Is de markt bereid te betalen voor een energiezuinige woning?

Onderzoek naar de waarde van energielabels in relatie tot de kosten van een labelsprong

Naam auteur:	**Daniël de Jong**
Collegekaartnummer:	**9411771**
Inleverdatum laatste versie:	**22 april 2012**
Opleiding:	**Bedrijfseconomie**
Afstudeervariant:	**Finance**
Faculteit:	**FEB**
Universiteit:	**Universiteit van Amsterdam**
Naam 1ste Beoordelaar:	**Dhr. Prof. Dr. J.B.S. Conijn**
Naam 2de Beoordelaar:	**Dhr. Dr. E.R. de Wit**

VOORWOORD

Voor u ligt mijn master thesis die is geschreven ter afronding van de studie Bedrijfseconomie specialisatie Finance aan de Universiteit van Amsterdam. Het was een lange tocht.

Een eerdere poging tot het schrijven van de master thesis strandde helaas door een gebrek aan binding met het gekozen onderwerp. Mijn werkzaamheden bij woningcorporaties brachten mij in aanraking met vastgoed. Een onderwerp dat mij zeer boeit en mij verleidde de niet afgeronde studie weer op te pakken. De vastgoedgerelateerde Finance vakken boden mij nieuw mogelijkheden. En de inspirerende colleges maakten van mij weer een enthousiaste en gemotiveerde student.

Tijdens mijn werk ondervind ik dat energie een steeds prominentere rol inneemt in het vastgoed. Geregeld spreek ik met collegae over projecten waarin energieprestaties centraal staan. Daarnaast voel ik me betrokken bij het milieu. Bij het zoeken naar een onderwerp kwam ik daarom uit op de waarde van energieprestaties van woningen. Met veel enthousiasme en plezier heb ik de afgelopen maanden gewerkt aan deze thesis.

Mijn dank gaat uit naar mijn begeleider de heer Johan Conijn. Zijn betrokkenheid en flexibiliteit creëerden voor mij een vruchtbare werkomgeving. Hartelijk dank voor de deskundige en enthousiaste begeleiding.

Daarnaast een woord van dank aan mijn werkgever, Eigen Haard, die mij de gelegenheid heeft geboden mijn studie af te ronden. En ook aan mijn collegae die mij, tijdens de drukste periode van het jaar, vele dagen hebben moeten missen.

Lieve mam, hartelijk dank voor je begrip en al die keren dat je op Lisanne hebt gepast. Lieve pap, helaas heb je mijn afstuderen niet meer mogen meemaken. Maar met jouw doorzettingsvermogen als voorbeeld ben ik de moeilijke momenten door gekomen.

Deze thesis was niet tot stand gekomen zonder mijn lieve vrouw Daniëlle. De afgelopen maanden heb je de zorg voor onze dochter en het huishouden grotendeels alleen moeten doen. Lieve Daan, dankzij jouw steun, geduld en liefde ben ik zover gekomen. Ook onze dochter Lisanne heeft een grote bijdrage geleverd. Met je vrolijke lach bracht je weer zonneschijn in mijn wereld als ik het even niet meer zag zitten. Daarnaast wist je, terwijl je nog geen jaar oud bent, dat goede nachtrust belangrijk voor me was. Je bent de beste dochter die een vader zich kan wensen. Vanaf nu ben ik weer volledig van jullie.

Daniël de Jong

INHOUDSOPGAVE

1 INTRODUCTIE 1

1.1 INLEIDING 1
1.2 AANLEIDING 1
1.3 ONDERWERP 2
1.4 VRAAGSTELLING 3
1.5 ONDERZOEKSKADER 4
1.6 RELEVANTIE 4
1.7 STRUCTUUR ONDERZOEK 5

2 LITERATUUR REVIEW 7

2.1 INLEIDING 7
2.2 STANDPUNT WOONCONSUMENT OVER WAARDE ENERGIEPRESTATIE WONING 7
2.3 IMPACT ENERGIEPRESTATIE OP DE MARKTWAARDE VAN WONINGEN 9
2.3.1 Kapitalisatie 9
2.3.2 Regressie analyse 10
2.3.3 Regressie analyse Nederlands markt 14
2.4 SAMENVATTING 16

3 ONDERZOEKSMETHODIEK 19

3.1 INLEIDING 19
3.2 HET BASIS HEDONISCHE REGRESSIEMODEL 19
3.3 HISTORIE HEDONISCHE PRIJSTHEORIE 21
3.4 HET OPSTELLEN VAN EEN HEDONISCH REGRESSIE MODEL 22
3.5 AANDACHTSPUNTEN 27
3.6 SAMENVATTING 28

4 INDICATOR ENERGIEPRESTATIE EN KOSTEN BETERE ENERGIEPRESTATIE 31

4.1 INLEIDING 31
4.2 INDICATOR ENERGIEPRESTATIE 31
4.2.1 Energielabel 31
4.2.2 Energie-index 32
4.2.3 Wet- en regelgeving 33
4.3 KOPPELEN BETERE ENERGIEPRESTATIES AAN INVESTERINGEN 33
4.3.1 Voorbeeldwoningen 2011 34
4.3.2 Type voorbeeldwoningen 34
4.3.3 Informatie per type voorbeeldwoning 35

4.3.4 Investeringsbedrag per labelsprong *37*
4.5 SAMENVATTING 37
5 BESCHRIJVING REGRESSIEMODELLEN EN DATABASE 39
5.1 INLEIDING 39
5.2 BESCHRIJVING REGRESSIEMODEL 39
5.2.1 Opbouw regressiemodel *39*
5.2.2 Basis regressiemodel *41*
5.2.3 Regressie analyse *41*
5.4 BESCHRIJVING DATABASE 42
5.4.1 Database NVM *42*
5.4.2 Database Agentschap NL *43*
5.4.3 Database onderzoek *44*
5.4.3.1 Bewerkingen database 44
5.4.4.2 Beschrijving database 46
5.4 SAMENVATTING 46
6 RESULTATEN HEDONISCHE REGRESSIE ANALYSE 49
6.1 INLEIDING 49
6.2 RESULTATEN FASE 1: HET EFFECT VAN EEN SPECIFIEK ENERGIELABEL 49
6.3 RESULTATEN FASE 2: HET EFFECT VAN EEN ENERGIELABEL PER REFERENTIEGROEP 51
6.3.1 Resultaten regressie analyse *51*
6.3.2 Investering versus premie labelsprong *53*
6.3.2.1 Rijwoningen 54
6.3.2.2 Twee onder een kap 56
6.3.2.3 Vrijstaande woning 58
6.4 VERGELIJKING BROUNEN EN KOK: HET EFFECT VAN EEN GROEN ENERGIELABEL 60
6.5 SAMENVATTING 61
7 SAMENVATTING EN DISCUSSIE 63
8 BIBLIOGRAFIE 67
9 APPENDICES 71

1 INTRODUCTIE

1.1 Inleiding

De toenemende vraag naar fossiele brandstoffen, vooral vanuit opkomende economieën als China, India en Brazilië en de onrustige situatie in het Midden-Oosten, zorgen voor benzineprijzen die stijgen tot recordhoogten. De consument heeft zijn gedrag hierop aangepast en heeft “benzine slurpende” auto’s verruild voor energiezuinigere auto’s. Het overheidsbeleid inzake wegenbelasting en bijtelling bij lease heeft hierbij ook een belangrijke rol gespeeld. Echter bij de consument is wel degelijk het besef doorgedrongen dat de energiezuinigheid van een auto waarde heeft, omdat de energiezuinigheid leidt tot lagere kosten in het dagelijks gebruik. Voor woningen is een soortgelijke beweging zoals hierboven beschreven waar te nemen. De kosten van gas en elektra blijven stijgen[1], de overheid heeft de afgelopen jaren het toepassen van energiebesparende maatregelen in woningen gestimuleerd[2] en daarnaast probeert ze door beleid de consument bewust te maken van de waarde van energiezuinige woningen.

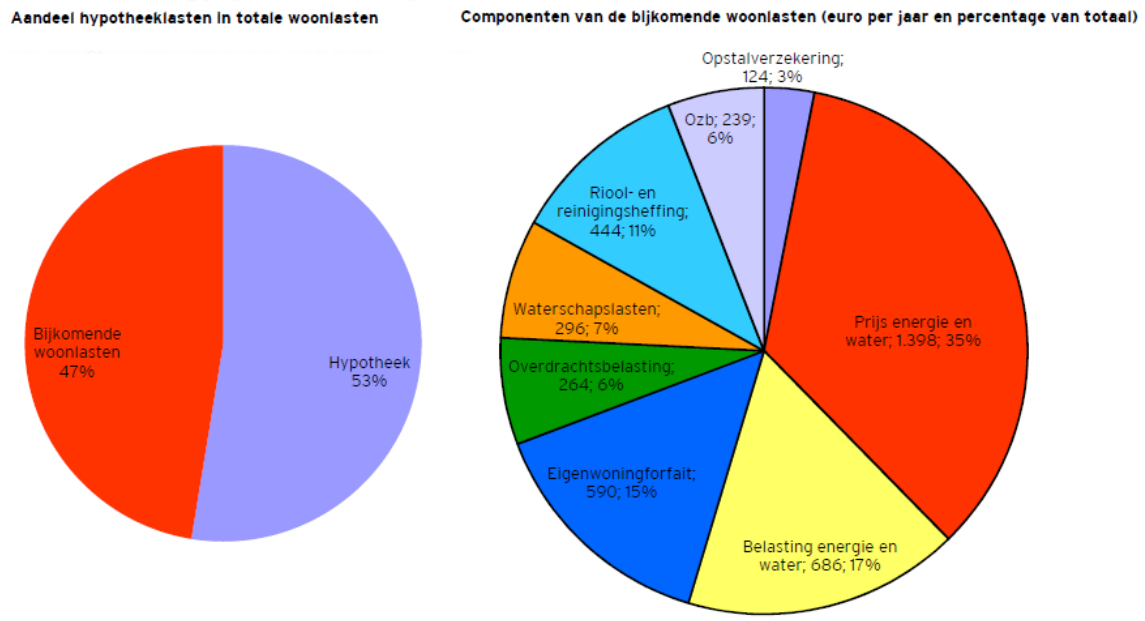
1.2 Aanleiding

Maandelijks ontvangen woonconsumenten de rekening voor hun energieverbruik. Het Centrum voor Onderzoek van de Economie van de Lagere Overheden (COELE) doet onderzoek naar de kosten van het gebruik van water en energie. Figuur 1.1 laat zien dat voor een gemiddeld huishouden de verwachting is, dat in 2012, circa 25% van de woonlasten bestaat uit kosten voor het verbruik van energie en water. In verhouding bedragen de kosten voor energie en water bijna 50% van de hypotheeklasten. Dat is een forse maandelijkse kostenpost. Daarom is de verwachting dat de woonconsument zich bewust is van het energieverbruik van zijn woning en de daaraan verbonden maandelijks terugkerende lasten. De kwaliteit van de woning heeft invloed op het energieverbruik. De kwaliteit met betrekking tot energieverbruik wordt de energieprestatie van een woning genoemd. De energieprestatie geeft aan hoeveel energie nodig is voor het verwarmen of koelen van de woning en het voorzien in warm tapwater en verlichting. Het betreft alleen het gebouwgebonden energiegebruik. De energieprestatie heeft geen betrekking op het overige huishoudelijk energiegebruik zoals koken, wassen, de koelkast en andere apparatuur. Deze studie onderzoekt of de woonconsument bereid is te betalen voor betere energieprestaties van bestaande woningen.

[1] Tussen 1998 en 2011 is de prijs voor energie in de vorm van gas en elektra met ruim 150% gestegen. Bron: http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0554-Energieprijzen-en-wereldolieprijs.html?i=6-40
[2] Voorbeelden zijn subsidies op zonnepanelen, isolatie, beter verbeteren enzovoort. Zie bijvoorbeeld: http://www.duurzaamthuis.nl/subsidie-energiebesparende-maatregelen-weer-beschikbaar

Figuur 1.1

Woonlasten uitgesplitst naar componenten



Bron: http://www.coelo.nl/rapporten/woonlastenmonitor2012.pdf

1.3 Onderwerp

Een woning is voor een eigenaar een consumptiegoed en tegelijkertijd ook een kapitaalgoed. De woning levert woondiensten die door eigenaar worden geconsumeerd. Daarnaast is de woning voor de eigenaar een investering die een waardeontwikkeling ondergaat. Hij verwacht dat wanneer hij de woning aan iemand anders overdoet, de woning waarde heeft. De waarde van de woning kan gezien worden als de contante waarde van de toekomstige opbrengsten als consumptie- en als kapitaalgoed minus de contante waarde van de toekomstige kosten. Wanneer een eigenaar een woning bewoont vanaf het moment van oplevering tot het moment van einde levensduur, bestaat de waarde van de woning uit de contante waarde van woondiensten die de woning tijdens haar levensduur heeft voortgebracht. Wanneer de woning voor het einde van haar levensduur wordt verkocht, levert zij een restwaarde voor de eigenaar. Deze restwaarde zal bestaan uit de contante waarde van de woondiensten die de woning gaat leveren voor de nieuwe eigenaar plus een eventuele restwaarde. De waarde van de woondienst is daarmee de finale bron die de waarde van de woning bepaalt. Deze woondiensten kunnen fysiek zijn zoals een hoeveelheid vierkante meters en de kwaliteit van de gebruikte materialen. Maar kunnen ook bestaan uit het feit dat de woning zeer gunstig is gelegen ten opzichte van het centrum van een stad. Woningen en de woondiensten die zij leveren, variëren in kwaliteit. De kwaliteit van een woning is een ruim begrip en worden door consumenten verschillend ervaren. De consument kan op twee manieren verandering brengen in zijn woonconsumptie. In de eerste

plaats kan hij verhuizen. In de tweede plaats kan hij verbeteringen aanbrengen in de woning. Wanneer de consument de kwaliteit van de woning verhoogt, neemt de kwaliteit van woondienst toe. Daardoor stijgt ook de waarde van de woondienst en daarmee de waarde van de woning.

De energieprestatie van een woning heeft invloed op de kwaliteit van de woondienst. Een onzuinige woning verbruikt meer energie en dat zorgt voor een hogere energierekening en hogere maandelijkse gebruikerslasten. Daarnaast is het wooncomfort van een energiezuinige woning van hoger niveau dan een onzuinige woning. De lagere gebruikerslasten en het hogere woongenot resulteren in woondiensten van een hogere kwaliteit. De hogere kwaliteit van de woondiensten zou moeten leiden tot een hogere waarde van deze woondiensten en daardoor tot een hogere waarde van de woning. Dit is in lijn met de economische theorie. De netto contante waarde van de besparing in energielasten zou in de waarde van de woning gekapitaliseerd moeten zijn. In de kantorenmarkt zijn huurders bereid een hogere huur te betalen voor kantoren met een goede energieprestatie en daarnaast hebben dergelijke kantoren minder te kampen leegstand (Eichholtz, Kok en Quigley, 2009). Hierdoor zijn beleggers bereid een hogere prijs te betalen voor de aanschaf van dergelijke kantoren. De woningmarkt wordt bepaald door de woonconsument en deze handelt veel meer op gevoel dan op basis van rationaliteit. Deze studie onderzoekt daarom het waarde-effect van de energieprestatie van bestaande woningen op de Nederlandse markt. Brounen en Kok (2009) hebben onderzoek gedaan naar de adoptie van het energielabel en het effect van het energielabel op de waarde van een woning. Zij hebben geen aandacht besteed aan de kosten die verbonden zijn aan het verbeteren van de energieprestatie en maken in hun onderzoek geen onderscheid tussen verschillende type woningen.

1.4 Vraagstelling

Deze studie onderzoekt het waarde-effect van de energieprestatie van bestaande woningen. Het onderzoek sluit aan bij het onderzoek van Brounen en Kok (2009), maar gaat verder door onderscheid te maken in een waarde-effect per type woning. Daarnaast probeert deze studie een relatie te leggen met de kosten die gepaard gaan met het verbeteren van de energieprestatie.

De centrale vraag van deze studie luidt:

Kent de Nederlandse woningmarkt waarde toe aan de energieprestaties van bestaande woningen en hoe verhoudt de eventuele meerwaarde van energiezuinige woningen zich ten opzichte van de kosten om bestaande woningen energiezuiniger te maken?

Om bovenstaande centrale vraag te kunnen beantwoorden, beantwoordt deze studie stapsgewijs de onderstaande deelvragen.

- *Wat is de energieprestatie van een woning?*
- *Hoe kijkt de consument aan tegen de energieprestaties van woningen?*
- *Hoe kan de impact van de energieprestatie op de waarde van een woning worden geïsoleerd?*
- *Op welke wijzen is het waarde-effect van de energieprestatie onderzocht?*
- *Kent de woningmarkt een premie toe aan de energieprestatie van woningen?*
- *Hoe verhoudt deze premie zich ten opzichte van de kosten om de energieprestatie te verbeteren?*

1.5 Onderzoekskader

Deze studie doet onderzoek naar de waarde van de energieprestatie van woningen. De waarde van een woning is in deze studie de gerealiseerde transactieprijs bij de verkoop van een woning. Het onderzoek beperkt zich tot bestaande bouw. De reden hiervoor is dat nieuwbouw woningen standaard moeten voldoen aan de eisen in het bouwbesluit. Hierdoor hebben deze woningen al relatief zeer goede energieprestaties[3] en minimaal energielabel A. Daarnaast beperkt deze studie zich tot grondgebonden woningen. Appartementen maken onderdeel uit van een vereniging van eigenaren (VVE). Investeringen om de energieprestatie van een woning te verbeteren, zijn daardoor voor appartementen vooral een keuze van de VVE. De individuele mogelijkheden om de energieprestatie van een appartement te verbeteren zijn beperkt. Het empirisch onderzoek maakt gebruik van gegevens van woningtransacties in de periode 2008 – 2011. Deze periode is bewust gekozen omdat sinds 1 januari 2008 bij elke woningtransactie een energielabel beschikbaar moet zijn.

1.6 Relevantie

De uitkomsten van deze studie zijn interessant voor (potentiële) woningeigenaren, aannemers, beleidsmakers van de overheid, makelaars en taxateurs. De resultaten geven een woningeigenaar, die van plan is de energieprestatie van zijn woning te verbeteren,

[3] Het Bouwbesluit 2012 vereist een energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van minimaal 0,6. De EPC is een index die de energetische efficiënte van een woning aangeeft.

inzicht in de meerwaarde die de markt toekent aan deze investering. Samen met de raming van de kostenbesparing op energielasten en de toename van wooncomfort, kan de woningeigenaar een financieel bewuste keuze maken. De studie biedt een potentiële koper de mogelijkheid om woningen met verschillende energieprestatie te vergelijken. Hierdoor kan hij in zijn aankoopbeslissing de financiële impact van de energieprestatie meenemen. Om betrouwbare taxaties te kunnen opstellen of om de belangen van woning(ver)kopers zo goed mogelijk te behartigen, moet de makelaar en taxateur de markt kunnen doorgronden. Als de markt waarde toekent aan de energieprestatie van woningen, zullen makerlaars en taxateurs hier bij het uitvoeren van hun werkzaamheden rekening mee moeten houden. De overheid streeft ernaar de CO2-uitstoot terug te dringen en het energieverbruik te verlagen. Aangezien de gebouwde omgeving circa 30 procent van het energieverbruik voor haar rekening neemt, neemt het energieverbruik van woningen een centrale rol in bij beleid rondom de reductie van CO2-uitstoot en energieverbruik. Zo heeft de Nederlandse overheid per 1 januari 2008 de aanwezigheid van een energielabel verplicht gesteld bij woningtransacties. Om het overheidsbeleid beter passend te maken, is het van belang te weten hoe de consumenten tegen de waarde van energieprestaties aankijkt, welke waarde de woningmarkt toekent aan betere energieprestaties en welke factoren een rol spelen bij de investeringsbeslissing van woonconsumenten. Aannemers en andere partijen in de bouw kunnen op basis van de inzichten van deze studie hun bedrijfsvoering bijsturen of aanpassen. Zij kunnen op basis van de resultaten vaststellen wat de gemiddelde woonconsument bereid is te betalen voor een bepaalde verbetering van energieprestaties. De ondernemers kunnen hierop anticiperen door besparingspakketten aan te bieden voor bepaalde prijzen die daar rekening mee houden. Vraag en aanbod kunnen op deze wijze naar elkaar toegroeien. Daarnaast kan de bouwwereld in de communicatie richting de klant inspelen op de visie van de klant op het gebied van energiezuinigheid.

1.7 Structuur onderzoek

Deze studie gebruikt theoretisch en empirisch onderzoek om antwoord te geven op de deelvragen en de centrale vraag. In hoofdstuk 2 wordt door middel van literatuur onderzoek een antwoord gegeven op de vraag hoe in verschenen literatuur geprobeerd is de relatie tussen energieprestatie en de waarde van een woning te onderzoeken en wat de uitkomsten van deze onderzoeken zijn. Daarnaast gaat hoofdstuk 2 ook in op hoe de consument tegen de energieprestatie van een woning aankijkt, of hij er waarde aan toekent en of hij bereid is voor een betere prestatie te betalen. Uit hoofdstuk 2 blijkt dat hedonische regressie analyse een veel gebruikte methode is om het waarde-effect van de energieprestatie te onderzoeken. Dit onderzoek gebruikt ook hedonische regressie analyse om de waarde van de energieprestatie te isoleren. Hoofdstuk 3 licht deze empirische onderzoekmethodiek toe en

beschrijft kort de historie van de hedonische prijstheorie. Daarna gaat hoofdstuk 4 in op de vraag wat een goede indicator is voor energieprestaties. Tevens geeft dit hoofdstuk een beschrijving hoe betere energieprestaties gekoppeld kunnen worden aan een bepaald investeringsbedrag. Hoofdstuk 5 geeft aan hoe het empirisch onderzoek in 3 fasen plaatsvindt en beschrijft de regressiemodellen en databases die daarbij gebruikt worden. De resultaten van de regressie analyses worden besproken in hoofdstuk 6. De studie sluit af met een samenvatting in hoofdstuk 7.

2 LITERATUUR REVIEW

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bespreekt de voor dit onderzoek relevante literatuur. Paragraaf 2.2 beschrijft hoe is onderzocht of de woonconsument waarde toekent aan de energieprestatie van woningen. In paragraaf 2.3 komt aan bod hoe in verschenen litteratuur geprobeerd is de relatie te leggen tussen energieprestatie en waarde van de woning. Omdat deze studie zich richt op de Nederlandse markt wordt in dit hoofdstuk meer aandacht besteed aan studies die betrekking hebben op de Nederlandse markt.

2.2 Standpunt woonconsument over waarde energieprestatie woning

Bouwfonds Ontwikkeling heeft voor het onderzoek “Baat het niet dan gaat het niet” (2010) een grootschalig landelijk woonconsumentenonderzoek uitgevoerd naar de markt- en prijsacceptatie van energiezuinige nieuwbouwwoningen in Nederland. Directe aanleiding van dit onderzoek was het convenant “Lente-akkoord energiebesparing in de nieuwbouw”[4] waarin is afgesproken dat het gestandaardiseerde energieverbruik van nieuwbouwwoningen in stappen wordt verlaagd van 50% in 2015 tot energieneutraal in 2020. Deze reductiedoelstellingen maken de nieuwbouwwoningen aanzienlijk duurder. Dit is voor Bouwfonds de reden om te achterhalen of de consument energiebesparende systemen in nieuwbouw als meerwaarde ziet en zo ja, in welke mate zij bereid zijn hier extra voor te betalen. De onderzoeksmethoden bestonden uit online-enquêtes en groepsdiscussies. De resultaten geven aan dat energiezuinigheid wel een rol speelt bij de aankoop van een woning, maar geen doorslaggevende factor is. Verder blijkt dat ruim 75% van de ondervraagde een extra investering liever aanwendt voor luxe dan voor energiebesparende maatregelen. De bereidheid extra te betalen voor een energiezuinige woning blijkt zeer beperkt. Slechts 43% accepteert onvoorwaardelijk, dus onafhankelijk van de terugverdientijd, een meerinvestering van € 5.000. Deze bereidwilligheid neemt sterk af naarmate het prijsniveau toeneemt. De voornaamste reden waarom consumenten niet bereid zijn te investeren in energiebesparende maatregelen is de hoogte van de investering, gekoppeld aan onzekerheid of een dergelijke investering ooit wordt terugverdiend. Bouwfonds constateert dat de consument vooral door financieel voordeel gemotiveerd is om in energiebesparende maatregelen te investeren. Het comfort dat vaak aan deze maatregelen verbonden is, speelt in mindere mate ook een rol. Het milieu vormt nauwelijks een motivatie om extra te betalen. De eindconclusie van het Bouwfondsonderzoek is dat de consument bij

[4] Het “Lente-akkoord” is een overeenkomst tussen het ministerie van VROM en WWI enerzijds en NEPROM, NVB en Bouwend Nederland anderzijds.

de keuze om in energiebesparende maatregelen te investeren vooral financieel gedreven wordt. De beperkte waarde die de consument toekent aan energiebesparende maatregelen, verklaren zij door de gebrekkige kennis van deze maatregelen bij de consument. Daarnaast stellen zij dat bij het energiezuiniger maken van woningen de wens van de consument centraal moet staan en niet de techniek. Uit de resultaten van dit onderzoek is op te maken dat de consument alleen waarde toekent aan energieprestatie verbeterende maatregelen als die in zijn persoonlijke behoefte voorzien. Verder zou de beperkte waarde die de consument toekent aan betere energieprestaties kunnen worden verklaard door een gebrek aan kennis en onzekerheid rondom de financiële waarde van de besparing. De consument is zich nog onvoldoende bewust van de financiële voordelen van een woning met goede energieprestaties.

Van Eck (2008) bekijkt het standpunt van de consument over energieprestaties door onderzoek te doen naar de “willingness tot pay” voor een energiezuinige nieuwbouw woning. Zij gebruikt hiervoor een enquête waaraan 1.003 leden van de Vereniging Eigen Huis hebben deelgenomen. De enquête hanteert de “Discrete Choice Methode”, wat inhoudt dat de geënquêteerden telkens concrete keuzes worden voorgelegd. Van Eck liet op deze wijze de respondenten een afweging maken tussen het toepassen van duurdere kwalitatief hoogwaardige en energieprestatie verhogende elementen en kwalitatief mindere en goedkopere elementen. De resultaten vertonen grote gelijkenis met de uitkomsten van het onderzoek van Bouwfonds (2010). Energiezuinigheid speelt een marginale rol bij de aankoop van een woning. Toch geeft 10% van de respondenten aan dat energiezuinigheid een grote rol heeft gespeeld bij de aankoopbeslissing. Daarnaast blijkt uit de resultaten dat consument investeringen in energiebesparende maatregelen vooral treft om er zelf, op financieel gebied of door verhoging van het wooncomfort, beter van te worden. De consument hanteert bij een investering het principe dat hij er zelf financieel of kwalitatief beter van moet worden en als dit leidt tot betere energieprestaties is dat een prettige bijkomstigheid, maar absoluut geen noodzaak.

Banfi et al. (2005) kijken op eenzelfde manier als Van Eck naar het standpunt van de consument inzake energieprestaties: is de consument “willingness to pay” voor betere energieprestaties. Zij richten zich op energiebesparende maatregelen in de bestaande bouw in Zwitserland. Banfi et al. maken in hun onderzoek gebruik van “hypothetical choice experiments”. Ongeveer 300 kopers en huurders zijn gevraagd telkens een keuze te maken tussen de huidige status van de woning en een alternatieve status die steeds verschilt op het gebied van kwaliteit, gebruikte materialen, aanwezige installaties, energieprestatie en prijs. De resultaten van het onderzoek laten voor huurders en kopers een vergelijkbaar patroon

zien. Banfi et al. stellen dat uit hun onderzoek blijkt dat consumenten zeer bereidwillig zijn te betalen voor energiebesparende maatregelen. De premies komen neer op circa 3% van de transactieprijs voor gevelisolatie en 8 tot 13 % voor ventilatiesystemen. De premies zouden ook nog eens significant hoger zijn dan de kapitaalkosten verbonden aan het toepassen van de meeste maatregelen. Echter Banfi et al. stellen zelf de uitkomsten in hun studie al ter discussie. De periode waarin het onderzoek plaatsvond, was een zomer met record temperaturen. Hierdoor zou ventilatie extra gewaardeerd kunnen zijn. Daarnaast is in de steekproef het aantal hoger opgeleiden oververtegenwoordigd, terwijl bekend is dat zij gevoeliger zijn kwesties op het gebied van milieu en energie.

2.3 Impact energieprestatie op de marktwaarde van woningen

Verschillende studies hebben geprobeerd om de impact van de energieprestatie op de waarde van woningen isoleren. Echter er is geen definitieve consensus over de juiste econometrische methode hoe hiermee om te gaan. Deze paragraaf beschrijft welke methoden in studies zijn toegepast

2.3.1 Kapitalisatie

Volgens de gangbare economische theorieën zou de waarde van een energiebesparende maatregel, gelijk moeten zijn aan de contante waarde van de besparingen op de energierekening gedurende de levensduur van de maatregel. Lande (2006) verwoordt dit door aan te geven dat een investering in de energieprestatie van bestaande of nieuwe woningen kan worden gezien als een investering die return genereert in de vorm van lagere energie uitgaven. De contante waarde van de return zou gelijk moeten zijn aan de waarde van de investering. Als dit niet het geval zou zijn, zou de consument de investering niet doen. Lande hanteert onderstaande gangbare formule (1) voor de contante waarde voor een investering in energieprestaties:

(1) $$PV_{no\ resale} = \frac{s_1}{(1+r)} + \frac{s_2}{(1+r)^2} + \frac{s_3}{(1+r)^3} + ... + \frac{s_n}{(1+r)^n}$$

waarbij:

PV = contante waarde zonder verkoop van de woning

s = besparing energie uitgaven

r = discontovoet eigenaar voor toekomstige energiebesparingen

Echter de woningeigenaar die de energiebesparende maatregel aanbrengt zal waarschijnlijk niet de gehele levensduur van de maatregel de woning bewonen en daardoor niet de gehele besparing ontvangen. Voor het deel dat hij mist, verwacht hij bij de verkoop van de woning

gecompenseerd te worden door een hogere verkoopprijs. Lande past daarom de formule (1) aan en voegt de verkoop van de woning toe aan de vergelijking (2)

(2) $$PV_{resale} = \frac{s_1}{(1+r)} + \frac{s_2}{(1+r)^2} + \frac{s_3}{(1+r)^3} + ... + \frac{s_j}{(1+r)^j} + \frac{\Delta V}{(1+r)^j}$$

waarbij:

ΔV = toegevoegde waarde van de energiebesparende investering bij verkoop in jaar j

Bij bovenstaande gedachte dienen de vragen zich aan: wat is de levensduur van de maatregel, wat is de besparing (hoeveel energie bespaar ik en wat is de kostprijs van de energie op het moment dat het bespaard wordt) en welke verdisconteringvoet wordt toegepast om de kasstromen netto contant te maken (Lande 2008). Metcalf en Hassett (1997) geven in hun paper aan dat technisch afgeleide schattingen van energiebesparingen voor maatregelen veelal worden overdreven. Goed geïnformeerde consumenten zijn zich bewust van het feit dat de besparingen veel lager zullen worden en zullen hierop reageren door de voorberekende besparingen tegen een hogere verdisconteren. DeCanio en Laitner (1997) geven aan dat er naast het financiële perspectief ook andere oorzaken aan hoge discontovoeten ten grondslag kunnen liggen: korte termijn visie consument, onzekerheid van besparingsvoordelen, marktfalen, beperkte informatievoorziening en vergelijkbare factoren. Bovenstaande vergroot de moeilijkheid om een gefundeerde discontovoet te schatten en de toegevoegde waarde van energie efficiency te ramen. Laquatra et al. (2002) geeft aan dat het daarom onwaarschijnlijk is een geschatte discontovoet effectief te gebruiken om de getaxeerde waarde van een woning aan te passen voor zijn energieprestatie.

2.3.2 Regressie analyse

Veel studies die onderzoek gedaan hebben naar de impact van in energieprestaties op de waarden van woningen maken gebruik van hedonische regressie modellen. Bij hedonische regressie analyse rijst de vraag op welke manier de energieprestatie van een woning in de regressievergelijking wordt opgenomen?

Halvorsen en Pollakowski (1981) zijn volgens Laqutra et al. (2002) (2001) de eersten die met behulp van regressie onderzoek deed naar het waarde effect van energie efficiency gerelateerde elementen. Halvorsen en Pollkowski onderzochten, tijdens de eerste oliecrisis in de jaren 70 van de vorige eeuw, het waarde effect van de wijze waarop een woning wordt verwarmd. Woningen die met olie verwarmd worden zouden door de hogere olieprijs hogere gebruikerslasten hebben dan woningen die op een andere wijze verwarmd worden. De logische veronderstelling was dat deze hogere gebruikerslasten voor oliegestookte woningen

een negatief effect op de waarde van de woning zouden hebben. Deze studie gaat niet daadwerkelijk in op de energieprestatie van woningen, maar legde wel de relatie tussen energielasten en de waarde van een woning

Een studie die wel direct onderzoek doet naar het waarde effect van energieprestaties is van Corgel, Goebel en Wade (1982). Ze koppelen de energieprestatie van woningen aan de stralingwarmte. Zij gebruikten een regressievergelijking met de transactieprijs als afhankelijke variabele en negen variabelen op het gebied van constructieve eigenschappen van de woning. Aan deze regressievergelijking voegden zij een variabele voor de energieprestatie van de woning toe. Deze variabele was vastgesteld op basis van een infrarood luchtfoto. Deze luchtfoto geeft aan hoeveel stralingswarmte een woning aan haar omgeving afgeeft. De veronderstelling van deze studie is dat stralingswarmte een indicatie is voor de mate waarin de woning geïsoleerd is en daardoor een goede maatstaf voor de energieprestatie van woningen. Zij stelden vast de energieprestatie in de woningwaarde is opgenomen. De variabele voor de energieprestatie is significant en het verschil in waarde tussen een energie efficiënte en een inefficiënte woning bedraagt ongeveer $ 3.400. Kanttekeningen bij deze studie zijn echter de beperkte omvang van de database, circa 100 woningen, en het feit dat geen locatie en omgevingskenmerken in de regressievergelijking zijn opgenomen. Tevens is de infrarood foto een vrij grove maatstaf voor de energieprestatie van een specifieke woning (Laquatra et al., 2002).

Dinan en Miranowski (1989) leggen een relatie tussen energieprestatie en de energierekening. Ze gebruiken een regressiemodel met constructieve eigenschappen van de woning en locatie- en omgevingskenmerken. Het element energieprestatie nemen ze in de regressievergelijking op door de geconstrueerde variabele “F”. Deze variabele “F” is gebaseerd op de energierekening. Dinan en Miranowski voeren allerlei correcties uit op de energierekening om een vergelijkbare maatstaf te verkrijgen, zodat bijvoorbeeld lifestyle van de bewoners of de grootte van de woning geen invloed heeft. Dinan en Miranowski gebruikten verschillende functionele vormen voor de hedonische regressievergelijking: lineair, semilog, log-lineair en Box-Cox modellen. Zij nemen op basis van de resultaten van hun onderzoek een significante stijging van de waarde van de woning van $ 11,63 waar voor elke daling van de energierekening met $ 1. Kanttekening bij deze studie is dat de onderzoekers in hun paper slechts globaal aangegeven hoe de variabele “F” tot stand is gekomen. Hierdoor is voor een onafhankelijke derde niet mogelijk de interpretatie van uitkomsten te toetsen.

Longstreth, Coveney en Bowers (1984) gebruiken de kenmerken dikte gevelisolatie en dikte dakisolatie om de energieprestatie te modelleren. Zij nemen waar dat elke extra inch gevelisolatie de waarde van een woning verhoogd met $ 508 en voor dakisolatie met $ 528. De isolatiedikten voor gevel en dak zijn als twee continue variabelen variabele opgenomen. Dit impliceert dat elke extra centimeter isolatie leidt tot extra waarde van de woning door extra energiebesparing. Echter het additionele effect van een extra inch isolatie neemt af naarmate de dikte toe neemt en is eindig. Een vervolgstudie van Longstreth (1986) gebruikt dezelfde indicator voor energieprestaties. Echter de regressievergelijking is uitgebreid met demografische eigenschappen. De resultaten van beide studies kwamen overeen. Opvallend in de resultaten van de vervolgstudie waren de verschillen die werden waargenomen voor demografische factoren.

De studie van Laquatra (1986) is de eerste die gebruikt maakt van een standaard classificatie als indicator voor de energieprestatie. Zijn studie gebruikt de gegevens van een experimenteel woningbouwproject uit 1980 in Minnesota. De 81 woningen hebben verschillende energieprestatieniveaus, welke tijdens de verkoop duidelijk vermeld zijn. De energieprestatie wordt uitgedrukt in Thermal Integrity Factors (TIF) die het energieverbruik per m² aangeven. De resultaten van de regressie geven aan dat de waarde van de woning met $ 2.510 stijgt voor elke eenheid daling in TIF. Kanttekeningen bij deze studie zijn de verstorende werking van de overheidssubsidies voor dit project, het geringe aantal variabelen in de regressievergelijking en het negeren van het schaaleffect van energieverbruik bij grotere woningen.

Horiwitz en Haeri (1990) gebruiken de kwaliteitseisen van Model Conservation Standards (MCS)[5] als maatstaf voor energieprestaties van een woning. Woningen gebouwd conform deze standaard hebben aanzienlijk betere energieprestaties dan een gemiddelde woning. Om de waarde van energie-efficiency te laten variëren met de grootte van de woning bevat de regressievergelijking een interactie variabele voor de grootte van de woning en het MCS-label. Het idee hierachter is dat elke woning gebouwd met een MCS-label een premie ontvangt en dat deze premie toeneemt als een woning groter is. De resultaten uit de regressie zijn wisselend. De netto premie voor een gemiddelde woning met een MCS-label is redelijk en bedraagt $ 1.315. Echter de regressiecoëfficiënt voor de dummy variabele voor het MCS-label is met -$ 29.333 extreem negatief en de coëfficiënt van de interactie variabele is met $ 65,42 per m² extreem positief. De coëfficiënten voor beide variabelen zijn significant,

[5] De Northwest Power Planning Council publiceerde in 1983 als onderdeel van haar Northwest Conservation and Electric Power Plan, de Model Conservation Standards (MCS) voor nieuw te bouwen woningen.

echter de waarden zijn extreem groot en tegengesteld. Deze waarden zetten de geloofwaardigheid van de netto premie onder druk.

De studie “Evidence of Rational Market Value for Home Energy Efficiency” van Nevin en Watson (1998) onderzoekt de waarde van de energieprestatie van woningen aan de hand van de kosten voor energie (olie, gas en elektriciteit). De door de bewoner geschatte waarde is de afhankelijke variabele in het hedonische regressiemodel. Als onafhankelijke variabelen zijn opgenomen perceelgrootte, bouwjaar, aantal kamers, kosten energie, perceelgrootte in kwadraat, m² vloeroppervlakte vermenigvuldigd met kosten energie, aantal kamers vermenigvuldigd met kosten energie, dummy variabelen voor aanwezigheid garage, veranda en airconditioning, dummy variabele voor de locatie en dummy variabelen ligging in de stad of op het platteland. Belangrijkste conclusie van deze paper is dat de waarde van een woning stijgt met $ 20,73 wanneer de jaarlijkse rekeningen voor nutsvoorzieningen daalt met $ 1.

Brounen en Kok (2009) gebruiken het energielabel als indicator voor de energieprestaties. Omdat hun onderzoek als uitgangspunt voor deze studie wordt gebruikt, besteedt paragraaf 2.2.3 apart aandacht aan hun onderzoek.

Bloom, Nobe en Nobe (2011) gebruiken het ENERGY STAR label om de relatie tussen energieprestatie en woningwaarde te onderzoeken. Het ENERGY STAR wordt toegekend aan woningen met een bepaald minimaal niveau van energie efficiëntie, maar kent geen gradaties. Het onderzoek gebruikt een hedonisch regressiemodel om vast te stellen of woningen met een ENERGY STAR label meer waard zijn dan woningen zonder. Hierbij gaat deze studie voorbij aan het feit dat woningen zonder een ENERGY STAR label ook uitstekende energieprestaties kunnen hebben. De resultaten van de regressie analyse geven met een goed significantieniveau aan dat een ENERGY STAR label de transactieprijs per m² verhoogt met $ 8,66.

Het Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (DEWHA) van de Australische overheid heeft in 2008 een onderzoek laten uitvoeren naar de relatie tussen energieprestaties en de waarde van woningen. De energy efficiency rating (EER) is daarbij gebruikt als indicator voor de energieprestaties. In het district rondom de hoofdstad van Australië is het sinds 1999 verplicht om inzicht te bieden in de energieprestaties van de woning bij verkoop door middel van de EER. De EER geeft informatie over het gestandaardiseerde primaire energieverbruik van een woning en is daardoor vergelijkbaar met het Nederlandse energielabel. De EER kent een indeling in sterren die per halve ster

kan oplopen van 0 tot 10. De resultaten van het onderzoek geven aan dat er een significante relatie bestaat tussen de woningwaarde en de EER. De waarde van de woning stijgt met 1,23 tot 1,91 procent per extra halve EER-ster. De onderzoekers merken terecht op dat het onmogelijk is de exacte waarde van energieprestaties te berekenen omdat de EER-rating ook niet energieprestatie gerelateerde effecten heeft die waarde vertegenwoordigen.

2.3.3 Regressie analyse Nederlands markt

Brounen en Kok (2009) analyseren in "On the economics of energy labels in the housing market" de introductie, de adoptie en de gevolgen voor markt van energielabels op de woningmarkt. Energielabels zorgen in hun ogen voor transparantie in energieprestaties van woningen. In hun studie onderzoeken ze of de consument in zijn overweging bij de aanschaf van een woning ook daadwerkelijk de energieprestatie van een woning meeneemt. Het onderzoek richt zich op twee cruciale vragen: wie gebruiken het label wanneer dit niet verplicht is en resulteert inzicht in energieprestatie van woningen in een prijseffect op de markt. Vooral de laatste vraag is voor deze studie relevant. Het onderzoek van Brounen en Kok heeft betrekking op de Nederlandse woningmarkt in de periode januari 2008 tot en met september 2009. Deze periode is bewust gekozen aangezien de Nederlandse overheid per januari 2008 verplichtte dat elke woningtransactie, zowel huur als koop, de woning voorzien moest zijn van een energielabel[6]. Brounen en Kok maken voor hun onderzoek gebruik van de databases van de NVM en Senter*Novem*.[7] De NVM database bevat 194.379 woningtransacties inclusief allerlei woningkenmerken. De database van Senter*Novem* levert informatie over verstrekte energielabels. Van alle woningtransacties in de NVM database zijn 33.483 woningen (17%) gecertificeerd. Op basis van de uitkomsten van hun onderzoek stellen ze vast dat wanneer er geen verplichting geldt, de adoptie van energielabels laag is en af neemt met de loop van de tijd. Daarnaast constateren ze dat energielabels vooral zijn afgegeven in wijken waar de concurrentie tussen kopers laag is. Zij zien dit als een toepassing van het energielabel als strategisch middel in het verkoopproces. Echter zij nemen geen effect op de verkoopsnelheid waar. Tevens nemen ze waar dat de energielabels zich concentreren in wijken waar bewoners "groen" geëngageerd zijn. De adoptie van energielabels zou daarom ook uit idealistische motieven kunnen voortkomen.

Voor hun onderzoek naar het prijseffect van energielabels richten Brounen en Kok zich alleen op de gelabelde woningen. Hun database bestaat uit 32.851 waarnemingen. Ze gebruiken een semi-log vergelijking waarin de log van de prijs per m² de onafhankelijke variabele is. De hedonische woningeigenschappen, de locatie en een dummy voor een

[6] De afnemende partij kan de aanbiedende partij ontheffing verlenen voor deze verplichting.
[7] Per 15 januari 2010 is Senter*Novem* opgegaan in Agentschap NL.

“groen” energielabel[8] vormen de onafhankelijke variabelen. Vervolgens verfijnen ze het basis model in drie stappen. Allereerst voegen ze karakteristieken toe betreffende de kwaliteit van de woning, zoals staat van het onderhoud, isolatie en wijze van verwarmen toe. De tweede stap bestaat uit het opnemen van lokale economische eigenschappen zoals urbanisatiegraad, inkomen en gemiddelde woningprijs. Bij de laatste stap vervangen ze de onafhankelijke variabele “groen” label voor dummy’s voor elk energielabel. De resultaten van de regressie analyse laten zien dat de verklaringskracht (R^2) van het model toeneemt van 0,571 voor het basismodel, naar 0,697 voor het meest gedetailleerde model. Opvallend is dat de bijdrage van de variabele “groen” label afneemt, wanneer het model gedetailleerder wordt. Het “groene” label verklaard in het basismodel dus een deel van de karakteristieken kwaliteit van de woning en locale economische kenmerken. Wel blijft de prijs premie substantieel en significant. Brounen en Kok stellen dat de gemiddelde transactieprijs in hun database € 230.000 bedraagt en dat daarbij de “groene” premie € 6.000 bedraagt. Wanneer de labels afzonderlijk in het model worden opgenomen laten de resultaten zien dat de premie conform verwachting oploopt van 2,1% voor een woning met label F tot 11,7% voor een woning met label A. Zij stellen daarom vast dat de prijspremie positief verbonden is met de energiezuinigheid van de woning. De eindconclusie van het onderzoek is dat het energielabel transparantie creëert op het gebied van energieverbruik van woningen en dat op basis van hun onderzoek de consument deze informatie in de prijs van hun toekomstige woning verwerkt.

Berkhout en De Wildt van RIGO Research en Advies[9] plaatsen met hun artikel “Ontmasker waarde van energielabel” in de Cobouw van 20-04-2011 forse kanttekeningen bij het onderzoek van Brounen en Kok. Ten eerste geven zij aan dat regressiecoëfficiënten geheel ten onrechte consequent als “effecten” worden aangeduid terwijl alleen wordt aangetoond dat er een (vermoedelijke) correlatie bestaat tussen afhankelijke en onafhankelijke variabelen. Berkhout en De Wildt stellen verder dat voor het leggen van causale verbanden het onderzoeksontwerp niet orde is. De energielabels in de database van Brounen en Kok zijn niet willekeurig aangebracht, maar een gevolg van een beslissing van de eigenaar. Hierdoor is sprake van een selectieve steekproef van gelabelde woningen. Daarnaast zetten Berkhout en De Wildt vraagtekens bij de verklaring van Brounen en Kok voor het waargenomen prijsverschil van 3 procent tussen groen en rood gelabelde woningen. Brounen en Kok stellen dat dit prijsverschil verklaard kan worden door het “groene” label en zij spreken dan ook van een groene premie. Berkhout en De Wildt vinden dit echter zeer

[8] Brounen en Kok beschouwen in dit kader de energielabels A, B en C als “groen”
[9] RIGO Research en Advies is een organisatie die actief is in de vakgebieden onderzoek, kennisontwikkeling en beleidsondersteuning op het gebied van de kwaliteit van de woon- en leefomgeving.

misleidend omdat het groene label is verkregen als resultaat van investeringen in het verleden al dan niet gedaan om het energielabel op het betreffende niveau te krijgen. Zij stellen dan ook dat de causaliteit daarom waarschijnlijk juist andersom ligt. De gelabelde woning waarin veel is geïnvesteerd is veel waard en heeft daardoor met grote kans een groen label. Zij stellen dat de werkelijke vraag met betrekking tot het prijsverschil zou moeten zijn hoeveel geld een woningbezitter gemiddeld heeft moeten investeren in zijn woning om van een rood naar een groen label te gaan. Berkhout en De Wildt leggen een link met Voorbeeldwoningen 2011 van Agentschap NL. Zij stellen dat een labelsprong globaal 2 maal zoveel kost als de premie bij verkoop oplevert. Zij stellen daarom vast dat het energiezuinig(er) maken van een woning een verliesgevende zaak is. De link die ze leggen is echter zeer kort door de bocht. Voorbeeldwoningen hanteert verschillende investeringen voor verschillende ingrepen van toepassing op specifieke woningtypen. Echter de link zal vooral bedoeld zijn als indicatie.

Opvallend is dat Brounen en Kok (2009) geen onderscheid maken in premies voor verschillende woningtypen. Een rijwoning en een appartement hebben voor een specifiek label eenzelfde premie als percentage van de waarde van de woning. Een energielabel B zou echter voor een rijwoning een grotere impact kunnen hebben op de energiebesparing en daarmee kostenbesparing, dan voor een appartement.

2.4 Samenvatting

De Nederlandse woonconsument kent beperkt waarde toe aan energiezuinigheid en is zeer beperkt daar onvoorwaardelijk voor te betalen. Dit standpunt komt naar voren uit onderzoeken van Bouwfonds en Van Eck. De consument hanteert bij een investering het principe dat hij er zelf, op financieel gebied of door verhoging van het wooncomfort, beter van moet worden. Als een investering leidt tot betere energieprestaties is dat een prettige bijkomstigheid, maar absoluut geen noodzaak. De houding van de woonconsument kan verklaard worden door een gebrek aan kennis en door onzekerheid rondom de financiële waarde van de besparing. Daarnaast zou bij het energiezuiniger maken van woningen de focus teveel op de techniek liggen in plaats van bij de wens van de consument.

De impact van energiezuinigheid op de waarde van een woning kan worden bepaald door de toekomstige besparingen netto contant te maken. Daarvoor moet antwoord gegeven worden de vragen: welke hoeveel energie wordt bespaard, wat is de prijs van de energie, wat is de levensduur van de energiebesparende elementen, wat is de discontovoet waartegen de besparingen moeten worden verdisconteerd. De korte termijn visie van de consument, de onzekerheid van besparingsvoordelen, marktfalen en beperkte informatievoorziening hebben

invloed op de hoogte van de discontovoet. Dit maakt het onwaarschijnlijk een geschatte discontovoet effectief te kunnen gebruiken om de waarde van energiezuinigheid vast te bepalen.

Veel studies naar de impact van energieprestaties op de waarde van een woning gebruiken hedonische regressie analyse. Hedonische regressie analyse gebruikt een regressievergelijking waarin de waarde van de woning afhankelijk wordt gemaakt van verklarende karakteristieken van de woning. De studies nemen elementen in deze vergelijking op die gerelateerd zijn aan de energieprestaties van de woning. Voorbeelden van dergelijke elementen zijn de afgegeven stralingswarmte, de dikte van isolatie, toegepaste materialen en de hoogte van de energierekening. Ook classificaties voor energieprestaties van woningen zoals ENERGY-STAR en Energy Efficiency Rating zijn in regressie analyses gebruikt bij onderzoek naar de waarde van energieprestaties.

Het prijseffect van energieprestaties op de Nederlandse markt is onderzocht door Brounen en Kok. Zij gebruiken een hedonische regressie analyse met het energielabel als indicator voor energieprestaties. De resultaten lieten een significante en substantiële premie zien voor woningen met een “groen” energielabel. Daarnaast nemen ze waar dat de meerwaarde van elk specifiek energielabel conform verwachting oploopt naarmate de energieprestatie toeneemt. Een woning met label F ontvangt een premie van 2,1% en een woning met label A zelfs 11,7%. Berkhout en De Wildt plaatsen als kanttekening bij het onderzoek van Brounen en Kok dat onterecht niet naar de kosten wordt gekeken die verbonden zijn aan een energielabel. Zij doen de suggestie Voorbeeldwoningen 2011 van Agentschap NL te gebruiken, om kosten te koppelen aan een waardesprong door betere energieprestaties. Deze studie heeft het onderzoek van Brounen en Kok als uitgangspunt gebruikt en ziet de opmerkingen van Berkhout en De Wildt als richting voor nader onderzoek.

3 ONDERZOEKSMETHODIEK

3.1 Inleiding

De waardering van woningen kan op diverse wijzen plaatsvinden. De waarderingsinstructie van de Waarderingskamer[10] onderscheidt drie methoden: “methode vergelijking met referentiewoning”, “methode homogene groepen“ en “methode van modelmatige vergelijking”. Sinds 2008 is de methode van modelmatige vergelijking dé methode voor de Waarderingskamer. Niet alleen de Waarderingskamer maakt gebruik van modelmatige waardebepaling om de waarde van vastgoed vast te stellen. Ook hypotheekverstrekkers maken meer en meer gebruik van modellen om bijvoorbeeld een getaxeerde waarde te toetsen. Naast de praktijk gebruiken ook onderzoekers volop modellen bij hun studies waarbij de waarde van woningen een rol speelt. Zo hebben Theebe (2004) en Gulicher (2008) gebruik gemaakt van hedonische regressie om de invloed op woningprijzen te onderzoeken van respectievelijk verkeerslawaai en de aanwezigheid van groene open ruimte. In hoofdstuk 2 zijn ook vele studies voorbij gekomen die gebruik gemaakt hebben van hedonische regressie. Deze studie gebruikt ook hedonische regressie analyse voor het empirisch onderzoek naar de invloed van energiezuinigheid op de waarde van een woning. Dit hoofdstuk beschrijft daarom allereerst het basis hedonische regressiemodel. Daarna zal worden ingegaan op de historie van hedonische regressie. Paragraaf 3.4 geeft vervolgens aan welke stappen moeten worden doorlopen om een regressiemodel te bouwen.

3.2 Het basis hedonische regressiemodel

Hedonische modellen worden veelvuldig gebruikt voor het waarderen van onroerende goederen. Francke (2010) geeft aan dat waarderingsmodellen veronderstellen dat er een relatie bestaat tussen kenmerken en prijzen, zodat verschillen in prijzen verklaard kunnen worden door verschillen tussen vastgoed objecten. Een hedonische regressie analyse is een manier om de verkoopprijs van een woning op te splitsen en toe te wijzen aan meetbare prijzen en hoeveelheden, op een zodanige manier dat voor verschillende woningen of identieke woningen op verschillende locaties de prijzen kunnen worden voorspeld en vergeleken (Malpezzi, 2002). Daarnaast biedt een hedonisch regressiemodel een manier om waarde toe te kennen aan individuele karakteristieken van een woning. Tevens zijn de coëfficiënten van de karakteristieken logisch te interpreteren (Brooks, 2002). Bovenstaande verklaard waarom hedonische modellen tegenwoordig vaak gebruikt worden bij het waarderen van woningen.

[10] De Waarderingskamer is een onafhankelijk orgaan die belast is met het controleren of gemeenten de Wet waardering onroerende zaken (Wet WOZ) goed uitvoeren. Verder houden zij toezicht op de uitvoering van de Basisregistratie waarde onroerende zaken. Zie www.waarderingskamer.nl

Woningen en consumenten zijn beide heterogeen. Elke woning heeft verschillende karakteristieken en consumenten waarderen deze karakteristieken verschillend (Sirmans et al. 2005). Een hedonisch regressie model voert een regressie uit van de prijs van een heterogene goed op de hoeveelheden of beschikbaarheid van diverse kenmerken (Gulicher 2008). Een hedonische regressie voor de waarde van een woning kan worden uitgelegd als het uiteenrafelen van de waarde van een woning in waarden van individuele eigenschappen van de woning die gezamenlijk de waarde van de woning bepalen. De basis van een hedonisch regressie model wordt gevormd door onderstaand lineaire regressie model:

(3) $Y = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$

waarbij:
Y = afhankelijke variabele,
α = constante
β = regressie coëfficiënt
x = onafhankelijke variabele
ε = error term
$_i$ = nummer van de waarneming

In bovenstaand basis lineaire regressie model (1) geeft de hellingshoek β de impliciete relatie aan tussen de onafhankelijke variabele x en afhankelijke variabele Y. Op basis van bovenstaand basismodel formuleert Malpezzi (2002) de fundamentele hedonische vergelijking voor de waarde van een woning als volgt:

(4) $V = f(S, N, L, C, T) + \varepsilon$

waarbij:
V = waarde;
S = constructieve eigenschappen;
N = buurt/omgeving kenmerken;
L = locatie binnen de markt.
T = tijdstip waarop waarde is waargenomen
ε = error term

Bovenstaande vergelijking (4) geeft aan dat de waarde van een woning wordt verklaard door een functie die bestaat uit vectoren voor constructieve eigenschappen van de woning, kenmerken van de buurt/omgeving waarin de woning is gelegen, de locatie binnen de markt en het tijdstip waarop de waarde is waargenomen. De regressievergelijking verklaart de ontwikkeling in de afhankelijke variabele met een ontwikkeling in de onafhankelijke variabele(n). Hierbij vertegenwoordigen de onafhankelijke variabelen de individuele karakteristieken van de woning. Deze studie gebruikt een regressiemodel dat gebaseerd is op de vergelijking in formule (4).

3.3 Historie hedonische prijstheorie

Malpezzi (2002) geeft aan dat de oorsprong van het hedonische prijstheorie in de automobielindustrie ligt.[11] In 1939 paste Court, econoom bij de Automobile Manufacturers' Association, deze prijstheorie voor het eerst toe bij een onderzoek naar genot. In zijn onderzoek werd het genot gemeten dat consumenten beleefden aan de diverse eigenschappen van auto's zoals snelheid, comfort en veiligheid. De basis voor het toepassen van de hedonische prijstheorie in economische perspectief is gelegd door Lancaster (1966) en Rosen (1974).

Lancaster (1966) richtte zich op de vraagkant van de markt en ontwikkelde een variant van de micro-economische theorie waarin nut niet noodzakelijkerwijs door een goed zelf, maar door de eigenschappen van het goed wordt voortgebracht. Hij maakte hierbij gebruik van "activity analysis". In zijn paper richtte hij zich niet specifiek op woningen, maar paste het concept toe op een breed scala van onderwerpen van financiële producten tot de balans tussen werk en vrije tijd. Een vertaling van zijn gedachte naar het onderwerp wonen is duidelijk en direct te maken (Malpezzi 2002). Een consument ziet een woning niet als een woning, maar als warme droge verblijfplaats, een plek waar je kunt slapen, jezelf kunt verzorgen, spullen kunt bewaren enzovoort. Elk van die eigenschappen vertegenwoordigt nut voor de consument. Lancasters paper dient daarom vaak als micro-economische basis bij het analyseren van nut voortbrengende eigenschappen. Rosen (1974) richt zich ook op de eigenschappen van objecten maar kijkt minder naar nut en meer naar hoe deze eigenschappen de prijs beïnvloeden. Hij concentreert zich op hoe aanbieders en consumenten op elkaar reageren binnen het raamwerk van vraag en aanbod. De hedonische prijstheorie voor samengestelde goederen gaat uit van het maximaliseren van nut door consumenten en producenten. Iedere consument heeft een specifieke vraagfunctie die

[11] Goodman (1998) en Colwell en Dillmore (1999) stellen dat de oorsprong van het hedonische model verder terug gaat en verwijzen naar papers van Haas (1922) en Wallace (1926) die een hedonisch model gebruikten om de waarde van agrarische grond te schatten.

aangeeft hoeveel hij maximaal wil betalen voor elk attribuut. Bepalend hierbij zijn het beschikbare inkomen, het nut dat hij toekent aan en zijn voorkeur voor bepaalde attributen. Daarnaast heeft iedere producent zijn eigen aanbodfunctie die aangeeft hoeveel hij minimaal wil ontvangen voor het leveren van bepaalde attributen. Dit wordt bepaald door de verwachte winst bij een gegeven kostenfunctie en productieniveau. Uit deze vraag- en aanbodfuncties volgen de evenwichtsprijzen per attribuut. Hoewel Rosen (1974) niet expliciet de functionele vorm van het hedonische prijsmodel besprak, wordt zijn onderzoek gezien als de theoretische basis voor non-lineaire hedonische prijsmodellen (Malpezzi 2002).

Malpezzi (2002) wijst Maclennan (1977) aan als grondlegger voor het moderne gebruik van hedonische prijsmodellen bij het waarderen van woningen. In zijn paper onderzoekt Maclennan (1977) de theoretische veronderstellingen besloten in woningprijs studies. Hij beschrijft de noodzaak om hedonische modellen op een stevig theoretisch fundament te plaatsen waarbij aandacht moet zijn voor de gevolgen van verstoord evenwicht (disequilibrium). Tevens geeft hij aan dat er nagedacht moet worden of de gebruikelijke specificaties (naar alle redelijkheid) volledig zijn. Hij doelt hier onder meer op de discussies rond weggelaten variabelen (“omitted variables”), de functionele vorm en de juiste definitie van een markt, en op de gevolgen van de onvermijdelijke imperfecte specificaties. Daarnaast geeft hij aan dat het ontwerp van een prijsmodel moet passen bij het doel ervan. Na het verschijnen van Maclennans paper in 1977 ontwikkelden hedonische prijsmodellen zich tot een gangbare en veel toegepaste standaard methode om de waarde van een woning te verklaren. Een van de eerste en nog steeds belangrijkste toepassing van hedonische prijsmodellen is het verbeteren van woningprijsindexen en benchmarken (Malpezzi 2002). Daarnaast zijn hedonische regressiemodellen gebruikt om het effect van afstand tot het centrum, de kwaliteit van het omgevingsmilieu en locale belastingmaatregelen op de waarde van woningen te onderzoeken.

3.4 Het opstellen van een hedonisch regressie model

Malpezzi beschrijft in zijn paper “Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review (2002) welke vier stappen moeten worden doorlopen bij het bouwen van een hedonisch regressiemodel. Deze paragraaf beschrijft deze vier stappen en geeft per stap de aandachtspunten weer.

<u>Stap 1:</u> Keuze afhankelijke variabele

Deze eerste stap bestaat uit het kiezen van de waarde welke door het model dient te worden verklaard: de afhankelijke variabele. Bij vastgoed is deze waarde veelal de huurprijs of de waarde van de woning. Echter wat is de waarde van een woning? Is dit de transactieprijs, de

WOZ-waarde of de getaxeerde waarde? De transactie prijs is de werkelijke waarde van de woning, echter alleen op dat specifieke moment en onder die specifieke omstandigheden. De WOZ-waarde wordt tegenwoordig vaak modelmatig bepaald, een werkelijke weergave van de markt is het niet. De getaxeerde waarde is de waarde die een specialist aan de woning toekent, maar zonder een harde onderbouwing. Kortom de waarde van een woning is een lastig grijpbaar begrip. Malpezzi (2002) en Sirmans et al. (2005) stellen in hun papers vast dat de transactieprijs de beste benadering is van de waarde van de woning. Het gebruik van de transactieprijs als substituut voor de waarde van een woning is dan ook volledig geaccepteerd. Kanttekening bij het gebruik van de transactieprijs is dat de woningen die verkocht zijn geen willekeurige selectie van de totale woningvoorraad hoeven te zijn. Wanneer het doel is uitspraken te doen over de gehele woningvoorraad kan dit leiden tot afwijkingen in de resultaten. Echter de meeste onderzoeken naar een dergelijke afwijking geven aan dat deze afwijking beperkt is (Malpezzi 2002).

<u>Stap 2:</u> Keuze onafhankelijke variabelen

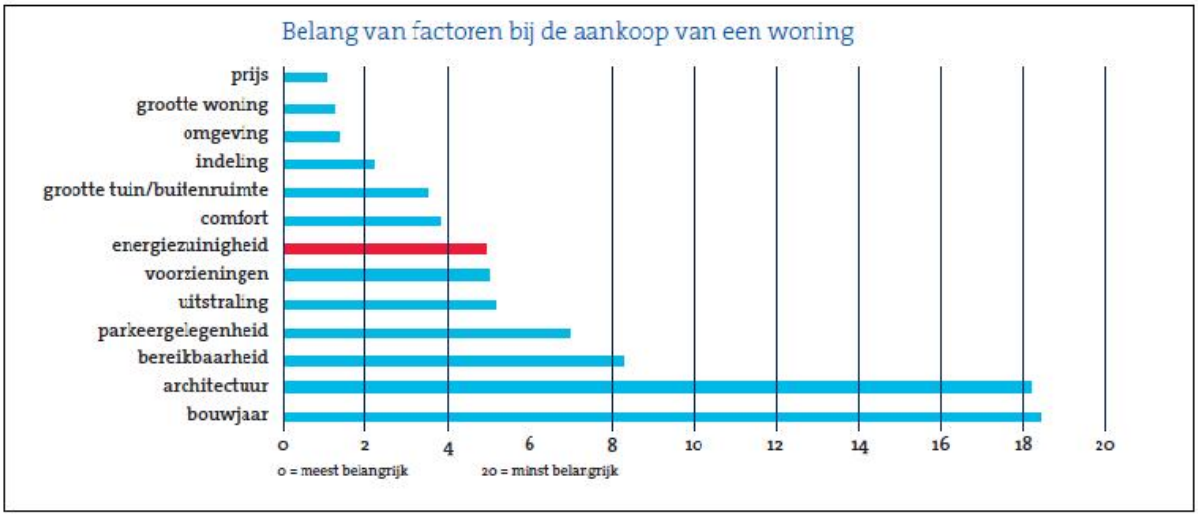
De tweede stap in het bouwen van een regressiemodel is het bepalen van de onafhankelijke variabelen. De onafhankelijke variabelen hebben als doel het verklaren van de waarde van de afhankelijke variabele en zullen daarom een relatie moeten hebben met de waarde van de woning. Malpezzi (2002) geeft aan dat op basis van de theorie geen richtlijnen zijn vast te stellen welke variabelen onderdeel van het regressiemodel zouden moeten zijn. Hij constateert op basis van vele studies dat onafhankelijk van het doel, de volgende variabelen onderdeel van het regressiemodel zouden moeten uitmaken:

- Aantal kamers (en type kamer)
- Vloeroppervlakte van de woning
- Type woning (bijvoorbeeld appartement, rijwoning of vrijstaande woning)
- Wijze van verwarmen of koelen van de woning
- Bouwjaar van de woning
- Andere constructieve kenmerken zoals de aanwezigheid van een kelder of garage
- Materiaal waaruit de woning is opgebouwd en de kwaliteit van de afwerking
- Omgevingskenmerken
- Afstand tot zakencentrum, winkelcentra, scholen en andere voorzieningen
- Tijdstip van de waarneming

Sirmans et al. (2005) hebben in de paper “The composition of hedonic pricing models: a review of the literature” een Top 20 opgesteld van karakteristieken die in recente studies

naar hedonische prijsmodellen het meest zijn toegepast. Deze Top 20 is opgenomen als appendix 3.1. De variabelen in deze Top 20 komen grotendeels overeen met de variabelen in de opsomming van Malpezzi (2002). Sirmans et al. (2005) geven in hun Top 20 tevens per variabele aan, het aantal keren dat de variabele is toegepast, het aantal keren dat het een positieve en negatieve invloed had en het aantal keren dat de variabele een significante bijdrage leverde aan de verklaring van de waarde van de woning. Malpezzi (2002) en Sirmans et al. (2005) zijn voornamelijk georiënteerd op de Verenigde Staten en dat blijkt ook uit hun opsomming van variabelen. Voor een hedonische regressiemodel voor de Nederlandse markt zijn de kenmerken “wijze van verwarmen of koelen” en “materiaal waaruit de woning is opgebouwd” minder relevant. De Nederlandse markt heeft voor deze kenmerken relatief minder varianten. Zo zijn vrijwel alle woningen in Nederland gebouwd van steen en hebben de woningen bijna allemaal een CV-ketel of aansluiting op de stadsverwarming om de woning te verwarmen. De meeste factoren zijn ook op de Nederlandse markt van toepassing zijn. Het onderzoek “Baat het niet dan gaat het niet” van Bouwfonds (2010) heeft woonconsumenten gevraagd een top vijf op te stellen van factoren die bij de aankoop van een woning een rol spelen. De uitkomsten staan weergegeven in figuur 3.1. Deze resultaten sluiten grotendeels aan bij de kenmerken van Malpezzi (2002) en Sirmans et al. (2005).

figuur 3.1



Bron: "Baat het niet dan gaat het niet" Bouwfonds (2010)

Er zijn oneindig veel woningkenmerken die als variabele in een regressie kunnen worden op. Malpezzi groepeert ze zoals in formule (2) staat beschreven in de groepen constructie, buurt/omgeving en locatie binnen de markt. Bij de keuze een variabele op te nemen is het van belang dat het vermoeden is dat de variabele waarde vertegenwoordigd of creëert. In dit onderzoek staat het kenmerk energiezuinigheid centraal en zal een manier moeten worden

gevonden om dit kenmerk in het regressiemodel op te nemen. Alle onafhankelijke variabelen in het model vormen samen een functie die de verschillende vectoren van de variabelen samenbrengt tot één waarde Y.

Stap 3: Keuze van functionele vorm

De derde stap is het kiezen van de functionele vorm van het regressiemodel. De eerste variant is lineaire regressie. Het basismodel voor een regressie, eerder in dit hoofdstuk beschreven als formule (1), is de enkelvoudige variant. Een uitbreiding hiervan is het multiple lineaire regressie model waarin meerdere onafhankelijke variabelen zijn opgenomen. Uitgangspunt van het lineaire regressiemodel is dat afhankelijke variabele, lineair toe- of afneemt met een toename van de onafhankelijke variabele. Elke onafhankelijke variabele x_n heeft een eigen evenredigheidsconstante β_n. Bij een toename van eenheid x_n neemt de afhankelijke variabele toe met één eenheid β_n.

De formule voor het lineaire regressiemodel:

(5) $$Y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_n x_n + \varepsilon_n$$

De tweede variant is het semi-logaritmisch regressiemodel. Bij deze regressievorm is de afhankelijke variabele de logaritmische waarde van Y en zijn de onafhankelijke variabelen lineaire waarden. De regressiecoëfficiënt β_n kan in deze modelvorm worden gelezen als ongeveer de procentuele verandering van Y bij het wijzigen van één eenheid x_n.[12] Tevens is het bij deze regressievorm mogelijk het effect op de waarde van de afhankelijke variabele per mutatie van de onafhankelijke te laten verschillen. Een voorbeeld hiervan is het aantal kamers. Bij een lineaire regressie voegt elke extra kamer dezelfde waarde toe. Bij een semi-logaritmisch model hoeft dit niet. Deze regressie vorm staat toe dat de toegevoegde waarde proportioneel kan variëren afhankelijk van de grootte en de kwaliteit van de woning. De relatie tussen de afhankelijke variabele en onafhankelijke variabele is niet lineair. Daarnaast heeft de semi-logmodel minder last van heteroskedasticiteit.[13]

[12] Halverson en Palmquist (1980) stellen in hun studie dat exp (β_n) – 1 een beter benadering is van het percentage dat de onafhankelijke variabele wijzigt bij één extra eenheid van de onafhankelijke variabele.
[13] Heteroskedasticiteit houdt in dat de variantie van error coëfficiënten niet onafhankelijk zijn van de waarde van de afhankelijk variabele.

De formule voor het semi-logaritmisch regressiemodel:

(6) $\ln Y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_n x_n + \varepsilon_n$

De derde variant is het dubbel-logaritmisch regressiemodel. In deze variant zijn zowel de afhankelijke als onafhankelijke variabele gespecificeerd als logaritmes. De regressiecoëfficiënt β_n geeft in dit type model aan wat het procentuele verandering is van de onafhankelijke variabele voor elke procentuele mutatie van de onafhankelijke variabele. Wanneer de β_n voor de onafhankelijke x_n gelijk is 0,05, betekent dit dat een wijziging van 1% van de onafhankelijke variabele leidt tot een % wijziging van de afhankelijke variabele.

De formule voor het dubbel-logaritmisch regressiemodel:

(7) $\ln Y = \alpha + \ln \beta_1 x_1 + \ln \beta_2 x_2 + \ldots + \ln \beta_n x_n + \varepsilon_n$

Naast de drie hierboven beschreven regressie varianten bestaat ook nog een translog variant en zijn er allerlei hybride varianten waarin een mix van lineair, semilogaritmisch, dubbel-logaritmisch en/of translog in één model worden gecombineerd. Wanneer duidelijk blijkt dat de error terms niet normaal verdeeld zijn, is Box-Cox regressie een mogelijkheid. De literatuur biedt geen sterke theoretische basis voor het kiezen van de juiste functionele vorm voor een hedonische regressie (Malpezzi, 2002). Wel constateren Sirmans et al. (2005) dat het semi-logaritmisch regressiemodel het meest toegepaste model.

<u>Stap 4:</u> Bepalen submarkt

De vierde en laatste stap die moet worden doorlopen bij het bouwen van een regressiemodel is het definiëren en testen van de submarkt. Woningmarkten zijn vaak lokaal en zeer gevarieerd. Dit houdt in dat elke submarkt anders tegen waarde bepalende karakteristieken van een woning aankijkt en de waarde per karakteristiek per submarkt kan verschillen. Hierom is het weloverwogen bepalen van submarkten bij hedonische regressie een vereiste. Malpezzi (2002) stelt vast dat in de literatuur drie categorieën worden onderscheiden: het macro niveau zoals submarkten als een volledig land of een regio, het meso niveau met submarkten als een stad of stadsregio en het micro niveau met submarkten als een centrumgebied of woningkwaliteit. Deze keuze voor een submarkt zal voor een groot deel afhankelijk zijn van de beschikbare data. Malpezzi (2002) geeft aan dat bij de beschikbaarheid van een grote database een weloverwogen keuze voor een specifieke submarkt in het algemeen tot aanzienlijk betere resultaten zal leiden. Daarentegen bij een

kleine beperkte database is het vaak de beste optie te kiezen voor eenvoudig regressiemodel met een meso-submarkt.

3.5 Aandachtspunten

Deze paragraaf bespreekt kort een drietal aandachtsgebieden waar in het vervolg van deze studie niet aan voorbij mag worden gegaan.

Veel studies maken gebruik van hedonische regressie analyse voor onderzoek naar de waarde van woningen en woningkarakteristieken. Echter de resultaten van deze studies kunnen lastig met elkaar worden vergeleken. Variabelen kunnen namelijk op verschillende manieren worden gedefinieerd, gemeten en in de regressievergelijking worden opgenomen. Daarnaast waardeert elke markt een specifiek woningkenmerk weer anders. En studies zullen zelden zijn uitgevoerd op een identieke markt. Tevens kunnen onderzoeken verschillen in functionele vorm van het toegepaste regressiemodel, wat effect heeft op de resultaten (Halvorsen en Pollakowski, 1981; Cropper, Deck en McConnell, 1988).

Talloze variabelen kunnen invloed hebben op de waarde van een woning. In de litteratuur is geen houvast te vinden welke variabelen moeten worden opgenomen. Malpezzi (2002) geeft wel een opsomming van welke variabelen minimaal zouden moeten worden opgenomen. Echter in praktijk zijn sommige variabelen niet beschikbaar of van onvoldoende kwaliteit en worden daarom niet opgenomen in het model. Wanneer deze weggelaten variabelen een belangrijke bijdrage leveren aan het verklaren van de waarde, kunnen regressiecoëfficiënten van andere onafhankelijke variabelen een (grote) afwijking vertonen. Deze variabelen gaan de afwezigheid van de afwezige variabele corrigeren. De efficiëntie van de opgenomen variabelen neemt hierdoor af. Butler (1982) noemt dit fenomeen de “omitted variable bias”. Het is daarom van belang de regressiecoëfficiënten logisch te kunnen verklaren. Wanneer dit niet mogelijk is, kan er sprake zijn van een weggelaten variabele die een belangrijke rol speelt in het verklaren van de waarde van de afhankelijke variabele.

De grootte van de steekproef heeft invloed op de manier waarop resultaten van regressie analyse zijn te gebruiken. Wanneer een steekproef klein is, zijn de resultaten niet te veralgemeniseren. Dit betekent dat de uitkomsten alleen geldig zijn voor de desbetreffende steekproef en dat er geen uitspraken gedaan kunnen worden voor de gehele populatie. Verschillende onderzoekers geven verschillende richtlijnen betreffende het aantal records dat vereist is om een regressie analyse uit te kunnen voeren. Stevens (1996) geeft aan dat minimaal 15 records per onafhankelijke variabele nodig zijn om een betrouwbare regressie

uit te kunnen voeren. Tabachnick en Fidell (1996) hanteren de formule N > 50 + 8m[14] om de minimale omvang van de steekproef voor een betrouwbare regressie analyse vast te stellen.

3.6 Samenvatting

Hedonische regressie analyse is een algemeen geaccepteerde en breed toegepaste methode om woningen te waarderen. Het is een manier om de verkoopprijs van een woning op te splitsen en toe te wijzen aan meetbare prijzen en hoeveelheden, op een zodanige manier dat voor verschillende woningen of identieke woningen op verschillende locaties, de prijzen kunnen worden voorspeld en vergeleken. Hedonisch regressiemodel biedt tevens een manier om waarde toe te kennen aan individuele karakteristieken van een woning.

De basis voor het toepassen van de hedonische prijstheorie in economische perspectief is gelegd door Lancaster en Rosen. Lancaster ontwikkelde een variant van de micro-economische theorie waarin nut niet noodzakelijkerwijs door een goed zelf, maar door de eigenschappen van het goed wordt voortgebracht. Rosen formuleerde een hedonische prijstheorie voor samengestelde goederen met aanbieders en consumenten die hun nut maximaliseren. Maclennan is de grondlegger van het moderne gebruik van hedonische prijsmodellen voor het waarderen van vastgoed. Hij vormt een basis en beschrijft de aandachtspunten voor het gebruik van hedonische regressiemodellen.

Bij het bouwen van een regressiemodel worden vier stappen doorlopen:

1. <u>Keuze afhankelijke variabele</u>
   De beste benadering voor de waarde van vastgoed is de transactieprijs.
2. <u>Keuze onafhankelijke variabelen</u>
   De onafhankelijke variabelen hebben als doel het verklaren van de waarde van de afhankelijke variabele. De theorie geeft geen richtlijnen welke variabelen onderdeel van het regressiemodel zouden moeten zijn.
3. <u>Keuze functionele vorm</u>
   Elke vorm heeft zijn mogelijkheden en beperkingen. De literatuur biedt geen sterke theoretische basis voor het kiezen van de juiste functionele vorm.
4. <u>Bepalen submarkt</u>
   Elke (sub)markt kijkt anders tegen waardebepalende karakteristieken van een woning aan en de waarde per karakteristiek per submarkt kan verschillen.

Bij regressie analyse moet met een aantal punten rekening worden gehouden. De resultaten van regressie analyses zijn lastig te vergelijken omdat functionele vorm, definitie van

[14] Waarbij N = minimale aantal in steekproef en m = aantal onafhankelijke variabelen

variabelen en submarkten kunnen verschillen. Daarnaast kunnen “omitted variables” grote invloed hebben op het effect van variabelen in het model. Ten slotte is bij het uitvoeren van een betrouwbare regressie een minimaal aantal records nodig. Deze studie hanteert 15 records als minimum.

4 INDICATOR ENERGIEPRESTATIE EN KOSTEN BETERE ENERGIEPRESTATIE

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 is door middel van literatuur onderzoek antwoord gegeven op de vragen of de woonconsument waarde toekent aan de energieprestatie van een woning, op welke manier andere studies de relatie tussen energieprestatie en woningwaarde hebben gelegd en wat de uitkomsten van deze studies zijn. Vervolgens is in hoofdstuk 3 beschreven dat deze studie hedonische regressie analyse toepast voor het empirisch onderzoek. Dit hoofdstuk beschrijft voordat in hoofdstuk 5 het regressiemodel wordt beschreven, twee aspecten die invloed hebben op het regressiemodel en de regressie analyse. Het eerste aspect is de indicator voor de energieprestatie en wordt beschreven in paragraaf 4.2. Het tweede aspect betreft het koppelen van betere energieprestaties aan investeringen en komt aan bod in paragraaf 4.3.

4.2 Indicator energieprestatie

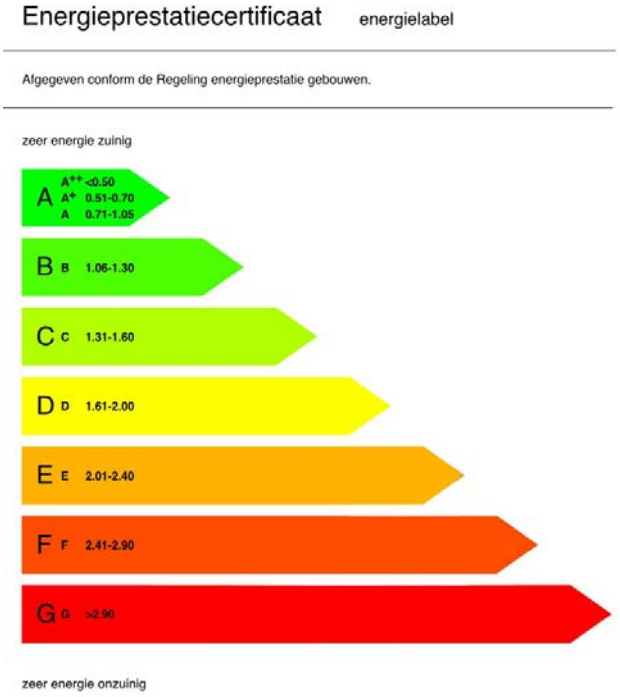
Deze paragraaf gaat in op de vraag hoe deze studie de relatie legt tussen de energieprestatie en de waarde van een woning. Deze studie gebruikt het energielabel als indicator voor de energieprestatie. Dit is een universele classificatie die op uniforme wijze voor alle type woningen het relatieve energieverbruik weergeeft. Het gebruik van het energielabel als indicator voor de energieprestaties sluit aan bij de studie van Brounen en Kok (2009). Zij onderzochten de introductie, adoptie en de effecten op de Nederlandse markt van het energielabel. Studies van Bloom, Nobe en Nobe (2011) en de Australische overheid (2008) gebruiken met respectievelijk Energy Star en EER Star Rating, indicatoren die vergelijkbaar zijn met het energielabel. Deze paragraaf beschrijft wat een energielabel is, en hoe het wordt berekend en geeft een stukje historie weer over de wet- en regelgeving rondom het energielabel.

4.2.1 Energielabel

Het energielabel geeft op basis van labels met de letter A tot en met G en de kleuren groen, geel oranje en rood aan, hoe energiezuinig een woning is. Figuur 4.1 geeft de energielabels, kleuren en bijbehorende energie-indexen weer. Een woning met een groen A label is het energiezuinigst en een woning met een rood G label het minst zuinig. Het energielabel voor woningen is te vergelijken met het energielabel voor auto’s en witgoed. Het is een classificatie van de energieprestaties van woningen die universeel wordt toegepast. Bij communicatie over de energieprestatie van een woning wordt veelal gerefereerd aan het

energielabel. Woonconsumenten kunnen op basis van het energielabel de energiezuinigheid van verschillende woningen van het zelfde type met elkaar vergelijken. Vaak worden de begrippen energielabel en energieprestatie certificaat als synoniemen gebruikt. Echter het energielabel is onderdeel van het energieprestatie certificaat. Het energielabel is een eenvoudig en bondig communicatiemiddel voor de inhoud van het energieprestatie certificaat. Het energieprestatie certificaat bestaat uit 2 pagina's en is opgebouwd uit de vaste onderdelen: het energielabel van de woning, een omschrijving van de woning, het standaard energiegebruik van de woning en een advies voor energiebesparende maatregelen. Daarnaast kent het certificaat een bijlage waarin de energie-index wordt weergegeven. Energieprestatie certificaten mogen alleen door gecertificeerde EPA-adviseurs worden vastgesteld en afgeven. Een voorbeeld van een energieprestatie certificaat is opgenomen als appendix 4.1.

figuur 4.1



4.2.2 Energie-index

De energie-index geeft de energieprestatie van de woning weer. Hoe lager de waarde van de energie-index hoe beter de energieprestaties. De energie-index wordt vastgesteld op basis van de bepalingsmethodiek en formulestructuur uit de ISSO-publicaties 75.1 en 82.1. Het berekenen van energie-index vindt plaats met behulp van gecertificeerde software op basis van woningeigenschappen, woninggebonden installaties en gestandaardiseerd gebruikersgedrag. Hierbij spelen onder andere de isolatie van de gevels, het dak en de vloer, de toegepaste beglazing, de manier waarop balkons zijn bevestigd, de wijze van ventileren, de wijze waarop de woning wordt verwarmd, de manier waarop in warmwater wordt voorzien en de aanwezigheid van zonnecellen, een rol. De energie-index is een schatting van het primair energiegebruik van een woning. Dit is de hoeveelheid energie die de woning elk jaar verbruikt voor verwarming van ruimtes, verwarming van water en verlichting minus de opwekking van energie door zonnecollectoren. De energie-index geeft het gestandaardiseerd energiegebruik van een woning weer in gigajoule per m². Bij de berekening wordt uitgegaan van het gemiddeld Nederlands klimaat en een gemiddeld stook-

en woongedrag bij bewoning door een gemiddeld aantal bewoners. Door het gebruik van gemiddelden zal iemand die zuinig omgaat met energie of niet vaak thuis is, in de praktijk minder energie verbruiken dan dat het energielabel aangeeft. Het energielabel van een woning wordt vastgesteld op basis van de energie-index. Zo heeft bijvoorbeeld een woning met een energie-index van 2,7 een rood G label. In figuur 4.1 is de volledige relatie tussen energie-index en energielabel weergegeven.

4.2.3 Wet- en regelgeving

Op 4 januari 2003 is de Europese richtlijn “Energy Performance Building Directive” (EPBD) bekrachtigd, waarin afspraken zijn vastgelegd over de energieprestatie van gebouwen. Deze richtlijn komt voort uit de ratificatie in 2002 door de EU van het Kyoto-verdrag uit 1997. Het doel van de EPBD is het stimuleren van een verbeterde energieprestatie voor alle gebouwen in de Europese Unie en zodoende ook het reduceren van de CO2 uitstoot. De richtlijn stelt onder andere eisen aan de uniforme berekeningswijze van energieprestaties van gebouwen, stelt minimum prestatie-eisen en verplicht de lidstaten tot energiecertificering van gebouwen (http://www.EPBD.nl). Een gevolg van de EPBD richtlijn is de wettelijke verplichting sinds 1 januari 2008 om bij een woningtransactie een energielabel te kunnen overhandigen aan kopers of huurders. In de praktijk stelt deze verplichting nog niet veel voor omdat de mogelijkheid bestaat de verkoper of verhuurder een ontheffing te verlenen en daarnaast ontbreken sancties op het niet nakomen van de verplichting. Dit heeft als gevolg gehad dat het percentage verkochte woning met energielabel snel daalde van circa 25% vlak na de introductie in 2008, tot circa 5% anderhalf jaar later (Brounen en Kok, 2009). In 2010 is de EPBD herzien om de energieprestatie-eisen te versterken en te stroomlijnen en een aantal bepalingen te verduidelijken. De verwachting is dat in Nederland vanaf 2013 strengere wetgeving zal gelden rondom het energielabel. Een voorstel van de regering is dat een woning bij de notaris niet kan worden getransporteerd zonder energielabel. Hierdoor is een energielabel noodzakelijk voor eigendomsoverdracht.

4.3 Koppelen betere energieprestaties aan investeringen

Deze studie probeert door middel van hedonische regressie analyse vast te stellen of de Nederlandse woningmarkt waarde toekent aan een energielabel en daardoor indirect aan betere energieprestaties. Het verbeteren van de energieprestatie van een woning gaat gepaard met een investering. Deze studie gebruikt Voorbeeldwoningen 2011 van Agentschap NL om betere energieprestaties te koppelen aan investeringsbedragen. Op deze manier kan worden nagaan hoe een eventuele premie verbonden aan betere energieprestaties, zich verhoudt tot de investeringen om het betreffende energieprestatie niveau te behalen. Deze gedachte sluit aan bij de visie van Berkhout en De Wildt (2011).

Deze paragraaf legt daarom uit wat Voorbeeldwoningen zijn en beschrijft hoe de relatie tussen betere energieprestaties en kosten, op basis van de Voorbeeldwoningen, wordt gelegd. Daarnaast wordt per type voorbeeldwoning de investering voor de meest gangbare labelsprong gegeven.

4.3.1 Voorbeeldwoningen 2011

Voorbeeldwoningen 2011 is een publicatie van Agentschap NL[15] waarin voor grote groepen bestaande woningen in Nederland, allerlei informatie staat over energieverbruik, energiebesparing en investeringskosten van diverse energiebesparende maatregelen.
De informatie in Voorbeeldwoningen kan door overheden, energiebedrijven, adviesbureaus en woningbouwcorporaties worden gebruikt om beleidsanalyses en adviezen over energiebesparing van grote groepen bestaande woningen te onderbouwen. Zij kunnen bekijken op welke wijze energie bespaard kan worden, wat de invloed is van energiebesparende maatregelen op de energieprestaties en wat de invloed hiervan is op het energielabel. Daarnaast biedt het informatie om in te schatten wat de gevolgen zijn van beleidskeuzes op het gebied van energiebesparing en CO2-reductie.

4.3.2 Type voorbeeldwoningen

De woningen in de Voorbeeldwoningen zijn onderverdeeld naar vijf bouwperioden en zeven verschillende woningtypen. Per bouwperiode is voor elk woningtype een voorbeeldwoning beschikbaar. In figuur 4.2 zijn alle 30 voorbeeldwoningen weergegeven. Samen vormen zij een afspiegeling van de Nederlandse woningbouwvoorraad tot en met bouwjaar 2005. Voor bijna alle bestaande woningen in Nederland is een voorbeeldwoning beschikbaar.

figuur 4.2

Woningtype	Bouwperiode				
	t/m 1945	1946-1964	1965-1974	1975-1991	1992-2005
Vrijstaande woning	1		2	3	4
2 onder 1 kap woning	5		6	7	8
Rijwoning	9	10	11	12	13
Maisonnettewoning	14		15	16	17
Galerijwoning	18		19	20	21
Portiekwoning	22	23	24	25	26
(Overig) flatwoning	27		28	29	30

[15] Agentschap NL is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. Het agentschap bestaat uit vijf thematische divisies die zich bezig houden met de uitvoering van overheidsbeleid rond de thema's Duurzaamheid, Innovatie en Internationaal. Voorbeeldwoningen 2011 is een product van de divisie NL Energie en Klimaat.

4.3.3 Informatie per type voorbeeldwoning

De informatie per voorbeeldwoning bestaat uit algemene informatie, woningkarakteristieken, energetische informatie en energieprestaties. De algemene informatie beschrijft het aantal woningen van dit type voorbeeldwoning in Nederland, of de woningen worden verhuurd of door de eigenaar worden bewoond, tot welke leeftijdscategorie de bewoners behoren, wat voor type huishouden de woning bewoond en uit hoeveel bewoners het huishouden bestaat. De woningkarakteristieken beschrijven hoe de gemiddelde woning van dit type voorbeeldwoning eruit ziet, zoals het aantal bouwlagen en het aantal m² vloeroppervlakte. Verder wordt de energetische kwaliteit van de woning beschreven. Hierbij worden onderscheid gemaakt in vier niveaus. Allereerst wordt aangegeven wat het energetisch niveau in de oorspronkelijke staat op het moment van oplevering was. Daarna wordt omschreven welke maatregelen in de loop der jaren zijn getroffen, die geleid hebben tot het huidige energetische niveau. Vervolgens wordt op basis van een analyse aangegeven wat het energetisch niveau zou kunnen zijn bij een gangbaar besparingspakket en bij een besparingspakket “extra”. Bovenstaande informatie wordt samengevat in een schema. Tabel 4.1 geeft dit schema weer voor voorbeeldwoning “vrijstaande woning, gebouwd tot en met 1964”. In dit schema wordt op basis van deze informatie voor de woning in de huidige staat en na het toepassen van het besparingspakket, de energie-index en het energielabel bepaald. Verder wordt aangegeven wat het totaal primair energiegebruik, het gasverbruik, het verbruik aan hulpenergie, de CO2 emissie en de jaarlijkse energiekosten zijn.

tabel 4.1

Berekening energieprestatie huidige staat en na besparingspakket

Vrijstaande woning gebouwd tot en met 1964

Kenmerken woning	
Gebruiksoppervlakte (m²)	130,0
Aantal bewoners	3,0

Bouwdelen	Huidig			Besparingspakket			Investeringskosten	
	Opp. (m²)	Rc-Waarde (m² K/W)	U-Waarde (W/m² K)	Opp. (m²)	Rc-Waarde (m² K/W)	U-Waarde (W/m² K)	Per m²	Totaal
Begane grondvloer [3]	93,0	0,32	1,72	93,0	2,53	0,36	€ 20	€ 1.860
Plat dak [3]	-	-	-	-	-	-	-	-
Hellend dak [3]	128,1	0,39	1,54	128,1	2,53	0,36	€ 53	€ 6.790
Gevel								
– Gesloten [3]	136,7	0,36	1,61	136,7	2,53	0,36	€ 21	€ 2.870
– Enkelglas [3]	8,0		5,20	-		-	€ 139	€ 1.110
– Dubbelglas [3]	20,3		2,90	-		-	€ 142	€ 2.880
– HR++ glas	-		-	28,3		1,80		

Installatie	Huidig	Besparingspakket	Investeringskosten
Ruimteverwarming [3]	HR107 ketel	HR107 ketel	–
Warmtapwater	Combitap HR	Combitap HR	
Ventilatie	Natuurlijke ventilatie	Natuurlijke ventilatie	

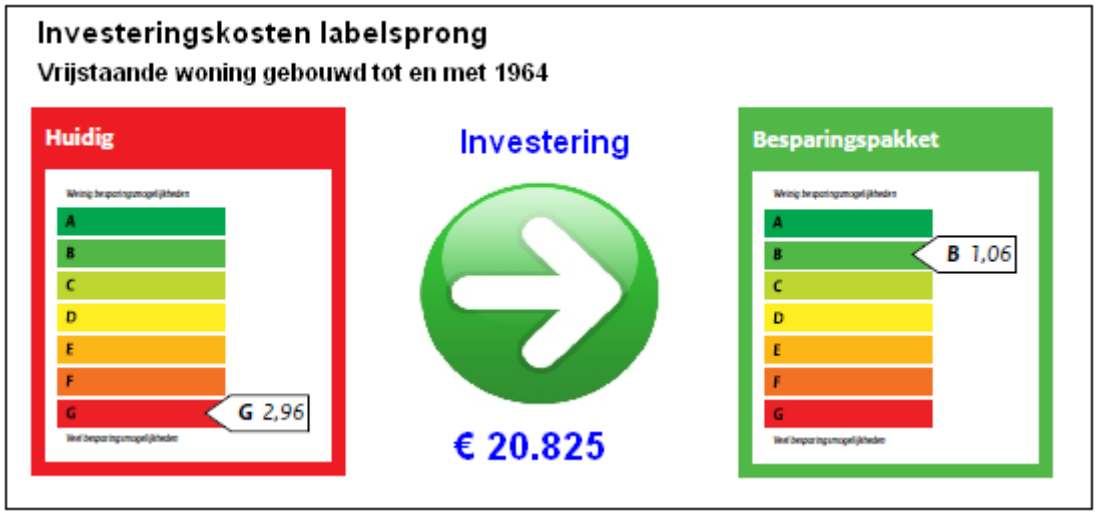
Vrijstaande woning: Investeringskosten [2] meest voorkomende subtype van energieniveau 'huidig' naar energieniveau 'besparingspakket'	€ 15.510

Energieprestaties subtype vrijstaand	Huidig	Besparingspakket	Besparing
EI (-)	2,96	1,06	1,90
Energielabel	G	B	5 energielabel(s)
Totaal primair energiegebruik (MJ)	201.179	71.430	129.749
Gasgebruik (m^3/jaar) [1]	4.731	1.496	3.235
Hulpenergie, verlichting, PV (kWh/jaar) [1]	1.103	1.103	0
CO_2 emissie (kg/jaar)	9.045	3.287	5.758
Energiekosten, exclusief BTW per jaar	€ 2.641	€ 1.214	€ 1.427

[1] Op basis van de EI-berekening, maar met een binnentempertuur van 16,5°C i.p.v. 18°C, zonder comfortcorrectie bij lokale verwarming en keukengeiser en directe aftrek van de opbrengst van PV.
[2] De investeringen van 'Huidig' naar 'Besparingspakket' zijn exclusief BTW en gelden bij projectmatige aanpak. Prijspeil 1 maart 2010.
[3] Telt mee bij investering meestvoorkomende subtype.

Het besparingspakket is vastgesteld op basis van een analyse van de besparingsmogelijkheden van de specifieke voorbeeldwoningen in de huidige staat. Dit besparingspakket kan bestaan uit het vervangen van enkel in HR++ glas of het verhogen van de isolatiewaarde van de begane grondvloer of daken. Aan dit besparingspakket is een investeringsbedrag gekoppeld. Deze informatie biedt inzicht in de kosten die zijn verbonden aan een investering om een bepaalde verhoging van de energieprestatie te realiseren: een investering per labelsprong.

figuur 4.3



Deze studie gebruikt de investering per labelsprong als referentiewaarde voor de eventuele meerwaarde die de Nederlandse woningmarkt, toekent aan een labelsprong. Figuur 4.3 geeft aan dat voor voorbeeldwoning “vrijstaande woning gebouwd tot en met 1964” een besparingspakket ter waarde van € 20.825, resulteert in een sprong van label G naar label A

4.3.4 Investeringsbedrag per labelsprong

In Voorbeeldwoningen 2011 is voor alle typen voorbeeldwoningen op basis van de gemiddelde huidige energetische kwaliteit het meest gangbare besparingspakket vastgesteld. Tevens is een raming gegeven van de kosten van dit besparingspakket. Op deze manier is per type voorbeeldwoning inzichtelijk wat de kosten zijn van een specifieke labelsprong. In tabel 4.2 “Investering per labelsprong” zijn de labelsprongen en investeringsbedragen voor alle relevante voorbeeldwoningen weergegeven. Deze tabel is gebaseerd op de berekeningen van de energie-index voor de Voorbeeldwoningen 2011. De data en berekeningen zijn opgenomen in appendix 4.2. Omdat de type voorbeeldwoningen in vloeroppervlakte, dakoppervlakte en m² glas kunnen verschillen, kan een kleinere labelsprong voor type X een grotere investering vereisen, dan een grotere labelsprong voor type Y.

tabel 4.2

Investering per labelsprong

Type woning	Bouwperiode	Energie index van	Energie index naar	Labelsprong van	Labelsprong naar	Investering
Vrijstaand	tot en met 1964	2,96	1,06	G	B	€ 20.825
	1965-1974	2,42	1,05	F	A	€ 22.789
	1975-1991	1,63	1,06	D	B	€ 22.277
	1992-2005	1,22	1,13	B	B	€ 3.844
Twee onder een kap	tot en met 1964	2,79	1,08	F	B	€ 17.838
	1965-1974	2,38	1,08	E	B	€ 18.754
	1975-1991	1,56	1,07	C	B	€ 18.897
	1992-2005	1,29	1,15	B	B	€ 5.498
Rijwoningen	tot en met 1945	3,36	1,11	G	B	€ 15.791
	1946-1964	2,63	1,09	F	B	€ 11.460
	1965-1974	2,21	1,09	E	B	€ 13.054
	1975-1991	1,58	1,08	C	B	€ 11.864
	1992-2005	1,22	1,17	B	B	€ 1.488

4.5 Samenvatting

Bij het bouwen van het regressiemodel moet rekening gehouden worden met het doel van de regressie analyse. Omdat deze studie het effect van de energieprestatie op de waarde van een woning wil onderzoeken, moet een onafhankelijke variabele als indicator voor de

energieprestatie in het regressiemodel worden opgenomen. Deze studie gebruikt hiervoor het energielabel. Het energielabel geeft op basis van labels met de letter A tot en met G aan hoe energiezuinig een woning is. Het energielabel wordt bepaald aan de hand van de energie-index. De energie-index is een schatting van het primair energiegebruik van een woning, uitgedrukt in gigajoule per m². Primair energiegebruik wil zeggen, de energie die de woning gebruikt voor verwarming van ruimtes, verwarming van water en verlichting minus de opwekking van energie door zonnecollectoren. Sinds 1 januari 2008 geldt de wettelijke verplichting om bij een woningtransactie een energielabel te kunnen overhandigen.

De uitkomsten van de regressie analyses moeten het mogelijk maken een eventuele waarde van energieprestaties te kunnen vergelijken met de kosten verbonden aan deze energieprestaties. Deze studie gebruikt gegevens uit Voorbeeldwoningen 2011 om betere energieprestaties te koppelen aan de investering om deze energieprestaties te realiseren. In Voorbeeldwoningen 2011 staat voor grote groepen bestaande woningen in Nederland allerlei informatie over energieverbruik, energiebesparing en investeringskosten van diverse energiebesparende maatregelen. Voorbeeldwoningen 2011 hanteert 30 groepen voorbeeldwoningen, door onderscheid te maken in type en bouwperiode. Voor elk groep bestaat één voorbeeldwoning die de gemiddelde woning van de groep vertegenwoordigt. Voor elke voorbeeldwoning is een pakket van de meest gangbare besparingenmogelijkheden vastgesteld en is inzichtelijk gemaakt welke kosten hieraan zijn verbonden. Het huidige energielabel, de kosten van het besparingspakket en het energielabel na het toepassen van het besparingspakket geven aan welke investering nodig is voor een specifieke labelsprong.

5 BESCHRIJVING REGRESSIEMODELLEN EN DATABASE

5.1 Inleiding

Deze thesis heeft als doel te achterhalen of de Nederlandse woningmarkt waarde toekent aan de energieprestatie van bestaande woningen en te onderzoeken hoe een eventuele meerwaarde van energiezuinige woningen zich verhoudt ten opzichte van de kosten om bestaande woningen energiezuiniger te maken. In hoofdstuk 3 is aangegeven dat deze studie voor het empirisch onderzoek gebruik maakt van hedonische regressie analyse en welke stappen moeten worden doorlopen voor de bouw van een hedonisch regressiemodel. Vervolgens besprak hoofdstuk 4 twee aspecten waarmee bij de opbouw van het regressiemodel rekening mee moet worden gehouden: een indicator voor energieprestaties en het vergelijkbaar zijn van uitkomsten met de investeringen voor labelsprongen. Dit hoofdstuk beschrijft allereerst in paragraaf 5.2 hoe de opbouw van het hedonische regressie model heeft plaatsgevonden. Daarna beschrijft paragraaf 5.3 de drie fasen van de regressie analyse en de regressiemodellen die daarbij worden gebruikt. In paragraaf 5.4 komt de database aanbod waar de regressie analyses op worden toegepast.

5.2 Beschrijving regressiemodel

Deze paragraaf beschrijft het regressiemodel dat wordt gebruikt bij de regressie analyse van de database om het effect van energieprestaties op de waarde van een woning te onderzoeken

5.2.1 Opbouw regressiemodel

Deze paragraaf beschrijft allereerst de opbouw van het regressiemodel en gebruikt daarbij de vier stappen zoals beschreven in paragraaf 3.4.

<u>Stap 1:</u> Keuze afhankelijke variabele

Omdat deze studie het effect van de energieprestatie van een woning op de marktwaarde wil vaststellen, is de te verklaren afhankelijke variabele in het model de transactieprijs.

<u>Stap 2:</u> Keuze onafhankelijke variabelen

Het doel van deze studie is het onderzoeken van de mogelijke relatie tussen de marktwaarde en de energieprestatie van een woning. Het is niet de bedoeling een zo goed mogelijk verklarend regressiemodel te ontwikkelen. Daarom beperkt het regressiemodel in dit onderzoek zich tot de woningkenmerken waarvan vermoed wordt dat de invloed op de woningprijs het grootst is en waarvan bij eerdere onderzoeken is bewezen dat zij een

significante bijdrage leveren aan de verklaring van de marktwaarde. De verwachting is dat op deze manier ook een eventueel verstorend effect van “ommitted variabeles” wordt geminimaliseerd. De onafhankelijke variabele “energielabel” is opgenomen als indicator voor de energieprestatie van de woning. Deze karakteristiek vormt in deze studie de belangrijkste onafhankelijke variabele. Naast woningkarakteristieken en omgevingskenmerken is ook een variabele opgenomen voor het tijdstip van de transactie. De reden hiervoor is dat prijsontwikkelingen die zich in de periode 2008-2011 hebben voorgedaan, de resultaten kunnen beïnvloeden. Daarom zijn in de gebruikte modellen, voor elk kwartaal in deze periode, transactieperiode dummy’s opgenomen. Dit onderzoek corrigeert op deze wijze de algemene prijsontwikkelingen op de woningmarkt tijdens de onderzoeksperiode. Het model veronderstelt dat de waarde van het energielabel (de energieprestatie) gedurende de onderzoeksperiode constant is. Omdat de geanalyseerde periode relatief kort is en de gemiddelde energieprijs in deze periode niet fors is verandert, is het aannemelijk dat de visie van woningkopers ten opzichte het energielabel gelijk is gebleven en daarom de resultaten niet beïnvloeden. Onderstaande variabelen zijn in het regressiemodel opgenomen:

- het energielabel;
- het type woning;
- de bouwperiode;
- de grootte van de woning, zowel vloeroppervlakte en inhoud;
- de grootte van het perceel waarop de woning staat;
- de staat van onderhoud, zowel binnen en buiten;
- de aanwezigheid van een garage;
- het aantal kamers in de woning;
- de ligging van de woning, zowel geografisch, fysiek en mate van verstedelijking;
- tijdstip van de transactie.

<u>Stap 3</u>: Keuze van functionele vorm

Deze studie maakt gebruikt van een hybride regressie model. De afhankelijke en meerdere onafhankelijke variabele variabelen zijn als logaritmische waarde in het model opgenomen. Belangrijkste overweging hierbij is dat deze regressie vorm toe staat dat de toegevoegde waarde voor afhankelijke en onafhankelijke variabelen proportioneel kan variëren. Daarnaast heeft deze functionele vorm minder last van heteroskedasticiteit.

<u>Stap 4:</u> Bepalen submarkt

Deze studie probeert uitspraken te doen over de gehele Nederlandse woningmarkt. Daarom hanteert deze regressie analyse de gehele Nederlandse woningmarkt als submarkt.

5.2.2 Basis regressiemodel

Het basis regressiemodel legt de relatie tussen energieprestaties en waarde van de woning door waarde toe te kennen aan specifieke energielabels. Op basis van de hierboven in paragraaf 5.2.1 gemaakte keuzen is het basismodel (8) opgebouwd. Een toelichting op de variabelen van het model is opgenomen als appendix 5.1.

Het basis regressiemodel (8) luidt:

$$
\begin{aligned}
\text{Ln Transactieprijs}_i = \\
& \beta_0 + \sum_{j=2}^{J} \beta_j * \text{Energielabel dummy}_{ji} + \sum_{k=2}^{K} \beta_k * \text{Woningtype dummy}_{ki} \\
& + \sum_{m=2}^{M} \beta_m * \text{Bouwperiode dummy}_{mi} + \beta_1 * \text{Ln GBO}_i + \beta_2 * \text{Ln Inhoud}_i \\
& + \beta_3 * \text{Ln Perceel}_i + \beta_4 * \text{Onderhoud Binnen}_i + \beta_5 * \text{Onderhoud Buiten}_i \\
& + \beta_6 * \text{Garage}_i + \beta_7 * \text{Ln Aantal kamers}_i + \beta_8 * \text{Liggingmooi dummy}_i \\
& + \sum_{p=2}^{P} \beta_p * \text{Urbanisatiegraad dummy}_{pi} + \sum_{q=2}^{Q} \beta_q * \text{Geo ligging dummy}_{qi} \\
& + \sum_{r=2}^{R} \beta_r * \text{Transactiemoment dummy}_{ri}
\end{aligned}
$$

5.2.3 Regressie analyse

De regressie analyse bestaat uit 2 fasen. De eerste fase onderzoekt de relatie tussen energieprestaties en de waarde van een woning en maakt daarbij gebruik van de gehele database. Fase 2 kijkt naar de relatie tussen energieprestaties en woningwaarde per type voorbeeldwoning van Agentschap NL. Hiervoor is de database opgesplitst in 13 groepen voor elke groep voorbeeldwoningen zoals aangegeven in tabel 5.1[16]. De verdeling van de database in groepen voorbeeldwoningen, zorgt voor onderscheid in woningtype en bouwperiode. De onafhankelijke variabelen Woningtype dummy en Bouwperiode dummy in het basis regressiemodel hebben in fase twee daarom geen functie meer en zijn uit het model verwijderd. De uitkomsten van de regressie analyse in fase 2 maken het mogelijk de toegevoegde waarde van betere energieprestaties te vergelijken met de daaraan verbonden investeringskosten.

[16] De mogelijkheid van interactie dummy's voor type voorbeeldwoning en type energielabel is overwogen. Echter het toevoegen van 91 (13 *7) dummy's maakt het regressiemodel onoverzichtelijk.

tabel 5.1

Voorbeeldwoningen Agentschap NL

Woningtype	Bouwperiode				
	t/m 1945	1946-1964	1965-1974	1975-1991	1992-2005
Rijwoning	1	2	3	4	5
2 onder 1 kap woning	6		7	8	9
Vrijstaande woning	10		11	12	13

Ten slotte wordt, om een globaal vergelijking te kunnen maken met de resultaten van Brounen en Kok (2009), het basismodel licht aangepast. Om de meerwaarde van een woning met een “groen” label te bepalen worden de dummy’s voor de specifieke energielabels vervangen door een dummy voor een “groen” energielabel. Woningen met een A++, A+, A, B en C label worden aangemerkt als woningen met een “groen” energielabel. Het gebruikte regressiemodel is niet exact gelijk aan het model van Brounen en Kok. Brounen en Kok hanteren het logaritme van transactieprijs per m² als afhankelijke variabele. Daarnaast hebben zij onafhankelijke variabelen opgenomen voor inkomen, gemiddelde woningwaarde, centrale verwarming en verkoopsnelheid.

5.4 Beschrijving database

Deze studie maakt gebruik van een database die bestaat uit de koppeling van de database van De Nederlandse Vereniging van Makelaars o.g. en vastgoeddeskundigen NVM (NVM) en de database van Agentschap NL[17].

5.4.1 Database NVM

De NVM database bevat de transactieprijs, allerlei woningkarakteristieken en omgevingskenmerken van alle door NVM-makelaars begeleide vastgoedtransacties in de periode 2008 – 2011. De NVM database bevat 700.020 records. Landelijk heeft de NVM een marktaandeel van ruim 70% (Francke et al. 2009). Vanwege dit grote marktaandeel is het aannemelijk dat de NVM database een getrouwe weergave is van alle woningtransacties in Nederland. Om bruikbare gegevens te verkrijgen zijn enkele bewerkingen op de database uitgevoerd. Deze studie richt zich alleen op koopwoningen, alle verhuurtransacties en transacties van bouwgrond en garages zijn daarom verwijderd. Daarnaast bevat de NVM database meerdere records voor hetzelfde adres (postcode, huisnummer en huisnummertoevoeging). Het is mogelijk dat een woning in drie jaar tijd meer dan één keer verkocht is. Echter bij het nader onderzoeken van deze “dubbelingen”, blijkt dat correcties op records hebben geleid tot nieuwe records. Daarom is van adressen, met meerdere records

[17] Agentschap NL is een aan de overheid gelieerde organisatie die ervoor moet zorgen dat overheidsbeleid snel, goed en effectief wordt gerealiseerd. Op deze manier is zij onder andere betrokken bij de afgifte en registratie van energielabels. Zie http://www.agentschapnl.nl

binnen een periode van 6 maanden, alleen het meest recente record gehandhaafd. Tevens zijn adressen die in de periode 2008-2011 meer dan 4 keer verkocht zijn, alleen de vier meest recente records gehandhaafd. De bewerkte NVM database bevat 422.265 records. Een overzicht van de alle woningkenmerken in de NVM-database en de mogelijke waarden is opgenomen als appendix 5.2.

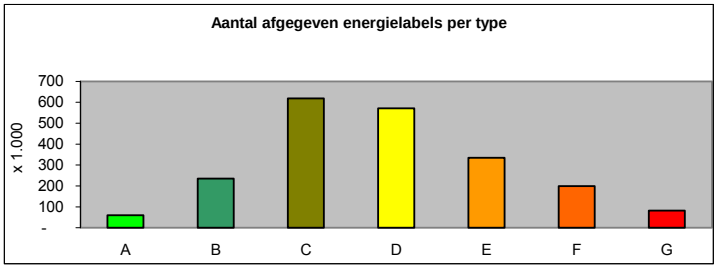
5.4.2 Database Agentschap NL

De Nederlandse overheid heeft Agentschap NL aangewezen om de afgifte en registratie van energielabels te verzorgen. De database van Agentschap NL bevat alle in Nederland afgegeven energielabels en daarnaast de adresgegevens van het pand waarop de meting van toepassing is, de adresgegevens van het pand waarop de certificering van toepassing is, de opnamedatum van meting, de energieprestatie en het energieverbruik uitgesplitst naar gas, elektra en warmte. In de database bevinden zich alle afgegeven energielabels in de periode van 2000 tot en met 2011. De database kent voor deze periode 2.140.285 records. Om bruikbare gegevens te verkrijgen zijn enkele bewerkingen op de database uitgevoerd. De database kent voor eenzelfde adres (postcode, huisnummer en huisnummertoevoeging) soms meerdere records. Na het onderzoeken van enkele van deze “dubbelingen”, wordt verondersteld dat in sommigen gevallen het corrigeren van records tot compleet nieuwe records heeft geleid. Wanneer er voor één adres in de database meerdere records aanwezig zijn, is alleen het meest recente record gehandhaafd. Na het verwijderen van de dubbele records bestaat de database uit 2.101857 unieke records van afgegeven energielabels. Verder zijn de labels A+ en A++ geplaatst onder label A. De reden hiervan is tweeledig. Allereerst maakt Voorbeeldwoningen 2011 geen onderscheid tussen label A, A+ en A++. Daarnaast vormen de woningen met label A+ (1.344 stuks) en A++ (1.548 stuks) een dusdanig klein percentage (0,2%) van de gehele database, dat ze als afzonderlijke groep geen toegevoegde waarde hebben. Figuur 5.1 geeft een overzicht van het aantal afgegeven labels naar type in deze database. Label D is de mediaan in de database en label C is het meest voorkomende label.

figuur 5.1

Verdeling energielabel per type
volledige database

Energielabel	Aantal	Percentage
Label A	60.089	3%
Label B	236.024	11%
Label C	619.225	29%
Label D	571.560	27%
Label E	334.321	16%
Label F	198.426	9%
Label G	82.212	4%
Totaal	2.101.857	100%



5.4.3 Database onderzoek

5.4.3.1 Bewerkingen database

De databases van de NVM en Agentschap NL zijn op basis van postcode, huisnummer en huisnummertoevoeging aan elkaar gekoppeld. Hierdoor ontstaat een database van woningtransacties en woningkenmerken waaronder de voor deze studie cruciale karakteristiek energielabel. Van de 422.265 records in de bewerkte NVM database heeft 16,8 % een energielabel. Alleen de records met een energielabel zijn bruikbaar voor de regressie analyse. Woningen zonder label kunnen uitstekende energieprestaties hebben, maar zijn niet beoordeeld op deze kwaliteit en daardoor ontbreekt deze informatie. Woningen met en zonder label zijn daarom niet met elkaar te vergelijken op het voor deze studie cruciale element energieprestatie. De database met woningtransactie met energielabel bestaat uit 71.090 records.

Om deze database geschikt te maken voor de regressie analyse is de kwaliteit van de gegevens beoordeeld. Deze beoordeling heeft tot aanpassingen geleid op de volgende punten:

- <u>Transactieprijs</u>

  De transactieprijs vormt in deze studie een essentieel onderdeel van de regressiemodellen. Daarom zijn alle records waarvan de transactieprijs onbekend is of een “vreemde waarde” (9, 99, 999, 1, enzovoort) vertoont, uit de database verwijderd.

- <u>Extremen</u>

  Deze studie probeert niet, uitspraken te doen over extremen. Daarom zijn records met een transactieprijs lager dan € 25.000 en hoger dan 2.500.000 uit de database verwijderd. Hetzelfde geldt voor records met een vloeroppervlakte kleiner dan 25 m² en groter dan 500 m² en records met een inhoud kleiner dan 50m³ of groter dan 30.000m³. Verder is bij records met meer dan 10 kamers, het aantal kamers gelijkgesteld aan 10.

- <u>Perceelgrootte</u>

  Records van grondgebonden woningen (rijwoningen, twee-onder-een-dak woningen en vrijstaande woningen) met een perceelgrootte van 0 zijn gewijzigd in waarde 1, welke is gelabeld als “missing variabele”. Hierdoor kan waarde 0 als bruikbare waarde blijven bestaan voor appartementen.

- Vreemde of onbekende waarden

De waarden van gegevens, waarvan een zeer sterk vermoeden bestaat dat het een foutieve invoer betreft of waarvan een zeer sterk vermoeden bestaat dat de ingevoerde waarde als doel heeft aan te geven dat de waarde onbekend is, zijn als “missing variable” aangeduid. Voorbeelden van dergelijke waarden zijn de waarde “-1” voor de variabele “Aantal kamers” en “1” of “99999” voor variabele “Perceel”. Als data ontbreekt, wordt dit ook aangemerkt als “missing variable”.

- Monumenten

Monumenten en monumentale woningen zijn uit de database verwijderd. Het renoveren en verbouwen van dergelijke woningen is aan strikte voorwaarden gebonden en daardoor zijn mogelijkheden om de energieprestaties te verhogen beperkt. Daarnaast zijn dergelijke woningen niet representatief voor het type voorbeeldwoning waar ze deel van uitmaken.

- Rijwoningen

De woningtypen hoekwoning, tussenwoning en geschakelde woning in de NVM database, zijn samengevoegd tot type rijwoning. De definities voor woningtypen sluiten daardoor aan bij de definities van Voorbeeldwoningen 2011.

- Bouwperioden

De bouwperioden van NVM en Voorbeeldwoningen 2011 komen niet overeen. Daarom is de onderstaande vertaling in tabel 5.2 uitgevoerd.

tabel 5.2

Bouwperioden NVM alle woningtypen	Bouwperioden Voorbeeldwoningen	
	vrijstaand en 2-onder-1 dak	rijwoningen
1500 – 1905	tot en met 1945	tot en met 1964
1906 – 1930		
1931 – 1944		
1945 – 1959	1946 – 1964	
1960 – 1970	1965 – 1974	1965 – 1974
1971 – 1980	1975 – 1991	1975 – 1991
1981 – 1990		
1991 – 2000	1992 – 2005	1992 – 2005
2000 >		

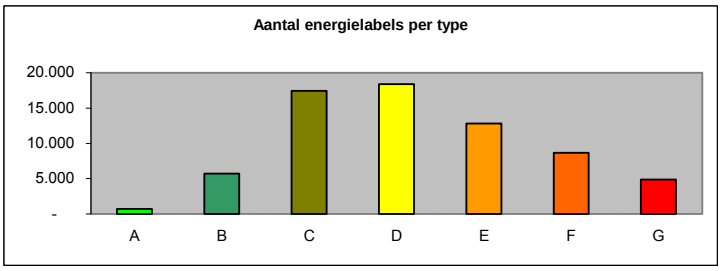
5.4.4.2 Beschrijving database

De database die ontstaat na bovenstaande bewerkingen, bevat 68.553 records. De gemiddelde transactieprijs is € 212.926 en de mediaan bedraagt € 176.500. Het meest voorkomende energielabel is label D. In figuur 5.2 is de verdeling van energielabels weergegeven. De verdeling komt grotendeels overeen met de database van Agentschap NL. De woningen in deze database leveren iets minder goede energieprestaties. Daardoor is er een lichte verschuiving naar rechts waar te nemen.

figuur 5.2

Verdeling energielabel per type
database onderzoek

Energielabel	Aantal	Percentage
A	677	1%
B	5.710	8%
C	17.421	25%
D	18.372	27%
E	12.822	19%
F	8.661	13%
G	4.890	7%
Totaal	68.553	100%



In fase 3 van de regressie analyse wordt de database opgesplitst in type voorbeeldwoning. In appendix 5.3 staan de beschrijvende statistieken voor de database. Hierin is per type voorbeeldwoning onder andere weergegeven hoeveel woningen een specifiek energielabel hebben. Daarnaast is voor de transactieprijs het gemiddelde, de standaardafwijking, het minimum en het maximum weergegeven, per energielabel en voor de gehele groep. De energielabels met minder dan 15 records zijn grijs gemarkeerd. Resultaten voor deze labels worden als niet representatief beschouwd. Zoals besproken in paragraaf 5 van hoofdstuk 3 dient de steekproef een minimum aantal records te bevatten om betrouwbare en algemene uitspraken te doen die voor een hele populatie gelden. Deze studie gebruikt de richtlijn van Stevens (1996), waardoor het aantal records minimaal 15 moet zijn. Binnen de groepen van specifieke voorbeeldwoningen is bij de gemiddelde transactieprijs een lichte opwaartse trend waar te nemen wanneer de energieprestatie toeneemt. Verder valt op dat rijwoningen forse maximum transactieprijzen laten zien van meer dan € 1.000.000. Dergelijke hoge transactieprijzen liggen niet in de lijn der verwachting voor dit type woning.

5.4 Samenvatting

De regressie analyse wordt uitgevoerd met een regressiemodel dat is opgebouwd aan de hand van de vier stappen uit hoofdstuk 3. De afhankelijke variabele is de transactieprijs en de onafhankelijke variabelen zijn woningkenmerken waarvan bij eerdere onderzoeken is bewezen dat zij een significante bijdrage leveren aan de verklaring van de marktwaarde. De

specifieke energielabels zijn als dummy variabele in het model opgenomen. Het regressiemodel is een hybride vorm met logaritmische waarden voor de afhankelijke variabele en enkele onafhankelijke variabelen. Hierdoor kan de toegevoegde waarde proportioneel variëren. Als (sub)markt is de Nederlandse markt gebruikt

De regressie analyse wordt in twee fasen uitgevoerd. Fase 1 onderzoekt of een woning met een specifiek energielabel tegen een premie wordt verkocht. De tweede fase voert dezelfde regressie analyse uit als fase 1, alleen doet fase 2 dit voor groepen voorbeeldwoningen. Voor elke specifieke groep voorbeeldwoningen wordt de premie per energielabel bepaald. De premie per type kan worden vergeleken met de kosten van het besparingspakket van Voorbeeldwoningen 2011. Ten slotte wordt het basis regressiemodel licht aangepast om een globale vergelijking te kunnen maken met de resultaten van Brounen en Kok. Hierdoor kan worden vastgesteld wat het waarde effect is van een “groen” energielabel.

De regressie analyses worden uitgevoerd op een database bestaande uit 68.553 woningtransacties. Alle woningen in de database hebben een energielabel en zijn in de periode 2008-2011 verkocht. De database is tot stand gekomen door database van de NVM en de database van Agentschap NL te koppelen. De database van de NVM bevat alle door de NVM begeleide vastgoedtransacties inclusief allerlei woningkenmerken. De database van Agentschap NL bevat alle afgegeven energielabels.

6 RESULTATEN HEDONISCHE REGRESSIE ANALYSE

6.1 Inleiding

Het empirisch onderzoek van deze studie bestaat uit een hedonische regressie analyse in twee fasen. De eerste fase onderzoekt het effect van energieprestaties op de transactieprijs zonder onderscheid te maken in effect per type woning. Fase twee maakt onderscheid in type woning op basis van de voorbeeldwoningen van Agentschap NL. Hierdoor is een eventuele meerwaarde door energieprestaties te vergelijken met de daaraan verbonden kosten. Tot slot wordt het basismodel licht aangepast om een globale vergelijking te kunnen maken met de resultaten van Brounen en Kok.

6.2 Resultaten fase 1: Het effect van een specifiek energielabel

Met behulp van onderstaande regressievergelijkingen is onderzocht of het type energielabel invloed heeft op de transactieprijs van de woningen. De regressie analyse wordt toegepast op de volledige database. Het gebruikte basis regressiemodel luidt:

$$
\begin{aligned}
\text{Ln Transactieprijs}_i = \\
&\beta_0 + \sum_{j=2}^{J} \beta_j * \text{Energielabel dummy}_{ji} + \sum_{k=2}^{K} \beta_k * \text{Woningtype dummy}_{ki} \\
&+ \sum_{m=2}^{M} \beta_m * \text{Bouwperiode dummy}_{mi} + \beta_1 * \text{Ln GBO}_i + \beta_2 * \text{Ln Inhoud}_i \\
&+ \beta_3 * \text{Ln Perceel}_i + \beta_4 * \text{Onderhoud Binnen}_i + \beta_5 * \text{Onderhoud Buiten}_i \\
&+ \beta_6 * \text{Garage}_i + \beta_7 * \text{Ln Aantal kamers}_i + \beta_8 * \text{Liggingmooi dummy}_i \\
&+ \sum_{p=2}^{P} \beta_p * \text{Urbanisatiegraad dummy}_{pi} + \sum_{q=2}^{Q} \beta_q * \text{Geo ligging dummy}_{qi} \\
&+ \sum_{r=2}^{R} \beta_r * \text{Transactiemoment dummy}_{ri}
\end{aligned}
$$

De volledige regressieresultaten zijn opgenomen in appendix 6.1. Hieruit blijk dat het regressiemodel voor deze fase ruim 75% verklaart van het logaritme van de transactieprijzen in de database. In tabel 6.1 zijn de regressiecoëfficiënten weergegeven voor de dummy variabelen energielabel, waarbij label G de referentiecategorie is. Alle waarden kennen een hoog significantieniveau. De waarden voor de regressiecoëfficiënten vertonen een stijgende lijn van label G naar label A. De resultaten van de regressie analyse laten zien dat woningmarkt vooral de energieprestaties van woningen met een label A, B en C label

onderscheid. Hierbij geldt dat de toegevoegde waarde toeneemt als ook de energieprestatie toeneemt. De premie op de transactieprijs loopt op van 3,7 voor een label C, naar 6,5% voor een label B tot 10,1% voor een label A woning. Echter de resultaten van deze regressie analyse duiden er ook dat de markt weinig onderscheid maakt tussen de premies voor "slechtere" energieprestaties van woningen met labels D, E, F en G. De woonconsument waardeert kennelijk alleen "goede" energieprestaties en besteedt weinig aandacht aan slechtere energieprestaties.

tabel 6.1

Energielabel	Regressie coëfficiënt	T-waarde	Significantie	Procentueel effect	Absoluut effect*
A	0,097	10,043	0,000	10,1%	21.592
B	0,063	12,815	0,000	6,5%	13.742
C	0,036	9,143	0,000	3,7%	7.871
D	0,012	3,072	0,002	1,2%	2.508
E	0,010	2,503	0,012	1,0%	2.081
F	0,012	2,982	0,003	1,2%	2.609
G					

* Op basis van een gemiddelde transactieprijs van € 212.926

In de laatste twee kolommen van tabel 6.1 staat het procentuele en absolute effect op de transactieprijs weergegeven voor de woningen in de gebruikte database. Een woning met label A worden voor verkocht tegen een 10% hogere transactieprijs dan woningen met een label G. Voor de gemiddelde woning in de database betekent dat een premie van ruim € 21.500.

Bijna alle overige regressiecoëfficiënten zijn zeer significant tot minimaal een niveau van 0,01. De dummy voor het Transactiemoment Q2 2008 is nog steeds significant alleen heeft deze een niveau van 0,04. Alleen drie dummy variabelen voor geografische ligging: Groningen, Drenthe en Friesland, hebben geen significante regressiecoëfficiënt. Daarnaast vertonen alle regressiecoëfficiënten een waarde in de verwachte richting. Relatief nieuwere en oudere woningen worden verkocht tegen hogere transactieprijzen dan woningen in de tussenliggende periode van 1965 tot 1991. De woonconsument waardeert mogelijk het beperkte onderhoud en de aanwezigheid van moderne installaties en materialen van de nieuwere woningen. Terwijl hij vermoedelijk ook waarde toekent aan de sfeer en stijl van "oudere" woningen. De resultaten laten verder zien dat hoe stedelijker de woonomgeving is des te hoger de transactieprijs wordt. Verder zorgt de aanwezigheid van een garage of een mooie ligging van de woning voor toegevoegde waarde. Ook is uit de regressie analyse op te maken dat voor deze database geldt dat woonconsumenten meer waarde hechten aan de staat van het onderhoud binnen dan buiten. De regressiecoëfficiënten bedragen respectievelijk 0,039 en 0,021. Opvallend is de negatieve relatie tussen het aantal kamers en

de transactieprijs. Kennelijk kent de woonconsument meer waarde toe aan enkele grote kamers dan aan meerdere kleinere kamers. De regressiecoëfficiënten voor dummy's voor geografische ligging laten ook de verwachte relatie met transactieprijs zien. De coëfficiënten voor provincies die deel uitmaken van de Randstad laten een forse positieve waarde zien. Ook de bedrijvige provincies Noord-Brabant en Gelderland tonen een flinke positieve relatie met de transactieprijs. De regressiecoëfficiënten voor het transactiemoment laten een forse daling zien gedurende de periode 2008 – 2011. In het tweede kwartaal neemt de transactieprijs nog licht toe, daarna bedraagt de daling eind 2011 bijna 11%[18] ten opzichte van begin 2008. De trend komt overeen met ontwikkeling die de afgelopen drie jaar op de woningmarkt is waargenomen.

6.3 Resultaten fase 2: Het effect van een energielabel per referentiegroep

De tweede fase van de regressie analyse kijkt net als fase een naar het effect van specifieke energielabels op de transactieprijs. Alleen worden de regressie analyses in fase 2 uitgevoerd op geselecteerde groepen uit database. Deze groepen zijn samengesteld door te selecteren op de bouwperiode en type de woning gelijk aan de definitie die Voorbeeldwoningen 2011 hanteert voor haar voorbeeldwoningen. Dit maakt het mogelijk om de resultaten van de regressie analyses te vergelijken met de kostengegevens over labelsprongen van Voorbeeldwoningen 2011.

6.3.1 Resultaten regressie analyse

De tabel 6.2. laat de resultaten zien voor de meest relevante elementen van de regressie analyses voor alle typen voorbeeldwoningen. De volledige regressie output voor het type voorbeeldwoning vrijstaande woning met bouwjaar tot en met 1965 is als voorbeeld opgenomen als appendix 6.2. Elke regel geeft de resultaten weer voor een specifiek type voorbeeldwoning. In kolom R^2 staat het verklarend vermogen van de regressiemodel. De waarden vertonen goede scores en variëren tussen de 67% en 82%. In het meest rechtse blok zijn de regressiecoëfficiënten voor de energielabels weergegeven. Wanneer een specifiek label grijs gearceerd is, betekent dit dat binnen dit type voorbeeldwoning minder dan 15 records met dit label aanwezig zijn. Om betrouwbare en algemene uitspraken te kunnen doen, hanteert deze studie een minimaal aantal van 15 records per labelgroep. Deze richtlijn volgt het standpunt van Stevens (1996). Hierdoor zijn met name de resultaten voor label A woningen uit de oudere bouwperioden niet bruikbaar. Een verklaring voor dit kleine aantal label A woningen kan zijn dat in het verleden lagere eisen werden gesteld aan energieprestaties van woningen en dat slechts een zeer beperkt aantal van deze woningen

[18] Dit percentage is bepaald met de antilog formule van Halversen en Palmquist (1980): percentage = exp(c) – 1. Hierin staat c voor de regressiecoëfficiënt. In dit specifieke geval heeft regressiecoëfficiënt c de waarde -0,114 en bedraagt het percentage -10,7 %.

dusdanig gerenoveerd is dat ze een energielabel A verdienen. Ook records met relatief nieuwe woningen en een slecht label (E, F en G), komen beperkt voor, waardoor de resultaten voor dit type voorbeeldwoning niet kan worden gebruikt. De reden hiervoor kan liggen in wetgeving (Bouwbesluiten) die hogere minimale kwaliteitseisen stelt aan woningen die gebouwd worden. Deze kwaliteitseisen hebben invloed op de minimale energieprestaties. Vermoedelijk konden daardoor woningen met een E, F of G label na 1990 vrijwel niet meer gebouwd worden.

tabel 6.2

				Regressiecoëfficienten Energielabel						
Type woning	Bouwperiode	Aantal	R^2	A	B	C	D	E	F	G
Rijwoning	tot en met 1944	4.589	0,764	-0,028	0,017	0,007	-0,009	-0,004	-0,005	*
			t-waarde	-0,511	0,618	0,493	-0,708	-0,357	-0,395	
			significantie	0,609	0,537	0,622	0,479	0,721	0,693	
Rijwoning	1945 - 1964	3.120	0,695		0,064	-0,003	-0,027	-0,021	-0,017	*
			t-waarde		2,165	-0,157	-1,937	-1,610	-1,256	
			significantie		0,030	0,875	0,053	0,107	0,209	
Rijwoning	1965 - 1974	5.992	0,670		0,040	0,017	0,015	0,011	0,005	*
			t-waarde		2,259	1,438	1,475	1,072	0,452	
			significantie		0,024	0,151	0,140	0,284	0,651	
Rijwoning	1975 - 1991	14.637	0,668	0,104	0,078	0,039	0,009	-0,005	0,002	*
			t-waarde	2,446	5,918	3,413	0,799	-0,432	0,175	
			significantie	0,014	0,000	0,001	0,424	0,666	0,861	
Rijwoning	1991 - 2005	2.635	0,707	0,086	0,076	0,045	*			
			t-waarde	4,688	5,891	3,576				
			significantie	0,000	0,000	0,000				

				Regressiecoëfficienten Energielabel						
Type woning	Bouwperiode	Aantal	R^2	A	B	C	D	E	F	G*
2 onder 1 dak	tot en met 1964	2.817	0,824		0,097	0,060	0,052	0,043	0,041	*
			t-waarde		3,960	3,559	3,480	3,098	2,984	
			significantie		0,000	0,000	0,001	0,002	0,003	
2 onder 1 dak	1965 - 1974	1.191	0,782		0,053	0,010	0,033	0,032	0,014	*
			t-waarde		1,679	0,401	1,587	1,627	0,693	
			significantie		0,093	0,688	0,113	0,104	0,488	
2 onder 1 dak	1975 - 1991	2.647	0,779		0,045	0,019	-0,018	-0,046	-0,043	*
			t-waarde		1,562	0,727	-0,697	-1,727	-1,524	
			significantie		0,118	0,467	0,486	0,084	0,128	
2 onder 1 dak	1991 - 2005	1.360	0,769	0,021	0,032	0,012	*			
			t-waarde	0,849	1,868	0,712				
			significantie	0,396	0,062	0,477				

Type woning	Bouwperiode	Aantal	R^2	Regressiecoëfficienten Energielabel A	B	C	D	E	F	G
Vrijstaand	**tot en met 1964**	2.626	0,762	**0,086**	**0,068**	**0,058**	**0,044**	**0,044**	**0,029**	*
			t-waarde	2,389	3,087	3,055	2,607	2,630	1,764	
			significantie	0,017	0,002	0,002	0,009	0,009	0,078	
Vrijstaand	**1965 - 1974**	955	0,775		**0,018**	**0,064**	**0,013**	**0,012**	**0,011**	*
			t-waarde		0,545	2,277	0,501	0,508	0,457	
			significantie		0,586	0,023	0,617	0,612	0,648	
Vrijstaand	**1975 - 1991**	1.762	0,790	**0,112**	**0,083**	**0,060**	**0,043**	**0,050**	**0,053**	*
			t-waarde	2,592	3,012	2,368	1,679	1,856	1,806	
			significantie	0,010	0,003	0,018	0,093	0,064	0,071	
Vrijstaand	**1991 - 2005**	820	0,788	**0,147**	**0,115**	**0,120**	*			
			t-waarde	3,286	2,827	2,864				
			significantie	0,001	0,005	0,004				

* Referentie categorie

Minder dan 15 records

De regressiecoëfficiënten voor de energielabels vertonen geen vast patroon voor alle typen voorbeeldwoningen. De verwachte stijgende waarden voor de coëfficiënten wanneer van label G naar label A wordt geschoven is bij de meeste typen wel waar te nemen, echter vaak zijn er wel één of meerdere afwijkende waarden in de reeks. Echter de negatieve coëfficiënten voor de energielabels voor de rijwoningen tot en met 1944 en de periode 1945 tot en met 1964 duiden erop dat energiezuinige tegen een korting wordt verkocht. Dit komt niet overeen met de gedachte dat bij energiezuinige woningen de besparing in energielasten leidt to een premie bij verkoop. Daarentegen is de significantie van de meeste negatieve coëfficiënten zo laag dat er vraagtekens gezet kunnen de waarde van deze resultaten.

De coëfficiënten voor de andere regressievariabelen vertonen grotendeels de zelfde relatie met de transactieprijs als in fase 1. Echter de significantie is in sommige gevallen aanzienlijk lager. Dit kan veroorzaakt worden doordat de steekproef waarop de regressie analyses zijn uitgevoerd fors kleiner zijn geworden. Verder valt op dat de regressiecoëfficiënt voor het aantal kamers in tegenstelling tot fase 1 positief is. Nader onderzoek wijst uit dat woningtype appartementen een zwaar negatieve relatie heeft met het aantal kamers, waardoor in fase 1 deze relatie het positieve effect van de overige woningtypen wegdrukt.

6.3.2 Investering versus premie labelsprong

Deze paragraaf vergelijkt de investering verbonden aan de labelsprong met de meerwaarde die de woningmarkt toekent aan deze labelsprong. De meerwaarde wordt bepaald aan de hand van de resultaten van de regressie analyses. De regressie analyse van deze fase stelt per type voorbeeldwoning, voor elk energielabel de toegevoegde waarde vast als percentage van de transactieprijs. De toegevoegde waarde van het energielabel na het toepassen van het besparingspakket minus de toegevoegde waarde van het energielabel van de woning in

huidige staat, levert de premie op die de woningmarkt toekent aan de labelsprong. De absolute waarde van de premie kan worden berekend door de procentuele premie te vermenigvuldigen met de gemiddelde transactieprijs. Deze absolute premie is vergelijkbaar met de investering uit Voorbeeldwoningen 2011. Daarin is per type voorbeeldwoning vastgesteld welke kosten zijn verbonden aan de meest gangbare labelsprong voor dat type.

6.3.2.1 Rijwoningen

Figuur 6.1 laat voor voorbeeldwoning Rijwoningen tot en met 1944 de investering versus de premie van de labelsprong zien. In het linkerdeel van de figuur staan basis informatie uit Voorbeeldwoningen 2011 en resultaten van de regressie analyse. In het middenstuk van figuur 6.1 wordt het netto effect van de labelsprong weergegeven. Het netto effect bestaat uit de premie van de label na het besparingspakket minus de premie voor het label van de huidige status. Daarnaast wordt in dit deel de vertaling van procentuele premie naar absolute premie gemaakt. Het procentuele effect van de labelsprong wordt vermenigvuldigd met de gemiddelde transactieprijs voor dit type voorbeeldwoning. Ten slotte vindt in het rechterdeel de vergelijking plaats van de investering met de absolute premie plaats.

figuur 6.1

Investering versus premie labelsprong

Rijwoningen tot en met 1944		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	G	B	→		€ 15.791
	Energie index	3,36	1,11			
					Procentuele premie	
Regressie analyse	Procentueel effect		1,7%	→	1,7%	→ € 4.259
	Significantie		0,537		€ 255.293	
					Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

De regressie analyse geeft aan dat een rijwoning met bouwjaar tot en met 1944 en met een label B voor gemiddeld € 4.259 meer verkocht worden dan dezelfde woning met label G. Daar staat tegenover dat een investering van € 15.791 nodig is om deze labelsprong te realiseren. Op basis van deze informatie staat de waarde die woonconsument toe kent aan de betere energieprestatie niet in verhouding met de kosten. Echter het significantieniveau is zeer laag. Daarnaast geeft tabel 6.2 aan dat regressiecoëfficiënten voor de energielabels van dit type voorbeeldwoning geen consistente lijn volgen. De uitkomsten zijn daardoor niet geschikt om een uitspraak te doen.

In figuur 6.2 staat voor voorbeeldwoning Rijwoningen 1945 - 1964 de investering versus premie van de labelsprong weergegeven. De regressie analyse geeft aan dat rijwoningen met een bouwjaar in tussen 1945 - 1964 en met label B voor gemiddeld € 14.544 meer

verkocht worden dan dezelfde woning met label F. Om een woning met label F naar het energetische niveau van een label B woning te brengen is een investering nodig van € 15.791. Op basis van deze uitkomsten blijkt de waarde die de woningmarkt toekent aan de betere energieprestaties hoger dan de kosten die hieraan verbonden zijn. Voor de eigenaar van dit type voorbeeldwoning zou het lonend zijn de woning te voorzien van een besparingspakket. Echter het significantieniveau voor de variabele label F is met 0,209 beperkt. Daarnaast blijkt uit tabel 6.2 dat de premies verbonden aan de energielabels voor dit type voorbeeldwoning geen consistente lijn volgen. Tevens zijn 4 andere regressiecoëfficiënten negatief. Daarbij heeft de coëfficiënt van -0,027 voor label D een behoorlijk significantieniveau. Bovenstaande geeft aan dat de bruikbaarheid van deze resultaten zeer beperkt is.

figuur 6.2

Investering versus premie labelsprong

Rijwoningen 1945-1964		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	F	B			€ 11.460
	Energie index	2,63	1,09			
					Procentuele premie	
Regressie analyse	Procentueel effect	-1,7%	6,6%		8,3%	€ 14.544
	Significantie	0,209	0,030		€ 174.758 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

Figuur 6.3 laat voor voorbeeldwoning Rijwoningen 1965 - 1974 de investering versus premie van de labelsprong zien. De regressie analyse geeft aan dat rijwoningen met bouwjaar in de periode 1965 - 1974 en met label B voor gemiddeld € 5.320 meer verkocht worden dan dezelfde woning met label E. De kosten van het besparingspakket om de woning van label E naar B te brengen bedragen €13.054. De regressiecoëfficiënten van de energielabels vertonen een stijgende lijn van label G naar label B, echter uit tabel 6.2 blijkt dat de significantieniveaus beperkt zijn. Een algemene uitspraak over de verhouding meerwaarde versus investering is op basis van deze resultaten daarom niet mogelijk.

figuur 6.3

Investering versus premie labelsprong

Rijwoningen 1965-1974		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	E	B			€ 13.054
	Energie index	2,21	1,09			
					Procentuele premie	
Regressie analyse	Procentueel effect	1,1%	4,1%		2,9%	€ 5.320
	Significantie	0,284	0,024		€ 181.199 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

Figuur 6.4 laat voor voorbeeldwoning Rijwoningen 1975 - 1991 de investering versus premie van de labelsprong zien. De significantieniveaus voor de twee regressiecoëfficiënten zijn zeer goed. Daarnaast laten de reeks coëfficiënten voor energielabels een stijgende trend zien. Echter de significantieniveaus voor label E en F zijn zeer matig. Echter op basis van de benodigde resultaten kan worden vastgesteld dat de woningmarkt onvoldoende waarde toekent aan het verhogen van de energieprestaties om de kosten minimaal te dekken. De markt kent € 8.127 aan toegevoegde waarde toe aan een betere energetische kwaliteit. Echter de kosten die gemaakt moeten worden om dit te realiseren zijn met € 11.864 hoger.

figuur 6.4

Investering versus premie labelsprong

Rijwoningen 1975-1991		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	C	B			€ 11.864
	Energie index	1,58	1,08			
Regressie analyse	Procentueel effect	4,0%	8,1%		Procentuele premie 4,2%	€ 8.127
	Significantie	0,001	0,000		€ 195.249 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

Voorbeeldwoningen 2011 biedt voor de Rijwoningen uit de periode 1992 – 2005 geen bruikbare informatie om de premie voor betere energieprestaties te vergelijken met de kosten. Het besparingspakket zorgt namelijk niet voor een wijziging in energielabel. De uitkomsten van de regressie analyse laten met coëfficiënten van 0,086, 0,076 en 0,045 voor respectievelijk de labels A, B en C wel een consistente lijn zien. Hierbij is label D de referentiecategorie in verband met het beperkte aan records met een E, F en G label.

figuur 6.5

Investering versus premie labelsprong

Rijwoningen 1992-2005		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	B	B			€ 1.488
	Energie index	1,22	1,17			
Regressie analyse	Procentueel effect	7,8%	7,8%		Procentuele premie 0,0%	€ -
	Significantie	0,000	0,000		€ 238.436 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

6.3.2.2 Twee onder een kap

Figuur 6.6 geeft de investering en premie weer voor de labelsprong van voorbeeldwoning Twee-onder-een-kap tot en met 1964. Het significantieniveau van beide regressiecoëfficiënten is goed. Daarnaast blijkt uit tabel 6.2 dat ook de regressiecoëfficiënten voor de andere energielabels een zeer hoog significantieniveau hebben en een logische

opwaartse trend vertonen. Op basis daarvan kan worden vastgesteld dat de investering verbonden aan het verbeteren van de energieprestatie van een twee-onder-een-kap woning gebouwd voor 1964 ongeveer gelijk is aan de waarde die de woningmarkt toekent aan de betere energieprestatie. De premie bedraagt met € 16.676 iets minder dan de investering van € 17.838.

figuur 6.6

Investering versus premie labelsprong

Twee onder een kap tot en met 1964		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	F	B	→		€ 17.838
	Energie index	2,79	1,08			
					Procentuele premie	
Regressie analyse	Procentueel effect	4,2%	10,2%	→	6,0%	→ € 16.676
	Significantie	0,003	0,000		€ 276.388 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

Figuur 6.7 laat zien dat voor voorbeeldwoning Twee-onder-een-kap gebouwd in de periode 1965 - 1974 de meerwaarde van het besparingspakket door de markt wordt geprijsd op € 5.155. De kosten van het besparingspakket bedragen € 18.754. en zijn daarmee aanzienlijk hoger dan de premie. De beide gebruikte regressiecoëfficiënten hebben een redelijk significantieniveau. De andere coëfficiënten zijn aanzienlijk minder significant en vertonen tevens geen consistente lijn. De betekenis van de uitkomsten is daardoor zeer beperkt

figuur 6.7

Investering versus premie labelsprong

Twee onder een kap 1965-1974		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	E	B	→		€ 18.754
	Energie index	2,38	1,08			
					Procentuele premie	
Regressie analyse	Procentueel effect	3,3%	5,5%	→	2,2%	→ € 5.155
	Significantie	0,104	0,093		€ 235.346 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

In figuur 6.8 staan de investering en de marktwaardering van het besparingspakket voor voorbeeldwoning Twee-onder-een-kap gebouwd in de periode 1975 – 1991. De significantie van beide gebruikte regressiecoëfficiënten is laag. Daarnaast zijn de coëfficiënten voor de andere energielabels weinig significant en vertonen ook geen consistente lijn. Daarom kan op basis van de resultaten van de regressie analyse geen vergelijking gemaakt worden tussen marktwaardering en investering.

figuur 6.8

Investering versus premie labelsprong

Twee onder een kap 1975-1991		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	C	B	→		€ 18.897
	Energie index	1,56	1,07			
					Procentuele premie	
Regressie analyse	Procentueel effect	1,9%	4,6%	→	2,7%	→ € 7.002
	Significantie	0,467	0,118		€ 261.464 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

Voorbeeldwoningen 2011 biedt geen bruikbare informatie voor Twee-onder-een- kap woningen uit de periode 1992 – 2005. De resultaten van de regressie analyse zijn tevens van onvoldoende niveau.

figuur 6.9

Investering versus premie labelsprong

Twee onder een kap 1992-2005		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	B	B	→		€ 5.498
	Energie index	1,29	1,15			
					Procentuele premie	
Regressie analyse	Procentueel effect	11,5%	11,5%	→	0,0%	→ € -
	Significantie	0,471	0,471		€ 293.750 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

6.3.2.3 Vrijstaande woning

De premie voor het verbeteren van de energieprestatie van label G naar label B voor Vrijstaande woningen gebouwd voor 1965, bedraagt op basis van de regressie analyse 7,1% van de transactieprijs. Figuur 6.10 laat zien dat deze premie, bij een gemiddelde transactieprijs, neerkomt op € 27.570. De significantie van de gebruikte regressiecoëfficiënt voor label G en B en de coëfficiënten voor de andere labels is hoog. Daarnaast vertonen de coëfficiënten en opwaartse trend. De waarden bedragen respectievelijk 0,029, 0,044, 0,044 0,058, 0,068 en 0,086 voor de labels F tot en met A. Deze resultaten maken het mogelijk de premie zinvol te vergelijken met de investering. De premie van € 27.570 die de markt toekent aan de betere energieprestaties ligt aanzienlijk hoger dan de investering van € 20.825 die Voorbeeldwoningen 2011 verbindt aan de labelsprong.

figuur 6.10

Investering versus premie labelsprong

Vrijstaand tot en met 1964		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	G	B	→		€ 20.825
	Energie index	2,96	1,06			
Regressie analyse	Procentueel effect	0,0%	7,1%	→	Procentuele premie 7,1%	→ € 27.570
	Significantie		0,002		€ 389.898 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

Figuur 6.11 laat de investering en de labelsprong zien van het besparingspakket voor een vrijstaande woning uit de periode 1965 – 1974. Het aantal records met een label A binnen deze groep voorbeeldwoningen is echter kleiner dan 15 en daarom zijn de resultaten niet bruikbaar. Daarnaast hebben de regressiecoëfficiënten van de energielabels een zeer matig significantieniveau. Tevens laten de regressiecoëfficiënten geen duidelijke trend zien. De resultaten van de regressie analyse bieden daarom geen mogelijkheid om uitspraken te doen over premie die de markt toekent aan de betere energieprestaties door het besparingspakket. Een vergelijking met de investering is daardoor ook niet mogelijk.

figuur 6.11

Investering versus premie labelsprong

Vrijstaand 1965-1974		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	F	A	→		€ 22.789
	Energie index	2,42	1,05			
Regressie analyse	Procentueel effect	1,1%		→	Procentuele premie	→ € -
	Significantie	0,648			€ 386.534 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

De resultaten van de regressie analyse voor vrijstaande woningen gebouwd in de periode 1975 – 1991 staan weergegeven in figuur 6.12. Tevens staat in deze figuur het procentuele en absolute effect van het besparingspakket op de transactieprijs. De labelsprong van D naar B wordt op door de markt gewaardeerd op een premie van 4,3 % van de transactieprijs. Dit betekent bij een gemiddelde transactieprijs een toegevoegde waarde van € 19.077. De regressiecoëfficiënten van de labels D en B alsook van de andere labels tonen een acceptabel significantieniveau. Daarnaast vertonen ze een licht stijgende lijn naarmate de energieprestatie beter wordt. Op basis van de uitkomsten van de regressie analyse kan de premie die de markt toekent aan de labelsprong van D naar B voor een vrijstaande woning worden vastgesteld op € 19.077. De woonconsument heeft om deze labelsprong te

realiseren echter wel een investering nodig van ruim € 22.000. De meerwaarde is bij dit type woning lager dan de kosten.

figuur 6.12

Investering versus premie labelsprong

Vrijstaand 1975-1991		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	D	B			€ 22.277
	Energie index	1,63	1,06			
Regressie analyse	Procentueel effect	4,4%	8,7%	→	Procentuele premie 4,3%	→ € 19.077
	Significantie	0,093	0,003		€ 443.772 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

Het besparingspakket in Voorbeeldwoningen 2011 voor Vrijstaande woningen gebouwd tussen 1992 – 2005 zorgt niet voor een labelsprong. De onderzoeksopzet maakt het daardoor onmogelijk om de kosten van de betere energieprestaties te vergelijken met de waarde die de markt hieraan toekent. Toch is het vermelden waard dat de resultaten van de regressie analyse forse meerwaarden zien voor woningen met energielabels A, B en C ten opzichte van referentiecategorie label D. Tevens zijn de significantieniveaus van de regressiecoëfficiënten ook goed.

figuur 6.13

Investering versus premie labelsprong

Vrijstaand 1992-2005		van	naar			Investering
Voorbeeld woningen	Labelsprong	B	B			€ 3.844
	Energie index	1,22	1,13			
Regressie analyse	Procentueel effect	12,2%	12,2%	→	Procentuele premie 0,0%	→ € -
	Significantie	0,007	0,007		€ 446.007 Gemiddelde transactieprijs	Absolute premie

6.4 Vergelijking Brounen en Kok: Het effect van een groen energielabel

De regressie analyse voor de vergelijking met Brounen en Kok onderzoekt de meerwaarde van een “groen” energielabel met een licht aangepast basismodel. De dummy variabelen voor de specifieke energielabels zijn vervangen voor één dummy variabele “groen” label. Het regressiemodel verklaart ongeveer 75% van het logaritme van de transactieprijs van de records in de database. In appendix 6.3 staan de volledige regressieresultaten voor dit model weergegeven. De regressiecoëfficiënten vertonen waarden gelijk aan of slechts met een minimale afwijking ten opzichte van de coëfficiënten in fase 1. De regressiecoëfficiënt voor de dummy variabele “groen” label bedraagt 0,032. Dit houdt in dat woningen met een “groen” label in deze database voor een 3,25% hogere transactieprijs zijn verkocht dan

woningen met een “rood” label. De gemiddelde transactieprijs in de database bedraagt € 213.000, waardoor de “groene premie” uitkomt op gemiddeld € 6.900. Brounen en Kok (2009) voerden een gelijksoortige analyse uit en hun resultaten duiden op een groene premie van ongeveer € 6.000 op basis van een percentage van 2,7 % en een gemiddelde transactieprijs van € 230.000.

6.5 Samenvatting

De regressie analyse van fase 1 geeft aan dat er een duidelijke relatie bestaat tussen het energielabel en de transactieprijs. De regressiecoëfficiënten laten zien dat een woning met een beter energielabel een hogere transactieprijs heeft. De regressiecoëfficiënten vertonen

Energielabel	Regressie coëfficiënt	T-waarde	Significantie	Procentueel effect	Absoluut effect*
A	0,097	10,043	0,000	10,1%	21.592
B	0,063	12,815	0,000	6,5%	13.742
C	0,036	9,143	0,000	3,7%	7.871
D	0,012	3,072	0,002	1,2%	2.508
E	0,010	2,503	0,012	1,0%	2.081
F	0,012	2,982	0,003	1,2%	2.609
G					

* Op basis van een gemiddelde transactieprijs van € 212.926

een opwaartse lijn wanneer de energieprestatie verbetert. Al blijkt wel dat de markt weinig verschil ziet tussen woningen met een “rood” energielabel. De toegevoegde waarde van een energielabel D, E en F is beperkt ten opzichte van referentiecategorie G. Kennelijk kent de woonconsument wel waarde toe aan goede energieprestaties, maar vindt er geen discount plaats voor slechtere prestaties. Omdat de verklaringskracht van het regressiemodel groot is, de regressiecoëfficiënten significant zijn en de verwachte richting laten zien, kunnen de resultaten als betrouwbaar en algemeen van toepassing worden beschouwd

Fase 2 richt zich op de premies voor de 13 groepen voorbeeldwoningen. De modellen hebben een redelijke tot goede verklaringskracht met waarden tussen 67% en 82%. De regressiecoëfficiënten van de niet energieprestatie gerelateerde variabelen, vertonen grotendeels dezelfde relatie met de transactieprijs als in fase 1. Echter de significantie is in sommige gevallen aanzienlijk lager. De regressiecoëfficiënten voor de energielabels voor veel groepen voorbeeldwoningen vertonen geen vast patroon. De verwachte stijgende waarden van label G naar label A is bij de meeste typen wel waar te nemen, echter vaak zijn er wel één of meerdere afwijkende waarden in de reeks. Daarnaast is het significantie niveau van de coëfficiënten soms erg laag. De resultaten van de regressie analyses voor de groepen voorbeeldwoningen zijn zeer beperkt bruikbaar voor het vergelijken van de marktwaarde van de labelsprong met de investering. Daarnaast biedt voorbeeldwoningen geen bruikbare gegevens voor alle groepen in periode 1992 -2005. Van de 13 groepen

voorbeeldwoningen zijn de resultaten van slechts 4 groepen bruikbaar om de toegevoegde waarde van energieprestaties te vergelijken met de hieraan verbonden kosten.

De groep voorbeeldwoningen rijwoningen 1975 – 1991 beschikt over bruikbare gegevens. De absolute premie voor de labelsprong van C naar B bedraagt ongeveer € 8.100. Echter de investering die hieraan verbonden is, bedraagt bijna € 11.900. Het aanbrengen van een besparingspakket bij dit type voorbeeldwoning kost daarmee meer dan de extra waarde bij verkoop. Voor twee-onder-een-kap woningen met een bouwjaar voor 1964 kost het besparingspakket € 16.700 en bedraagt de extra waarde in de transactieprijs € 17.800. De investering weegt ook niet op tegen de extra waarde. Bij de vrijstaande woningen met een bouwjaar tussen 1975 en 1992 blijkt de investering van € 22.300 ook niet op te wegen tegen de premie van € 19.000 voor betere energieprestaties. Alleen bij vrijstaande woningen met een bouwjaar voor 1964 is de premie voor de labelsprong met € 27.600 aanzienlijk hoger dan de investering van € 20.800. De vier bruikbare groepen voorbeeldwoningen laten geen consistente lijn zien. Bij drie groepen voorbeeldwoningen is de investering om de energieprestatie te verbeteren lager dan de premie die de markt voor betere energieprestaties betaalt. En bij één groep is de premie juist ruim voldoende om de gemaakte investering goed te maken. Omdat het aantal bruikbare vergelijkingen zeer beperkt is en daarnaast ook geen consistente lijn laat zien, is geen betrouwbare en algemeen toepasselijke uitspraak te doen over de relatie tussen de premie en kosten van een labelsprong.

Ten slotte levert de globale vergelijking met Brounen en Kok vergelijkbare resultaten op. De absolute premie voor een “groene” woning bedraagt in dit onderzoek € 6.900 en bij Brounen en Kok was dat circa € 6.000.

7 SAMENVATTING EN DISCUSSIE

De impact van de energierekening op de woonlasten voor de woonconsument is fors. Woningen met goede energieprestaties leveren door een lagere energierekening daarom kwalitatief betere woondiensten. En woningen met betere woondiensten hebben een hogere waarde. Echter de Nederlandse woonconsument kent slechts beperkt waarde toe aan energiezuinigheid. De consument hanteert bij een investering het principe dat hij er zelf, op financieel gebied of door verhoging van het wooncomfort, beter van moet worden. Als een investering leidt tot betere energieprestaties is dat een prettige bijkomstigheid. Veel studies naar de impact van energieprestaties op de waarde van een woning gebruiken hedonische regressie analyse. Deze studies gebruiken de afgegeven stralingswarmte, de dikte van gevel- en dakisolatie en toegepaste materialen als verklarende variabelen om de waarde van energieprestaties te isoleren. Door de toenemende aandacht voor energieprestaties is het aantal en gebruik van waarderingsmethodieken voor energieprestaties flink gestegen. Ook dergelijke waarderingsmethodieken zijn in studies met regressie analyse gebruikt om de relatie tussen energieprestatie en woningwaarde te onderzoeken. Deze studies laten zien dat een betere energieprestatie zorgt voor een premie bij verkoop van de woning. Echter deze studies gaan voorbij aan het feit dat betere energieprestaties gepaard gaan met extra kosten.

Deze thesis heeft onderzocht hoe de extra premie voor betere energieprestaties zich verhoudt tot de daaraan verbonden extra kosten. Een regressiemodel met daarin de variabele energielabel als indicator voor energieprestaties, biedt inzicht in hoe de markt energieprestaties waardeert. De resultaten geven aan dat de markt bereid is extra te betalen voor woningen met betere energieprestaties. De premie neemt toe naarmate de energieprestatie toeneemt. Opvallend is wel dat de premie voor woningen met een rood label beperkt is. Deze studie heeft regressie analyses uitgevoerd op 13 groepen woningen gelijk aan de voorbeeldwoningen van Agentschap NL. De voorbeeldwoningen geven inzicht in de kosten voor een specifieke labelsprong. De regressie analyses geven inzicht in de premie per energielabel. Hierdoor kan de waarde worden bepaald die de markt toekent aan een labelsprong. De extra waarde van energieprestaties kunnen worden vergeleken met daaraan verbonden kosten. De bruikbaarheid van de resultaten van de regressie analyse is echter zeer beperkt. Voor slechts 4 van de 13 groepen was de kwaliteit van de resultaten van de regressie analyse geschikt om de vergelijking te maken tussen kosten en opbrengsten. Bij drie van de vier groepen bedroeg de premie voor betere energieprestaties minder dan de extra kosten die daarmee gemoeid waren. De premie van de vierde groep was hoger dan de

kosten voor het verbeteren van de energieprestaties. Op basis van de resultaten van de regressie analyse kan worden aangenomen dat de markt waarde toekent aan de energieprestatie van een woning. Echter de zeer beperkte mogelijkheden om de extra waarde te vergelijken met de daaraan verbonden kosten en de niet consistente lijn bij de bruikbare resultaten, leiden ertoe dat er geen uitspraken gedaan kunnen worden over de verhouding tussen toegevoegde waarde en kosten. Wel wijzen de resultaten richting een vermoeden dat de kosten om de energieprestatie van een woning te verbeteren niet opwegen tegen de extra waarde die de markt toekent aan betere energieprestaties. Dit is in lijn met het standpunt van de consument. Deze ziet beperkt waarde in energieprestaties en is niet onvoorwaardelijk bereid daarvoor te betalen. Een mogelijke verklaring hiervoor kan liggen in de constatering van Bouwfonds. Zij nemen waar dat bij het verhogen van energieprestaties, de focus teveel op de techniek ligt en te weinig aandacht wordt besteed aan de wensen van de consument. Hierdoor kunnen energieprestatie verbeterende maatregelen worden aangebracht, waar de consument geen behoefte aan heeft. Hij is vervolgens alleen bereid te betalen voor die maatregelen waar hij zelf behoefte aan heeft. Daarnaast kan ook de snelle technologische ontwikkeling een rol spelen. Een besparingspakket dat vandaag wordt aangebracht, kan door verbeterde of nieuwe technieken snel verouderd zijn. Hierdoor kunnen consumenten terughoudend zijn bij het aanbrengen of toepassen van energieprestatie verbeterende maatregelen. De consument zal daardoor minder waarde toekennen aan deze maatregelen. Beiden gedachten sluiten aan bij het vermoeden op basis van de resultaten van de regressie analyses: kosten van betere energieprestaties worden niet volledig terugverdiend door een hogere prijs bij verkoop.

Deze studie heeft de energieprestatie gekoppeld aan het energielabel. De reden hiervoor is dat het een classificatie is die universeel wordt toegepast en bij consumenten alom bekend is. Communicatie over de energieprestatie van een woning verloopt door het energielabel. Het energielabel is echter een ordinale schaal. De energie-index, welke het energielabel bepaalt, is lineair. Hierdoor kunnen woningen met een verschillende energie-index, hetzelfde energielabel bezitten. Wellicht dat een vervolgonderzoek met de energie-index als indicator voor energieprestaties tot scherpere en consistente resultaten kan leiden, waardoor de vergelijking met kosten meer inzichten kan opleveren. Kanttekening hierbij is dat de consument niet bekend is met de energie-index en daardoor zou theoretisch geen directe relatie kunnen bestaan tussen de energie-index en de marktwaarde van een woning. De verwachte strengere regels voor het energielabel per 1 januari 2013 bieden een andere mogelijkheid om de bruikbaarheid van onderzoeksresultaten te vergroten. In de database voor de periode 2008 tot en met 2011 heeft 16,8% van de woningtransacties een

energielabel. Wanneer de verscherpte regelgeving van toepassing wordt, loopt dit op tot 100%. Dit resulteert in fors meer gegevens. Hierdoor zou de bruikbaarheid van uitkomsten van regressie analyse kunnen toenemen.

Deze thesis richtte zich op de kosten en de marktwaarde van energieprestaties. Hierbij zijn de opbrengsten van betere energieprestaties buiten beschouwing gelaten. Verder onderzoek naar de waarde van energieprestaties zou kunnen bestaan uit het vergelijken van de kosten, en marktwaarde met de opbrengsten door energiebesparing. Betere energieprestaties resulteren in een besparing op energiekosten. Voorbeeldwoningen van Agentschap NL biedt inzicht in de hoeveelheid primaire energiebesparing van typen voorbeeldwoningen met een verschillende energetische kwaliteit. De verwachte energiebesparing, prijsontwikkeling van energie en levensduur van de energieprestatie kunnen in een contante waarde model met een discontovoet worden gekapitaliseerd tot een absolute waarde van de energieprestatie op basis van opbrengsten. De vergelijking van deze opbrengstwaarde met de marktwaarde en investeringskosten kunnen nieuwe bruikbare inzichten opleveren.

8 BIBLIOGRAFIE

Agentschap NL (2010), Voorbeeldwoningen 2011 Bestaande bouw, http://www.agentschapnl.nl/content/brochure-voorbeeldwoningen-2011-bestaande-bouw.

Agentschap NL (2010), Voorbeeldwoningen 2011 EPA detailgegevens per woningtype, subtype en bouwperiode, http://www.agentschapnl.nl/content/voorbeeldwoningen-2011-epa-detailgegevens-site-9-dec-2010-2.

Agentschap NL (2010), Voorbeeldwoningen 2011 Onderzoeksverantwoording, http://www.agentschapnl.nl/content/voorbeeldwoningen-2011-onderzoeksverantwoording.

Banfi, S., M. Farse, M. Filippini en M. Jakob (2005) Willingness to pay for energy-saving measures in residential buildings, Energy Economics, Volume 30, Issue 2, pp. 503-516.

Berkhout, P.en R. de Wildt (2011), Ontmasker waarde van energielabel, Cobouw d.d. 20-04-2011.

Bloom, B., M.C. Nobe en M.D. Nobe (2011), Valuing green home designs: A study of ENERGY STAR® Homes, The Journal of Sustainable Real Estate, Volume 3, Issue 1, pp. 109-126.

Bouwfonds en G. van Estrik (2010), Baat het niet dan gaat het niet, Bouwfonds NAW dossier.

Brooks, C. (2002), Introductory econometrics for finance, University Press (Cambridge).

Brounen, D. en N. Kok (2009), On the economics of energy labels in the housing market, Journal of Environmental Economics and Management, Volume 62, Issue 2, pp. 166-179.

Butler, R.V. (1982), The Specification of Hedonic Indexes for Urban Housing, Land Economics, Volume 58, Issue 1, pp. 96-108.

Cropper, M.L., L.B. Deck en K.E. McDonnell (1988), On choice of functional form for hedonic price functions, Review Economic Statistics, Volume 70, pp. 668–675.

DeCanio, S.J. en J.A. Laitner (1997), Modeling technological change in energy demand forecasting: A generalized approach, Technological Forecasting and Social Change, Volume 55, Issue 3, pp. 249-263.

DEWHA Australische overheid (2008), Energy Efficiency Rating and House Price in the ACT, http://www.nathers.gov.au/about/publications/eer-house-price-act.html.

Dinan, T.M. en J.A. Miranowski (1989), Estimating the implicit price of energy efficiency improvements in the residential housing market: A hedonic approach, Journal of Urban Economics, Volume 25, Issue 1, pp. 52-67.

Eck, A. van (2008), De “willingness to pay” voor een energiezuinige nieuwbouw woning, Afstudeerverslag, TU Delft.

Eichholtz, P., N. Kok, en J.M. Quigley (2009), Doing well by doing good? Green office buildings, Berkeley: Center for the Study of Energy Markets (CSEM).

Field, A. (2005), Discovering Statistics Using SPSS 1st edition, SAGE Publications Ltd (London, England).

Francke, M.K. (2010), Casametrie, De kunst van het modelleren en het voorspellen van de marktwaarde van woningen, oratie 353, Vossiuspers UvA (Amsterdam).

Francke, M.K., T. Kuijl en B. Kramer (2009), Betrouwbaarheid huizenprijsindices, Real Estate Research Quarterly, Volume 8, Issue 3, pp. 5-11.

Gerritsen, S. (2001), Schrijfgids voor economen tweede druk, Uitgeverij Coutinho (Bussum).

Gulicher, T. (2008), De invloed van groene open ruimte in de omgeving op de waarde van woningen, Master thesis, Amsterdam School of Real Estate

Halverson, R. en H.O. Pollakowski (1981), Choice of functional form for hedonic price equations, Journal of Urban Economics, Volume 10, Issue 1, pp. 37-49.

Horiwitz, M.J. en H. Haeri (1990), Economic efficiency v energy efficiency: Do model conservation standards make good sense?, Energy Economics, Volume 12, Issue 2, pp. 122-131.

Lancaster, K.J. (1966), A new approach to consumer theory, Journal of Political Economy, Volume 74, Issue 2, pp. 132-157.

Lande, C.D. (2006), Homeowner views on housing market valuation of energy efficiency: An empirical investigation, Thesis Master of Arts Economics, University of Montana.

Laquatra, J. (1986), Housing market capitalization of thermal integrity, Energy Economics, Volume 8, Issue 3, pp. 134-138.

Laquatra, J., D.J. Dacquisto, P. Emrath en J.A. Laitner (2002), Housing Market Capitalization of Energy Efficiency Revisited, http://www.reneuer.com/upload/RENEUER-ClHouse-040.pdf.

Longstreth, M., A.R. Coveney en J.S. Bowers (1984), Conservation characteristics among determinants of residential property value, Journal of Consumer Research, Volume 11, Issue 1, pp. 564-571.

Longstreth, M. (1986), Impact of consumers' personal characteristics on hedonic prices of energy-conserving durables, Energy, Volume 11, Issue 9, pp. 893-905.

Maclennan, D (1977), Some thoughts on the nature and purpose of hedonic price functions, Urban Studies, Volume 14, pp. 59-71.

Malpezzi, S. (2002), Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review, http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470690680.ch5/pdf.

Metcalf, G.E. en K.A. Hassett (1997), Measuring the energy savings from home improvement investments: Evidence form monthly billing data, National Bureau of Economic Research Working Paper 6074.

Nevin, R. en G. Watson (1998), Evidence of rational market valuations for home energy efficiency, The Appraisal Journal , Volume 4, Issue 66 , pp. 401-409.

Oosterbaan, W. (2011), Een leesbare scriptie dertiende druk, Prometheus (Amsterdam/Rotterdam).

Pallant, J. (2010), SPSS Survival Manual 4th edition, McGraw-Hill Education (Berkshire, England).

Rosen, S. (1974), Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition, Journal of Political Economy, Volume 82, Issue 1, pp. 34-55.

Sirmans, G.S., D.A. Macpherson en E.N. Zietz (2005), The composition of hedonic pricing models, Journal of Real Estate Literature, Volume 13, Issue 1, pp. 3-43.

Stevens, J. (1996), Applied multivariate statistics for the social sciences 3rd edition, Lawrence Earlbaum Associates (Mahwah, New Jersey London).

Tabachnick, B.G. and L.S. Fidell (1996), Using multivariate statistics 3rd edition, HarperCollins College Publishers (New York, New York).

Theebe, M.A.J. (2004), Planes, trains, and automobiles: The impact of traffic noise on house prices, The Journal of Real Estate Finance and Economics, Volume 28, Issue 2-3, pp. 209-234.

Verschuren, P. en H. Doorewaard (2003), Het ontwerpen van een onderzoek derde druk, Uitgeverij LEMMA BV (Utrecht).

Websites:

http://www.socsci.ru.nl/data-analyse/docs/handleiding%20MR.pdf
http://www.eigenhuis.nl
http://www.energielabel-voor-mijn-huis.nl
http://www.agentschapnl.nl
http://www.rijksoverheid.nl
http://www.nvm.nl
http://www.isso.nl
http://www.nen.nl
http://www.EPBD.nl

9 APPENDICES

Appendix 3.1 Top 20 Karakteristieken hedonische prijsmodellen
Appendix 4.1 Energieprestatie certificaat
Appendix 4.2 Energie-Index en Energielabel Voorbeeldwoningen
Appendix 5.1 Kenmerken NVM database
Appendix 5.2 Beschrijvende statistieken database onderzoek
Appendix 6.1 Regressie output Fase 1 groen label
Appendix 6.2 Regressie output Fase 2 energielabel
Appendix 6.3 Regressie output Vrijstaande woning bouwjaar tot en met 1965