	-.0011767	.0292524
afst1000t1250	.010148	.0073115	1.39	0.165	-.0041856	.0244817
afst1250t1500	0	(omitted)				
_cons	11.61866	.0188801	615.39	0.000	11.58165	11.65568
wijkcode	F(80, 5188) =	43.259	0.000		(81 categories)	

VIF = 3.15

MAPE = 1,07%

Model 3a) Dummy overstromingsgebied

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,313
F( 37, 5195)	=	867.75
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8747
Adj R-squared	=	0.8719
Root MSE	=	0.1251

ln_transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	.0005038	.0000169	29.80	0.000	.0004707	.0005369
inhoud	.0009967	.0000272	36.63	0.000	.0009434	.0010501
openh_dum	.0470239	.0055669	8.45	0.000	.0361105	.0579373
garage_dum	.0488772	.0044212	11.06	0.000	.0402097	.0575447
tussenwoning	-.1915532	.008182	-23.41	0.000	-.2075934	-.1755131
schakelwoning	-.124147	.0097759	-12.70	0.000	-.1433119	-.1049821
hoekwoning	-.156997	.0080006	-19.62	0.000	-.1726815	-.1413125
helfvdubbel	-.1064391	.0061486	-17.31	0.000	-.1184929	-.0943852
vrijstaand	0	(omitted)				
isol_1	.0159099	.0053277	2.99	0.003	.0054654	.0263544
isol_2	.0195686	.0058672	3.34	0.001	.0080664	.0310708
isol_3	.0444177	.0066319	6.70	0.000	.0314165	.057419
isol_4	.1124401	.0130503	8.62	0.000	.086856	.1380242
isol_5	.0653592	.0181052	3.61	0.000	.0298653	.1008531
Trjaar_1990_dum	-.8844607	.0097753	-90.48	0.000	-.9036245	-.8652969
Trjaar_1991_dum	-.8347212	.00904	-92.34	0.000	-.8524435	-.8169989
Trjaar_1992_dum	-.7679955	.0086744	-88.54	0.000	-.7850009	-.75099
Trjaar_1993_dum	-.6503183	.0084643	-76.83	0.000	-.666912	-.6337247
Trjaar_1994_dum	-.5632725	.0085423	-65.94	0.000	-.580019	-.5465261
Trjaar_1995_dum	-.4940332	.0078327	-63.07	0.000	-.5093887	-.4786777
Trjaar_1996_dum	-.3994074	.0076894	-51.94	0.000	-.414482	-.3843329
Trjaar_1997_dum	-.2921275	.0074884	-39.01	0.000	-.3068079	-.2774471
Trjaar_1998_dum	-.2087749	.0074834	-27.90	0.000	-.2234455	-.1941043
Trjaar_1999_dum	-.102639	.0076264	-13.46	0.000	-.1175898	-.0876881
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
BP_voor_1906_dum	-.1821718	.0142358	-12.80	0.000	-.2100799	-.1542637
BP_1906tml930_dum	-.1670542	.0117429	-14.23	0.000	-.1900753	-.1440332
BP_1931tml944_dum	-.110252	.0122894	-8.97	0.000	-.1343444	-.0861596
BP_1945tml959_dum	-.1302127	.0107045	-12.16	0.000	-.151198	-.1092275
BP_1960tml970_dum	-.096583	.0099678	-9.69	0.000	-.1161241	-.0770419
BP_1971tml980_dum	-.0787607	.0094618	-8.32	0.000	-.0973098	-.0602117
BP_1981tml990_dum	-.0762307	.008672	-8.79	0.000	-.0932316	-.0592299
BP_1991tm2000_dum	0	(omitted)				
onbiSlecht_dum	-.2953768	.0344773	-8.57	0.000	-.3629668	-.2277868
onbiMatigSl_dum	-.2493755	.0730623	-3.41	0.001	-.3926083	-.1061426
onbiMatig_dum	-.2441861	.0146248	-16.70	0.000	-.2728568	-.2155154
onbiMatigRe_dum	0	(omitted)				
onbiRed_dum	-.1398945	.0080648	-17.35	0.000	-.1557048	-.1240842
onbiRedGoe_dum	-.0820025	.0166392	-4.93	0.000	-.1146224	-.0493826
onbiGoed_dum	-.0448478	.0056035	-8.00	0.000	-.055833	-.0338625
Inoverstromingsgebiedkanszeer	-.0247425	.0052131	-4.75	0.000	-.0349623	-.0145227
_cons	11.63281	.0180424	644.75	0.000	11.59744	11.66818
wijkcode	F(80, 5195) =		44.316	0.000	(81 categories)	

VIF = 3.38

MAPE = 1,08%

Model 3c) DID overstromingsgebied x periode (3 maanden vertraging)

Linear regression, absorbing indicators      Number of obs      =      5,313  
 F( 39, 5193)      =      826.39  
 Prob > F      =      0.0000  
 R-squared      =      0.8752  
 Adj R-squared      =      0.8723  
 Root MSE      =      0.1249

ln_transactiepr~s	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	.0005035	.0000169	29.83	0.000	.0004704	.0005366
inhoud	.001002	.0000272	36.82	0.000	.0009486	.0010553
openh_dum	.0465205	.0055592	8.37	0.000	.0356221	.0574189
garage_dum	.0489289	.0044142	11.08	0.000	.0402752	.0575826
tussenwoning	-.1905868	.0081743	-23.32	0.000	-.2066118	-.1745618
schakelwoning	-.1224801	.0097682	-12.54	0.000	-.1416299	-.1033303
hoekwoning	-.1567207	.0079883	-19.62	0.000	-.1723811	-.1410603
helfvdubbel	-.1058451	.0061408	-17.24	0.000	-.1178835	-.0938066
vrijstaand	0	(omitted)				
isol_1	.015603	.0053196	2.93	0.003	.0051744	.0260316
isol_2	.0197346	.0058579	3.37	0.001	.0082506	.0312187
isol_3	.0444245	.0066214	6.71	0.000	.0314437	.0574052
isol_4	.1089928	.0130607	8.35	0.000	.0833884	.1345973
isol_5	.0622544	.0180922	3.44	0.001	.0267861	.0977228
Trjaar_1990_dum	-.8772969	.0100333	-87.44	0.000	-.8969664	-.8576275
Trjaar_1991_dum	-.8268946	.0093915	-88.05	0.000	-.8453059	-.8084833
Trjaar_1992_dum	-.7605187	.0090068	-84.44	0.000	-.7781759	-.7428616
Trjaar_1993_dum	-.6423038	.0088716	-72.40	0.000	-.6596958	-.6249118
Trjaar_1994_dum	-.5503352	.0091672	-60.03	0.000	-.5683068	-.5323636
Trjaar_1995_dum	-.4908516	.0078874	-62.23	0.000	-.5063142	-.475389
Trjaar_1996_dum	-.4000883	.0076789	-52.10	0.000	-.4151423	-.3850344
Trjaar_1997_dum	-.2928428	.0074784	-39.16	0.000	-.3075036	-.278182
Trjaar_1998_dum	-.2097569	.0074754	-28.06	0.000	-.2244119	-.195102
Trjaar_1999_dum	-.102951	.0076145	-13.52	0.000	-.1178786	-.0880235
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
BP_voor_1906_dum	-.1821365	.0142129	-12.81	0.000	-.2099997	-.1542734
BP_1906tml930_dum	-.1674047	.0117243	-14.28	0.000	-.1903892	-.1444201
BP_1931tml944_dum	-.1109584	.012271	-9.04	0.000	-.1350148	-.086902
BP_1945tml959_dum	-.1304059	.0106892	-12.20	0.000	-.1513613	-.1094506
BP_1960tml970_dum	-.0969601	.0099523	-9.74	0.000	-.1164709	-.0774494
BP_1971tml980_dum	-.0791657	.0094485	-8.38	0.000	-.0976887	-.0606426
BP_1981tml990_dum	-.0759418	.0086635	-8.77	0.000	-.0929258	-.0589577
BP_1991tm2000_dum	0	(omitted)				
onbiSlecht_dum	-.2971288	.0344252	-8.63	0.000	-.3646166	-.229641
onbiMatigS1_dum	-.2501604	.072945	-3.43	0.001	-.3931633	-.1071575
onbiMatig_dum	-.2455074	.0146044	-16.81	0.000	-.2741382	-.2168766
onbiMatigRe_dum	0	(omitted)				
onbiRed_dum	-.1402389	.0080546	-17.41	0.000	-.1560292	-.1244486
onbiRedGoe_dum	-.082723	.0166141	-4.98	0.000	-.1152937	-.0501523
onbiGoed_dum	-.0456283	.0055984	-8.15	0.000	-.0566035	-.0346531
overgebvoor93m3	-.0398456	.0079969	-4.98	0.000	-.0555228	-.0241683
overgebxa93m3	-.0573811	.0117813	-4.87	0.000	-.0804775	-.0342847
overgebxa95m3	-.0136494	.0058837	-2.32	0.020	-.025184	-.0021149
_cons	11.62832	.0180617	643.81	0.000	11.59292	11.66373
wijkcode		F(80, 5193) =	44.373	0.000	(81 categories)	

VIF = 3.30

MAPE = 1,08%

Model 3d1) DID overstromingsgebied x jaar / periode (enkel significant)

Linear regression, absorbing indicators      Number of obs      =      5,313  
 F( 41, 5191)      =      789.75  
 Prob > F      =      0.0000  
 R-squared      =      0.8757  
 Adj R-squared      =      0.8728  
 Root MSE      =      0.1247

ln_transactiepr~s	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	.0005042	.0000168	29.93	0.000	.0004712	.0005372
inhoud	.0010056	.0000271	37.07	0.000	.0009525	.0010588
openh_dum	.0458104	.0055518	8.25	0.000	.0349265	.0566943
garage_dum	.0488808	.0044056	11.10	0.000	.0402439	.0575177
tussenwoning	-.1885817	.0081498	-23.14	0.000	-.2045587	-.1726047
schakelwoning	-.1214534	.0097434	-12.47	0.000	-.1405544	-.1023523
hoekwoning	-.1549929	.0079737	-19.44	0.000	-.1706247	-.1393611
lignatuur_dum	.0523705	.0265634	1.97	0.049	.0002951	.1044458
helfvdubbel	-.1046968	.0061255	-17.09	0.000	-.1167052	-.0926883
vrijstaand	0 (omitted)					
isol_1	.015676	.005309	2.95	0.003	.0052681	.026084
isol_2	.0197447	.0058465	3.38	0.001	.0082832	.0312062
isol_3	.0441342	.0066129	6.67	0.000	.0311702	.0570983
isol_4	.1069485	.0130305	8.21	0.000	.0814032	.1324938
isol_5	.0563784	.0180949	3.12	0.002	.0209048	.0918519
Trjaar_1990_dum	-.8741033	.0099798	-87.59	0.000	-.8936678	-.8545387
Trjaar_1991_dum	-.8236118	.0093326	-88.25	0.000	-.8419076	-.805316
Trjaar_1992_dum	-.7572567	.008946	-84.65	0.000	-.7747946	-.7397188
Trjaar_1993_dum	-.6389674	.0088057	-72.56	0.000	-.6562303	-.6217045
Trjaar_1994_dum	-.5474924	.0091125	-60.08	0.000	-.5653568	-.529628
Trjaar_1995_dum	-.4899317	.0078846	-62.14	0.000	-.5053888	-.4744746
Trjaar_1996_dum	-.3877215	.0084328	-45.98	0.000	-.4042533	-.3711898
Trjaar_1997_dum	-.2928021	.0074742	-39.18	0.000	-.3074546	-.2781495
Trjaar_1998_dum	-.2101377	.007462	-28.16	0.000	-.2247664	-.195509
Trjaar_1999_dum	-.1149133	.0084557	-13.59	0.000	-.13149	-.0983366
Trjaar_2000_dum	0 (omitted)					
BP_voor_1906_dum	-.1852856	.0141986	-13.05	0.000	-.2131208	-.1574505
BP_1906tml930_dum	-.1680669	.011703	-14.36	0.000	-.1910097	-.1451241
BP_1931tml944_dum	-.1122865	.0122529	-9.16	0.000	-.1363073	-.0882657
BP_1945tml959_dum	-.1311236	.0106704	-12.29	0.000	-.1520421	-.1102051
BP_1960tml970_dum	-.0966594	.0099188	-9.75	0.000	-.1161045	-.0772143
BP_1971tml980_dum	-.0798513	.009432	-8.47	0.000	-.098342	-.0613606
BP_1981tml990_dum	-.0767092	.0086486	-8.87	0.000	-.0936641	-.0597544
BP_1991tml2000_dum	0 (omitted)					
onbiSlecht_dum	-.300345	.034361	-8.74	0.000	-.367707	-.2329831
onbiMatigS1_dum	-.2605187	.0728599	-3.58	0.000	-.4033547	-.1176826
onbiMatig_dum	-.2441521	.0145783	-16.75	0.000	-.2727318	-.2155724
onbiMatigRe_dum	0 (omitted)					
onbiRed_dum	-.140594	.0080378	-17.49	0.000	-.1563515	-.1248365
onbiRedGoe_dum	-.0820436	.016584	-4.95	0.000	-.1145552	-.049532
onbiGoed_dum	-.0456768	.0055862	-8.18	0.000	-.056628	-.0347256
overgebxvoor93m3	-.0346752	.0077364	-4.48	0.000	-.0498417	-.0195087
overgebxna93m3	-.0514565	.0115167	-4.47	0.000	-.074034	-.028879
overgebxtrans96	-.0391185	.0117055	-3.34	0.001	-.0620662	-.0161708
overgebxtrans99	.0408519	.0121683	3.36	0.001	.016997	.0647068
_cons	11.62147	.0178326	651.70	0.000	11.58651	11.65642
wijkcode	F(80, 5191) =		44.408	0.000	(81 categories)	

VIF = 3.21

MAPE = 1,07%

Model 4a) Waterstand bij overstroming

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,313
F( 37, 5195)	=	865.02
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8744
Adj R-squared	=	0.8716
Root MSE	=	0.1253

ln_transactiepr~s	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	.0005024	.0000169	29.69	0.000	.0004693	.0005356
inhoud	.0009987	.0000272	36.65	0.000	.0009453	.0010521
openh_dum	.0468047	.0055743	8.40	0.000	.0358767	.0577326
garage_dum	.0489285	.0044275	11.05	0.000	.0402487	.0576083
tussenwoning	-.1907696	.0081916	-23.29	0.000	-.2068287	-.1747106
schakelwoning	-.1231662	.0097864	-12.59	0.000	-.1423517	-.1039807
hoekwoning	-.1566539	.0080114	-19.55	0.000	-.1723596	-.1409483
helfvdubbel	-.1062215	.0061583	-17.25	0.000	-.1182944	-.0941485
vrijstaand	0	(omitted)				
isol_1	.0157397	.0053349	2.95	0.003	.0052809	.0261984
isol_2	.0192445	.0058752	3.28	0.001	.0077266	.0307623
isol_3	.044083	.0066405	6.64	0.000	.0310649	.0571012
isol_4	.1122362	.0130684	8.59	0.000	.0866168	.1378557
isol_5	.0649344	.0181295	3.58	0.000	.0293929	.1004755
Trjaar_1990_dum	-.8840522	.0097885	-90.32	0.000	-.9032418	-.8648625
Trjaar_1991_dum	-.8350245	.0090524	-92.24	0.000	-.852771	-.8172781
Trjaar_1992_dum	-.7678979	.0086863	-88.40	0.000	-.7849267	-.7508692
Trjaar_1993_dum	-.6501669	.0084767	-76.70	0.000	-.6667849	-.633549
Trjaar_1994_dum	-.5634748	.0085537	-65.87	0.000	-.5802437	-.5467055
Trjaar_1995_dum	-.4943371	.0078432	-63.03	0.000	-.5097132	-.4789611
Trjaar_1996_dum	-.3989443	.007699	-51.82	0.000	-.4140375	-.383851
Trjaar_1997_dum	-.2926031	.0074984	-39.02	0.000	-.3073031	-.277903
Trjaar_1998_dum	-.209057	.0074932	-27.90	0.000	-.2237469	-.1943672
Trjaar_1999_dum	-.1026181	.007637	-13.44	0.000	-.1175899	-.0876464
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
BP_voor_1906_dum	-.1821377	.0142552	-12.78	0.000	-.210084	-.1541915
BP_1906tml1930_dum	-.1669495	.0117597	-14.20	0.000	-.1900035	-.1438955
BP_1931tml1944_dum	-.1101827	.0123143	-8.95	0.000	-.1343239	-.0860415
BP_1945tml1959_dum	-.1301474	.0107276	-12.13	0.000	-.151178	-.1091165
BP_1960tml1970_dum	-.0954647	.0099899	-9.56	0.000	-.1150491	-.0758803
BP_1971tml1980_dum	-.0787754	.009486	-8.30	0.000	-.0973719	-.060179
BP_1981tml1990_dum	-.0772188	.0086933	-8.88	0.000	-.0942614	-.0601762
BP_1991tml2000_dum	0	(omitted)				
onbiSlecht_dum	-.2945601	.0345286	-8.53	0.000	-.3622508	-.2268695
onbiMatigSl_dum	-.2516633	.0731592	-3.44	0.001	-.3950861	-.1082405
onbiMatig_dum	-.2448124	.0146486	-16.71	0.000	-.2735299	-.2160949
onbiMatigRe_dum	0	(omitted)				
onbiRed_dum	-.1406179	.008075	-17.41	0.000	-.1564482	-.1247876
onbiRedGoe_dum	-.0820967	.0166624	-4.93	0.000	-.114762	-.0494315
onbiGoed_dum	-.0454628	.0056091	-8.11	0.000	-.0564591	-.0344666
Diepte	-.0095504	.0033021	-2.89	0.004	-.0160239	-.0030769
_cons	11.62815	.0180541	644.07	0.000	11.59276	11.66355
wijkcode	F(80, 5195) =		44.021	0.000	(81 categories)	

VIF = 3.37

MAPE = 1,07%



Model 5a) Dummy overstroomd, dummy overstromingsgebied

Linear regression, absorbing indicators      Number of obs      =      5,313  
 F( 38, 5194)      =      846.10  
 Prob > F      =      0.0000  
 R-squared      =      0.8749  
 Adj R-squared      =      0.8721  
 Root MSE      =      0.1250

ln_transactieprijs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	.0005038	.0000169	29.82	0.000	.0004707	.0005369
inhoud	.0009938	.0000272	36.51	0.000	.0009404	.0010471
openh_dum	.04759	.0055676	8.55	0.000	.0366751	.0585048
garage_dum	.049169	.00442	11.12	0.000	.0405039	.057834
tussenwoning	-.1921102	.0081798	-23.49	0.000	-.2081461	-.1760743
schakelwoning	-.1247178	.0097725	-12.76	0.000	-.143876	-.1055596
hoekwoning	-.1573866	.0079972	-19.68	0.000	-.1730645	-.1417087
helfvdubbel	-.1072307	.0061521	-17.43	0.000	-.1192915	-.0951699
vrijstaand	0	(omitted)				
isol_1	.0160577	.0053248	3.02	0.003	.0056188	.0264965
isol_2	.0195439	.0058638	3.33	0.001	.0080485	.0310394
isol_3	.0444684	.006628	6.71	0.000	.0314747	.057462
isol_4	.1119928	.0130437	8.59	0.000	.0864216	.1375639
isol_5	.0647666	.0180959	3.58	0.000	.029291	.1002422
Trjaar_1990_dum	-.8840781	.0097706	-90.48	0.000	-.9032327	-.8649236
Trjaar_1991_dum	-.8345833	.0090349	-92.37	0.000	-.8522954	-.8168711
Trjaar_1992_dum	-.7675239	.0086711	-88.52	0.000	-.7845229	-.7505249
Trjaar_1993_dum	-.6502936	.0084593	-76.87	0.000	-.6668775	-.6337097
Trjaar_1994_dum	-.5638447	.0085399	-66.02	0.000	-.5805865	-.5471029
Trjaar_1995_dum	-.4943861	.0078292	-63.15	0.000	-.5097347	-.4790375
Trjaar_1996_dum	-.3991972	.0076853	-51.94	0.000	-.4142636	-.3841307
Trjaar_1997_dum	-.2922312	.0074841	-39.05	0.000	-.3069032	-.2775593
Trjaar_1998_dum	-.2089002	.0074791	-27.93	0.000	-.2235624	-.194238
Trjaar_1999_dum	-.1026484	.0076219	-13.47	0.000	-.1175904	-.0877063
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
BP_voor_1906_dum	-.1789369	.0142788	-12.53	0.000	-.2069294	-.1509444
BP_1906tml1930_dum	-.1662178	.0117402	-14.16	0.000	-.1892334	-.1432021
BP_1931tml1944_dum	-.1097701	.0122835	-8.94	0.000	-.1338509	-.0856893
BP_1945tml1959_dum	-.130019	.0106984	-12.15	0.000	-.1509924	-.1090456
BP_1960tml1970_dum	-.0964073	.0099622	-9.68	0.000	-.1159373	-.0768773
BP_1971tml1980_dum	-.0788592	.0094563	-8.34	0.000	-.0973974	-.0603209
BP_1981tml1990_dum	-.0763023	.008667	-8.80	0.000	-.0932931	-.0593114
BP_1991tml2000_dum	0	(omitted)				
onbiSlecht_dum	-.297554	.0344666	-8.63	0.000	-.365123	-.2299849
onbiMatigSl_dum	-.2497811	.0730194	-3.42	0.001	-.3929298	-.1066325
onbiMatig_dum	-.2447718	.0146178	-16.74	0.000	-.2734288	-.2161148
onbiMatigRe_dum	0	(omitted)				
onbiRed_dum	-.1399124	.00806	-17.36	0.000	-.1557134	-.1241114
onbiRedGoe_dum	-.0819353	.0166294	-4.93	0.000	-.114536	-.0493346
onbiGoed_dum	-.0447851	.0056002	-8.00	0.000	-.055764	-.0338063
overstroomd	-.0342209	.0128133	-2.67	0.008	-.0593404	-.0091013
Inoverstromingsgebiedkanszeer	-.0214844	.0053509	-4.02	0.000	-.0319744	-.0109943
_cons	11.6345	.0180429	644.82	0.000	11.59913	11.66988
wijkcode	F(80, 5194) =		43.221	0.000	(81 categories)	

VIF = 3.32

MAPE = 1,07%

Model 5d1) Interactie overstromingsgebied x jaar / periode + dummy overstromingsgebied

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,313
F( 41, 5191)	=	791.01
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8759
Adj R-squared	=	0.8730
Root MSE	=	0.1246

ln_transactiepr <sub>s</sub>	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	.0005043	.0000168	29.95	0.000	.0004713	.0005373
inhoud	.0010006	.0000271	36.87	0.000	.0009474	.0010538
openh_dum	.046814	.00555	8.43	0.000	.0359337	.0576942
garage_dum	.0493286	.0044034	11.20	0.000	.0406962	.0579611
tussenwoning	-.189619	.0081488	-23.27	0.000	-.205594	-.173644
schakelwoning	-.1221788	.0097398	-12.54	0.000	-.141273	-.1030846
hoekwoning	-.1557181	.0079702	-19.54	0.000	-.171343	-.1400932
helfvdubbel	-.1059573	.0061299	-17.29	0.000	-.1179744	-.0939401
vrijstaand	0	(omitted)				
isol_1	.0158257	.0053057	2.98	0.003	.0054243	.026227
isol_2	.0197656	.0058424	3.38	0.001	.008312	.0312192
isol_3	.0446045	.0066053	6.75	0.000	.0316554	.0575536
isol_4	.1068608	.0130215	8.21	0.000	.0813331	.1323885
isol_5	.0560707	.0180824	3.10	0.002	.0206216	.0915199
Trjaar_1990_dum	-.8755906	.0099593	-87.92	0.000	-.895115	-.8560662
Trjaar_1991_dum	-.8253587	.0093151	-88.60	0.000	-.8436201	-.8070972
Trjaar_1992_dum	-.7584708	.0089288	-84.95	0.000	-.7759749	-.7409666
Trjaar_1993_dum	-.6408019	.0087914	-72.89	0.000	-.6580367	-.6235672
Trjaar_1994_dum	-.5493506	.0090992	-60.37	0.000	-.5671888	-.5315124
Trjaar_1995_dum	-.491233	.0078664	-62.45	0.000	-.5066545	-.4758115
Trjaar_1996_dum	-.3890005	.0084228	-46.18	0.000	-.4055128	-.3724882
Trjaar_1997_dum	-.2936585	.0074577	-39.38	0.000	-.3082788	-.2790383
Trjaar_1998_dum	-.2106002	.0074536	-28.25	0.000	-.2252123	-.1959881
Trjaar_1999_dum	-.1165181	.0084494	-13.79	0.000	-.1330824	-.0999537
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
BP_voor_1906_dum	-.1806556	.0142323	-12.69	0.000	-.208557	-.1527543
BP_1906tml930_dum	-.1667735	.0116967	-14.26	0.000	-.1897039	-.1438431
BP_1931tml944_dum	-.1111038	.0122384	-9.08	0.000	-.1350962	-.0871114
BP_1945tml959_dum	-.1305735	.0106602	-12.25	0.000	-.1514719	-.1096751
BP_1960tml970_dum	-.0964314	.0099102	-9.73	0.000	-.1158595	-.0770032
BP_1971tml980_dum	-.0796226	.0094221	-8.45	0.000	-.0980939	-.0611514
BP_1981tml990_dum	-.0769695	.0086428	-8.91	0.000	-.093913	-.0600259
BP_1991tm2000_dum	0	(omitted)				
onbiSlecht_dum	-.3031922	.034346	-8.83	0.000	-.3705249	-.2358595
onbiMatigSl_dum	-.2620638	.0728097	-3.60	0.000	-.4048015	-.119326
onbiMatig_dum	-.245058	.0145697	-16.82	0.000	-.2736208	-.2164952
onbiMatigRe_dum	0	(omitted)				
onbiRed_dum	-.1406451	.0080321	-17.51	0.000	-.1563913	-.1248989
onbiRedGoe_dum	-.0815562	.0165719	-4.92	0.000	-.1140441	-.0490683
onbiGoed_dum	-.0454811	.0055826	-8.15	0.000	-.0564253	-.0345369
overgebvoor93m3	-.0318328	.0077845	-4.09	0.000	-.0470937	-.016572
overgebvna93m3	-.0509638	.0115102	-4.43	0.000	-.0735287	-.0283989
overgebvtrans96	-.0363717	.0117288	-3.10	0.002	-.0593652	-.0133783
overgebvtrans99	.0441599	.0122025	3.62	0.000	.0202379	.068082
overstroombd	-.0416912	.0125691	-3.32	0.001	-.0663319	-.0170505
_cons	11.62598	.0178547	651.14	0.000	11.59098	11.66099
wijkcode	F(80, 5191) =		43.555	0.000	(81 categories)	

VIF = 3.22

Mape = 1,07%

Model 6a) Risicomodel kans x effect

Linear regression, absorbing indicators

Number of obs	=	5,313
F( 39, 5193)	=	822.05
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8746
Adj R-squared	=	0.8717
Root MSE	=	0.1252

ln_transactiepr~s	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
perceel	.0005044	.000017	29.75	0.000	.0004711	.0005376
inhoud	.0010006	.0000272	36.73	0.000	.0009472	.001054
openh_dum	.0468668	.0055745	8.41	0.000	.0359383	.0577952
garage_dum	.0493022	.0044249	11.14	0.000	.0406276	.0579768
tussenwoning	-.1906996	.0081846	-23.30	0.000	-.2067448	-.1746543
schakelwoning	-.1241471	.0097845	-12.69	0.000	-.1433289	-.1049653
hoekwoning	-.1567621	.0080065	-19.58	0.000	-.1724583	-.1410659
lignatuur_dum	.0530848	.0266885	1.99	0.047	.000764	.1054055
helfvdubbel	-.1067463	.0061621	-17.32	0.000	-.1188266	-.0946661
vrijstaand	0	(omitted)				
isol_1	.0161339	.0053336	3.02	0.002	.0056778	.02659
isol_2	.0195432	.0058727	3.33	0.001	.0080302	.0310562
isol_3	.0441069	.0066418	6.64	0.000	.0310861	.0571277
isol_4	.1122878	.0130593	8.60	0.000	.0866861	.1378895
isol_5	.0642818	.0181271	3.55	0.000	.028745	.0998186
Trjaar_1990_dum	-.8827101	.0097985	-90.09	0.000	-.9019193	-.8635009
Trjaar_1991_dum	-.8338309	.009063	-92.00	0.000	-.8515981	-.8160637
Trjaar_1992_dum	-.7668409	.008694	-88.20	0.000	-.7838847	-.7497971
Trjaar_1993_dum	-.6493608	.0084866	-76.52	0.000	-.6659982	-.6327235
Trjaar_1994_dum	-.5627347	.0085655	-65.70	0.000	-.5795267	-.5459428
Trjaar_1995_dum	-.4935921	.0078559	-62.83	0.000	-.5089929	-.4781913
Trjaar_1996_dum	-.3981194	.0077016	-51.69	0.000	-.4132178	-.383021
Trjaar_1997_dum	-.2914372	.0075057	-38.83	0.000	-.3061516	-.2767228
Trjaar_1998_dum	-.2088604	.0074936	-27.87	0.000	-.2235509	-.1941698
Trjaar_1999_dum	-.1023131	.007641	-13.39	0.000	-.1172926	-.0873336
Trjaar_2000_dum	0	(omitted)				
BP_voor_1906_dum	-.1783278	.0143093	-12.46	0.000	-.2063802	-.1502755
BP_1906tml1930_dum	-.1660609	.0117529	-14.13	0.000	-.1891016	-.1430203
BP_1931tml1944_dum	-.1086639	.0123014	-8.83	0.000	-.1327799	-.0845479
BP_1945tml1959_dum	-.128469	.0107113	-11.99	0.000	-.1494676	-.1074704
BP_1960tml1970_dum	-.0932868	.0099531	-9.37	0.000	-.1127991	-.0737745
BP_1971tml1980_dum	-.0772714	.0094687	-8.16	0.000	-.0958341	-.0587087
BP_1981tml1990_dum	-.0754077	.008681	-8.69	0.000	-.0924261	-.0583893
BP_1991tml2000_dum	0	(omitted)				
onbiSlecht_dum	-.2985969	.0345093	-8.65	0.000	-.3662497	-.2309441
onbiMatigSl_dum	-.2511014	.0731166	-3.43	0.001	-.3944407	-.1077621
onbiMatig_dum	-.2443239	.0146357	-16.69	0.000	-.273016	-.2156317
onbiMatigRe_dum	0	(omitted)				
onbiRed_dum	-.1398628	.0080744	-17.32	0.000	-.1556921	-.1240334
onbiRedGoe_dum	-.0833613	.016656	-5.00	0.000	-.1160141	-.0507086
onbiGoed_dum	-.045614	.0056063	-8.14	0.000	-.0566047	-.0346232
risico3	-.0000807	.0000965	-0.84	0.403	-.0002699	.0001086
risico1	-.0007873	.0002168	-3.63	0.000	-.0012123	-.0003623
_cons	11.62323	.0179136	648.85	0.000	11.58812	11.65835
wijkcode	F(80, 5193) =		43.123	0.000	(81 categories)	

VIF = 3.25

MAPE = 1,07%

---

## Bijlage VIII Vragenlijst interviews

### **Makelaars / hypotheekadviseurs**

Hoe lang in functie?

Welk gebied?

Is dit gebied in het verleden getroffen door overstroming?

Houden mensen rekening met overstromingsrisico?

Verandert dit gedurende de tijd?

Wat is het effect van overstroming op prijs van woningen?

Is overstromingsrisico iets waar banken / hypotheekverstrekkers rekening mee houden?

Verandert dit gedurende de tijd?

Was hetzelfde zichtbaar 93 / 95?

Breng jij overstromingsrisico onder de aandacht bij klanten?

Wie is verantwoordelijk?

Zou dit moeten veranderen?

Hoe zou dit verbeterd kunnen worden?

### **Verzekeraar**

Hoe lang in functie?

Welk gebied?

Is overstromingsrisico voor particulieren te verzekeren?

In buitenland wel, idee waarom in NL niet?

Is dit iets waar verzekeraar naar kijkt?

Krijg je hier wel eens vragen over?

Wat zou premie zijn voor een verzekering?

### **Waterschap**

Hoe lang in functie?

Hoe betrokken zijn inwoners bij maatregelen die getroffen worden?

Houden mensen rekening met overstromingsrisico?

Is dit veranderd sinds medio 2021?

Was hetzelfde zichtbaar 93 / 95?

Houdt je zelf rekening mee?

Wie is verantwoordelijk?

Zou dit moeten veranderen?

Hoe zou dit verbeterd kunnen worden?