



In hoeverre heeft energieprestatie invloed op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland?

MSRE SCRIPTIE

AUTEUR: JAMES KRAFT VAN ERMEL

Begeleider en eerste beoordelaar: Arthur Marquard

Tweede beoordelaar: Jantine Schrader-van Meel

Amsterdam, 9 oktober 2024

Voorwoord

Hierbij presenteer ik mijn scriptie, geschreven als onderdeel van de afronding van de opleiding Master of Science in Real Estate (MSRE). De scriptie bevat de onderzoeksvraag: 'In hoeverre heeft energieprestatie invloed op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland?'. Een actueel onderwerp aangezien het hebben van een 'groen' energielabel voor beleggers steeds belangrijker wordt als gevolg van regelgeving.

Als vastgoedfinancier vormt voorlichting over de voordelen van verduurzamen van vastgoed een belangrijk onderdeel in mijn dagelijks werk. Geregeld wordt de vraag gesteld in hoeverre het upgraden van het energielabel van een verhuurde woning of wooncomplex invloed heeft op de marktwaarde. Mijn vorige werkgever heeft voor kantoren hier een mooi onderzoek over gepubliceerd (ING Real Estate Finance & Universiteit Maastricht, 2020). Voor huurwoningen was hier beperkt onderzoek naar gedaan en dit spoorde mij aan om dit onderwerp te kiezen.

Ik dank ING Real Estate Finance voor het beschikbaar stellen van het databestand van onderhavig onderzoek en voor het faciliteren van de opleiding. Ook was het afronden van de studie niet mogelijk geweest zonder de steun van mijn huidige werkgever RNHB.

Tot slot gaat mijn dank uit naar mijn gezin voor de steun en ruimte die zij mij hebben geboden tijdens het doorlopen van de opleiding en het uitvoeren van het scriptieonderzoek.

Ik wens u veel leesplezier.

9 oktober 2024, Amsterdam

James Kraft van Ermel

Samenvatting

Het verduurzamen van woningen is belangrijk in het behalen van de klimaatdoelstellingen van Parijs. Dit onderzoek toont het verband tussen energieprestatie en de marktwaaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van een door ING Real Estate Finance verkregen databestand bestaande uit gegevens van 22.991 woningen welke in de periode 2021 – 2024 zijn getaxeerd. Met behulp van een regressieanalyse is onderzocht in hoeverre energieprestatie invloed heeft op de marktwaaarde per m² van vrije sector huurwoningen in Nederland. Het gebruikte model in dit onderzoek is getoetst op robuustheid en de data zijn getoetst op multicollineariteit.

Om te onderzoeken in hoeverre energieprestatie invloed heeft op de marktwaaarde per m² van vrije sector huurwoningen is er eerst een literatuurstudie uitgevoerd. Uit de literatuurstudie blijkt dat er meerdere waardebegrippen bestaan. Om meer duidelijkheid te verschaffen is er in 2008 door de Nijenrode Business Universiteit (Berkhout & Hordijk, 2008) aanbevolen om in de Nederlandse taxatiepraktijk enkel één waardebegrip toe te passen, te weten de marktwaaarde. Dit wordt dan ook gebruikt in onderhavig onderzoek. Om de marktwaaarde van vastgoed te bepalen wordt er in de taxatieleer drie hoofdmethoden onderkend: de comparatieve benadering, de inkomstenbenadering en de kostenbenadering (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013). Ook is uit de literatuurstudie gebleken dat in bestaand onderzoek het energielabel het meest gebruikt wordt als meetinstrument van energieprestatie. Het gebruik van het energielabel spreekt ook het meest tot de verbeelding en wordt daarom ook in dit onderzoek gebruikt.

Daarnaast laat de literatuurstudie zien dat er verschillende determinanten van marktwaaarde van vrije sectorhuurwoningen bestaan. Daarbij wordt vaak een onderverdeling gemaakt in fysieke (vastgoed)kenmerken en locatiekenmerken van de woning. Ten slotte blijkt uit de literatuurstudie dat er meerdere onderzoeken bestaan die het verband tussen energieprestatie en waarde van vastgoed hebben onderzocht. In vrijwel alle onderzoeken is het hedonisch prijsmodel als onderzoeksmethode gebruikt en is de conclusie dat energieprestatie een positief invloed heeft op de waarde van vastgoed.

In lijn met de bestaande literatuur, laten de uitkomsten van dit onderzoek zien dat energieprestatie een positieve invloed heeft op de marktwaaarde per m² van vrije sector huurwoningen. De gevonden groene premies ten opzichte van energielabel B variëren van 11,4% voor energielabel A tot 26,2% voor energielabel A++++. De bruine discounts ten opzichte van energielabel B voor minder energiezuinige energielabels variëren van 1,8% voor energielabel C en 8,1% voor energielabel G. De bewezen spreads tussen een bruin en een groen energielabel zijn significant en kunnen hiermee een aanmoediging zijn voor beleggers om te verduurzamen. Daarnaast helpt dit hen in de besluitvorming van verduurzamingsinvesteringen.

Door middel van een Chow test is getoetst of de resultaten stabiel blijven over verschillende tijdsperioden of subgroepen. Zo is er getoetst of de energiecrisis in 2022 geleid heeft tot hogere premies voor groene energielabels en hogere discounts voor bruine energielabels. Hiervoor is een regressieanalyse uitgevoerd over de data uit 2021 en over de data uit de periode 2022-2024. De coëfficiënten van het energielabel waren in de periode 2022-2024 niet altijd hoger dan in 2021. Hieruit is de conclusie dat het effect van het energielabel op marktwaaarde niet is toegenomen door de energiecrisis in 2022. Daarnaast is er getoetst of in de G4 steden een kleiner effect te zien is van het energielabel op de marktwaaarde vergeleken met niet-G4 steden. Hiervoor is een regressieanalyse uitgevoerd over de data met subgroep G4 steden en over de data met subgroep niet-G4 steden. De resultaten laten geen duidelijk patroon zien waarin de premies op marktwaaarde voor energiezuinige woningen lager zijn binnen G4 steden dan buiten de G4 steden. Hieruit is de conclusie dat het effect van het energielabel op de marktwaaarde niet groter is buiten de G4 steden.

Inhoud

Voorwoord	1
Samenvatting.....	2
1. Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Probleemstelling	5
1.3 Doelstelling	5
1.4 Onderzoeksvragen	6
1.5 Afbakening	6
1.6 Onderzoeksopzet	6
1.7 Relevantie	7
1.8 Leeswijzer.....	7
2. Theoretisch kader	8
2.1 Inleiding.....	8
2.2 Waarde.....	8
2.3 Waardebegrippen	8
2.3.1 Marktwaaarde	8
2.3.2 Overige waardebegrippen	9
2.4 Waarderingsmethoden van marktwaaarde.....	9
2.4.1 Comparatieve benadering	9
2.4.2 Inkomstenbenadering.....	10
2.4.3 Kostenbenadering.....	11
2.5 Determinanten van marktwaaarde van vrije sector huurwoningen	12
2.6 Energieprestatie	13
2.6.1 Energielabel	13
2.6.2 Energieprestatiecoëfficiënt (EPC)	14
2.6.3 BREEAM	14
2.6.4 Overige meeteenheden van energieprestatie.....	15
2.7 De relatie tussen energieprestatie en waarde van vastgoed	15
2.7.1 Energieprestatie en waarde van commercieel vastgoed	15
2.7.2 Energieprestatie en waarde van woningen	16
2.7.3 Gebruikte methoden in de bestaande literatuur	18
2.8 Conclusie	18
3. Methodologie en hypotheses.....	20
3.1 Inleiding.....	20
3.2 Hedonisch prijsmodel	20
3.3 Formulering hedonisch prijsmodel	20

3.4 Hypothesen	21
3.5 Conclusie	22
4. Dataverkenning en beschrijvende statistiek	23
4.1 Inleiding.....	23
4.2 Dataset	23
4.3 Dataopschoning	23
4.4 Beschrijvende variabelen	24
4.4.1 Waarde	24
4.4.2 Energieprestatie	26
4.4.3 Vastgoedkenmerken.....	28
4.4.4 Locatiekenmerken	30
4.5 Conclusie	31
5. Resultatenanalyse	32
5.1 Inleiding.....	32
5.2 OLS regressie	32
5.2.1 Model 1 - Vastgoedkenmerken	33
5.2.2 Model 2 – Toevoeging locatiekenmerken	33
5.2.3 Model 3 – Toevoeging taxatiejaar	34
5.2.4 Model 4 – Toevoeging plaatsnaam als fixed effect	34
5.3 Chow test	35
5.3.1 Modellen 5 en 6 – Invloed energiecristis op resultaten	36
5.3.2 Modellen 7 en 8 – Invloed grote steden op resultaten	36
5.4 Robuustheid	37
5.4.1 Modellen 9 tot en met 12 – Gebruik groenlabel i.p.v. energielabel (score)	38
5.4.2 Multicollineariteit	38
5.5 Toetsing hypothesen	40
5.6 Conclusie	41
6. Conclusie	42
6.1 Inleiding.....	42
6.2 Conclusie	42
6.3 Discussie.....	43
6.4 Reflectie	43
6.5 Aanbevelingen	44
Appendix 1 T-toetsen	48
Appendix 2 Chi-kwadraat toets	50
Appendix 3 Overzicht G32 steden	51

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

De mondiale temperatuurstijging blijft ieder jaar een structureel stijgende trend te vertonen (Forster & P.M., 2023). Om de opwarming te beperken tot maximaal 1,5°C is er in het klimaatakkoord van Parijs afgesproken om de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen, met CO₂ als bekendste broeikasgas, te verminderen. In de EU is conform het klimaatakkoord als doel gesteld dat er in 2030 minimaal 55% minder uitstoot is om uiteindelijk in 2050 klimaatneutraal te zijn (Rijksoverheid, sd).

Door verduurzamen van panden kan de vastgoedsector hier goed aan meehelpen. De gebouwde omgeving draagt namelijk wereldwijd bijna 40 procent bij aan de jaarlijkse CO₂-uitstoot. In Nederland draagt de gebouwde omgeving ongeveer 13% bij aan de jaarlijkse CO₂-uitstoot (Savills, 2021). Het aandeel van de woningen in de totale uitstoot door de gebouwde omgeving in Nederland bedraagt circa 70% (CBS, 2023). Om de CO₂-uitstoot te beperken en de klimaatdoelstellingen te behalen, zijn er diverse plannen gericht op de woningmarkt om dit te bewerkstelligen. Volgens het beleidsprogramma van het Ministerie van Volkshuisvesting is het vanaf 2030 niet meer toegestaan om woningen te verhuren met een energielabel E of slechter (Rijksoverheid, 2022). Daarnaast hebben de lidstaten van de EU in een gezamenlijk standpunt vastgesteld dat alle bestaande woningen in de Europese lidstaten uiterlijk in 2033 gemiddeld een energielabel D moeten hebben. Sommige grootbanken in Nederland gaan hierin nog een stap verder. Zij hebben als doel gesteld om voor 2030 enkel 'energielabel A' woningen te financieren. Om klanten te stimuleren om verduurzamingsinvesteringen te doen, worden er verschillende incentives aangeboden, zoals rentekorting, gratis energiescans, en korting op energielabels.

De verantwoordelijkheid voor deze investeringen rust uiteindelijk bij de woningbeleggers zelf, waarbij financiële overwegingen een cruciale factor vormen. Voor de belegger is het van belang of de duurzaamheidsinvesteringen rendabel zijn en kan worden terugverdiend via direct of indirect rendement. Een betere energieprestatie zorgt voor meer huurpunten en heeft derhalve een positieve invloed op de huurprijs (direct rendement) van de woning (Rijksoverheid, sd). Het is echter nog onvoldoende bekend in hoeverre verduurzamingsinvesteringen invloed hebben op de marktwaarde (indirect rendement) van huurwoningen.

1.2 Probleemstelling

Woningbeleggers worden door de geplande regelgevingen en de strengere eisen van banken gedwongen om verduurzamingsinvesteringen te doen om de energieprestatie te verbeteren in hun woningportefeuille. In hoeverre deze investeringen leiden tot een hogere marktwaarde is weinig bekend.

Er bestaan meerdere onderzoeken die de invloed van energieprestatie op de marktwaarde van kantoren hebben behandeld. Daarnaast hebben binnen de woningsector vergelijkbare onderzoeken plaatsgevonden voor koopwoningen, waarbij is gekeken naar de invloed van de energieprestatie op de verkoopprijzen van koopwoningen. Voor huurwoningen en dan specifiek de vrije sector huurwoningen zijn soortgelijke onderzoeken nauwelijks gedaan. In de recente literatuur ontbreekt het inzicht in hoeverre energieprestatie verband houdt met de marktwaarde van huurwoningen.

1.3 Doelstelling

Het verkrijgen van inzicht in hoeverre vrije sector huurwoningen met een 'groen' energielabel (A) een hogere marktwaarde vertegenwoordigen dan vrije sector huurwoningen met een 'bruin' energielabel (C of slechter).

1.4 Onderzoeksvragen

Uit bovenstaande aanleiding en doelstelling volgen de volgende hoofdvraag en deelvragen:

Hoofdvraag

In hoeverre heeft energieprestatie invloed op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland in de periode 2021-2024?

Deelvragen

1. Welke waardebegrippen en waarderingsmethoden zijn er?
2. Wat zijn de determinanten van marktwaarde van vrije sector huurwoningen?
3. Hoe wordt energieprestatie van woningen gemeten?
4. Wat zegt de literatuur over de relatie tussen energieprestatie en marktwaarde van vastgoed?
5. Welk model is geschikt om het verband tussen energieprestatie en marktwaarde van vrije sector huurwoningen te onderzoeken?
6. Hoe groot is het effect van energieprestatie op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen?

1.5 Afbakening

Dit onderzoek richt zich op woningen in Nederland, verhuurd in de vrije sector, welke in eigendom zijn van niet-institutionele beleggers. De marktwaardes die in dit onderzoek gebruikt worden, betreffen de marktwaardes in verhuurde staat welke door verschillende taxateurs zijn afgegeven in de periode 2021-2024. Het energielabel wordt als meetinstrument aangehouden voor de energieprestatie.

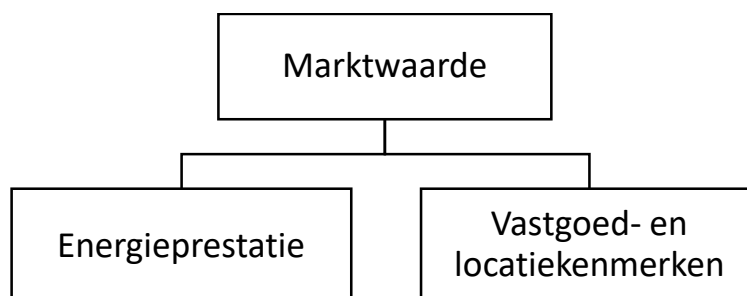
1.6 Onderzoeksopzet

Het onderzoek bestaat uit twee onderdelen: het theoretisch onderdeel en het empirisch onderdeel. In het theoretisch onderdeel worden de begrippen energieprestatie en marktwaarde en de relatie tussen deze twee begrippen behandeld. Daarnaast wordt er op basis van een literatuurstudie de determinanten van marktwaarde bepaald. Deze determinanten bestaan uit vastgoedkenmerken en locatiekenmerken. In het empirisch onderdeel wordt met behulp van een dataset van de Nederlandse portefeuille van ING Real Estate Finance een kwantitatief onderzoek uitgevoerd. De dataset van ING Real Estate Finance bevat informatie van 22.991 woonobjecten. Het kwantitatief onderzoek bestaat uit een meervoudige regressieanalyse.

Het conceptueel model van het onderzoek is weergegeven in figuur 1. Het conceptueel model bestaat uit de drie type variabelen die worden gebruikt in de meervoudige regressieanalyse. De (onafhankelijke) X-variabele is 'energieprestatie'. De (afhankelijke) Y-variabele is 'marktwaarde'. De 'vastgoed- en locatiekenmerken' zijn de (controle) Z-variabelen.

Figuur 1.

Conceptueel model



1.7 Relevantie

Maatschappelijk

Een groot deel van de klimaatdoelstellingen kan worden gerealiseerd binnen de vastgoedsector (Savills, 2021) (CBS, 2022). Voor de beleidsmakers kan dit onderzoek relevant zijn omdat de uitkomsten mogelijk kan helpen om meer draagvlak te krijgen voor de geplande maatregelen. Dit onderzoek kan relevant zijn voor woningbeleggers om de kosten van verduurzaming af te zetten tegen de (indirecte) opbrengsten.

Wetenschappelijk

Aanvulling op theorieën/eerdere onderzoeken die het verband tussen energieprestatie en marktwaarde hebben bewezen. De meeste onderzoeken die het effect van energieprestatie op marktwaardes hebben behandeld, zijn gedaan op kantoren (Eicholtz, Kok, & Sun, 2024) (Haarsma, 2021) (Pivo, 2009). Naar de invloed van energieprestatie op de marktwaarde van woningen is beperkt onderzoek naar gedaan, daarnaast zijn deze onderzoeken veelal gericht op de koopwoningmarkt in Nederland (Boumen & Kok, 2011) of op de koopwoningmarkt in het buitenland, zijnde in de VS (Kahn & Kok, 2012), in Ierland (Hyland & Lyons, 2013) of in het Verenigd Koninkrijk (Fuerst, McAllister, Nanda, & Wyatt, 2019). De onderzoeken die wel de invloed van energieprestatie op marktwaarde van huurwoningen hebben behandeld, zijn verricht in een andere periode met een kleinere dataset (Tool, 2018) of onderzocht middels een andere onderzoeksmethode, zijnde een kwalitatieve onderzoeksmethode (Cordewener, 2022).

1.8 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 betreft de inleiding van dit onderzoek. Hierin is de aanleiding, probleemstelling, doelstelling, onderzoeksvragen, afbakening en relevantie van dit onderzoek behandeld. In hoofdstuk 2 wordt het theoretisch kader uiteengezet, waarin de verschillende waardebegrippen, waarderingsmethoden, determinanten van marktwaarde en meeteenheden van energieprestatie worden besproken. Daarnaast wordt in hoofdstuk 2 een overzicht van eerdere onderzoeken naar de invloed van energieprestatie op vastgoedwaarderingen gepresenteerd. In hoofdstuk 3 worden vervolgens de methodologie en hypothesen behandeld en toegelicht. De data en beschrijvende statistiek komen in hoofdstuk 4 aan bod. In hoofdstuk 5 worden de uitkomsten van het onderzoek en de resultatenanalyse gepresenteerd. Ten slotte bevat hoofdstuk 6 de conclusie van het onderzoek, aangevuld met een reflectie op het onderzoeksproces. Daarnaast worden er aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

2. Theoretisch kader

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk richt zich op het beantwoorden van de volgende deelvragen:

1. Welke waardebegrippen en waarderingsmethoden zijn er?
2. Wat zijn de determinanten van marktwaarde van vrije sector huurwoningen?
3. Hoe wordt energieprestatie van woningen gemeten?
4. Wat zegt de literatuur over de relatie tussen energieprestatie en marktwaarde van vastgoed?

In paragraaf 2.2 worden de vier begrippen beschreven die betrekking hebben op 'waarde'. Vervolgens wordt in paragraaf 2.3 ingegaan op het waardebegrip 'marktwaarde', evenals op andere relevante waardebegrippen. Paragraaf 2.4 bespreekt de methoden die worden toegepast om de marktwaarde te bepalen. Vervolgens wordt in paragraaf 2.5 de in de literatuur genoemde determinanten van marktwaarde behandeld. De verschillende manieren van het meetbaar maken van energieprestatie wordt in paragraaf 2.6 uiteengezet. In paragraaf 2.7 worden de onderzoeken naar energieprestatie en waarde van vastgoed behandeld. Het hoofdstuk eindigt met een conclusie in paragraaf 2.8.

2.2 Waarde

Er bestaan diverse begrippen die op 'waarde' betrekking hebben. Om duidelijkheid te verschaffen wordt in de taxatieleer veelal een onderscheid gemaakt in de volgende begrippen:

- *Prijs*, dit is een feitelijk waarneembaar geldbedrag waar tegen een ruil van een object heeft plaatsgevonden. De prijs is een uitkomst van een feitelijke transactie en daarbij speelt geen enkel redelijkheidsoordeel (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.41).
- *Kosten*, dit zijn bestedingen die zijn gemoeid met het produceren of verwerven van een product. Prijs is sterk gerelateerd aan kosten omdat de betaalde prijs van een object (voor de koper de kostprijs) de post kosten van het object vormt. (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.41)
- *Worth*, dit is de waarde dat het object krijgt door het in bezit te hebben. In het Nederlands wordt dit begrip ook wel aangeduid als vermogenswaarde (om uit te drukken welk aandeel het goed heeft in het vermogen van zijn bezitter) of beleggingswaarde (bij verhuurd onroerend goed) (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.42).
- *Value*, dit is de waarde van het object gebaseerd op de mogelijkheid het te verkopen of te ruilen. In het Nederlands wordt dit begrip vaak aangeduid als verkoopwaarde, verkeerswaarde of marktwaarde (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.42).

2.3 Waardebegrippen

Om taxatierapporten goed te begrijpen, is het belangrijk dat taxateurs aangeven wat zij onder waarde verstaan. In het verleden gebruikten taxateurs verschillende waardebegrippen in hun taxatierapporten. Om meer duidelijkheid te verschaffen is er in 2008 door de Nijenrode Business Universiteit (Berkhout & Hordijk, 2008) aanbevolen om in de Nederlandse taxatiepraktijk enkel één waardebegrip toe te passen, te weten de marktwaarde.

2.3.1 Marktwaarde

Bij de aanbeveling van Nijenrode Business Universiteit (Berkhout & Hordijk, 2008) is de definitie van marktwaarde overgenomen van de International Valuation Standards Committee. Deze luidt als volgt:

“De marktwaarde is het geschatte bedrag waartegen een actief of passief zou worden overgedragen op de waardepeildatum tussen een bereidwillige koper en een bereidwillige verkoper in een zakelijke transactie, na behoorlijke marketing en waarbij partijen zouden hebben gehandeld met kennis van zaken, prudent en niet onder dwang.” (IVSC, 2021, p.6)

Door Van Arnhem et al. (2013) is deze definitie in onderdelen nader toegelicht. Daarbij is het belangrijk te vermelden dat in het geschatte bedrag beïnvloeding door externe factoren wordt uitgesloten. De definitie ziet daarnaast toe dat het geschatte bedrag tijdsgebonden is en enkel geldt op een bepaald tijdstip. De partijen in deze definitie hebben geen speciale relatie met elkaar dat kan leiden tot een niet marktconforme prijs. De partijen zijn gemotiveerd, rationeel, deskundig en zonder verplichting bereid om de transactie aan te gaan. Daarnaast is het uitgangspunt dat het vastgoed met voldoende promotie en volledig transparant op de markt is gepresenteerd.

2.3.2 Overige waardebegrippen

Binnen de taxatieleer neemt het waardebegrip 'marktwaaarde' de meest dominante plaats in. De overige waardebegrippen worden in de taxatieleer onderverdeeld in vier waardebegrippen (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.49-54).

- Vermogenswaarde (of beleggingswaarde bij verhuurd onroerend goed), dit is de waarde van een object voor een bepaalde eigenaar of toekomstige eigenaar als individuele belegging of voor bedrijfsdoeleinden (IVSC, 2021, p.6)
- Reële waarde, dit is de geschatte prijs voor de overdracht van een object tussen geïnformeerde en bereidwillige partijen, die de respectievelijke belangen van die partijen weerspiegelt (IVSC, 2021, p.6). Bij deze definitie worden de voor- en nadelen die partijen hebben bij de verkoop in de prijs meegenomen. Dit verschilt met marktwaaarde waar deze voor- en nadelen niet worden meegenomen.
- Wettelijke waardebegrippen, deze waardebegrippen worden genoemd of komen voort uit wet- en regelgeving. Voorbeelden zijn actuele waarde (jaarverslaggeving), WOZ-waarde (fiscaliteit) en herbouwwaarde (verzekering). Door Van Arnhem et al. (2013) wordt afgeraden om deze begrippen buiten de wettelijke context te gebruiken. Omdat ze hiervoor niet bedoeld zijn, kunnen zij misleidend zijn.
- Af te raden waardebegrippen, alle andere waardebegrippen worden door Van Arnhem et al. (2013) afgeraden te gebruiken omdat ze niet eenduidig zijn gedefinieerd of een goede basis missen. Voorbeelden zijn executiewaarde, vrijeverkoopwaarde of zekerheidswaarde.

2.4 Waarderingsmethoden van marktwaaarde

In de taxatieleer bestaan drie hoofdmethoden om de waarde van vastgoed te bepalen: de comparatieve benadering, de inkomstenbenadering en de kostenbenadering (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.205).

2.4.1 Comparatieve benadering

De comparatieve benadering is uitgewerkt in twee taxatiemethoden: de vergelijkingsmethode en de regressiemethode.

- Bij de vergelijkingsmethode wordt de waarde van het object bepaald op basis van gerealiseerde transacties in de markt. Daarbij wordt door de taxateur gezocht naar transacties van vergelijkbare objecten, de zogenaamde referentieobjecten. Bij het zoeken van referentieobjecten worden aspecten zoals de eigenschappen van het vastgoed, de koopsom en de voorwaarden en situatie van de verkoop in aanmerking genomen. Vervolgens wordt er door de taxateur een correctie op de referentieobjecten gedaan om die gelijk te laten zijn aan de kenmerken van het object dat getaxeerd wordt (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.216-220).
- Bij de regressiemethode wordt met behulp van data van een groot aantal referentieobjecten en samenhang tussen variabelen, gebruik gemaakt van statistische analyses. Deze methode wordt ingezet bij modelmatige waardebepalingen, zoals bij de uitvoering van de Wet WOZ (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.224).

2.4.2 Inkomstenbenadering

Bij de inkomstenbenadering wordt de waarde van het object afgeleid uit verwachte toekomstige inkomsten die het zal genereren. De inkomstenbenadering wordt onderverdeeld in twee modellen: de ratiomodellen (BAR- en NAR methode) en de contante waarde modellen (NCW methode) (Lusht, 2001).

BAR methode

Bij ratiomodellen wordt de waarde van het object gebaseerd op een ratio tussen huuropbrengsten in het aanvangsjaar van exploitatie en waarde. Een voorbeeld van een ratiomodel is de BAR (bruto aanvangsrendement) methode. Deze methode kan worden toegepast als het object verhuurd is, maar ook met een juiste bestemming als het object leeg staat. De formule die ten grondslag ligt aan de BAR methode wordt als volgt weergegeven (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.275).

$$\text{Marktwaarde} = \left(\frac{\text{Huuropbrengst}}{\text{BAR yield}} \right) - \text{transactiekosten}$$

In de formule wordt er met de daadwerkelijke huuropbrengst gerekend, alternatief is dat er met de markthuur wordt gerekend. Dit wordt ook wel de huurwaardekapitalisatie methode genoemd (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.267). De BAR yield en de markthuur worden door de taxateur vastgesteld aan de hand van actuele transacties van referentieobjecten. De BAR is het verwachte rendement op een vastgoedinvestering. Hierbij is het rendement het percentage van de bruto huuropbrengsten in het eerste exploitatiejaar (Van Gool, Jager, Theebe, Veenhoven, & Weisz, 2020, p.102). De formule van de BAR yield wordt als volgt weergegeven (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.249).

$$\text{BAR yield} = \frac{\text{Bruto huuropbrengsten in jaar 1}}{\text{Koopsom kosten koper} + \text{transactiekosten}} \times 100\%$$

Eén van de voordelen van de BAR-methode is dat het eenvoudig te gebruiken is doordat een beperkt aantal variabelen wordt meegenomen. Verder is de methode goed te communiceren en veelal redelijk betrouwbaar vanwege voldoende marktbewijs (Van Gool, Jager, Theebe, Veenhoven, & Weisz, 2020, p.394). Daarnaast kan de ratio vergelijkenderwijs, dus uit analyse van representatieve referentietransacties worden gedestilleerd. Een nadeel is dat bij deze methode wordt uitgegaan van stabiele en oneindige opbrengsten. Het is daarmee vooral geschikt voor het berekenen van rendement van vastgoed dat langjarig is verhuurd en gekenmerkt wordt door bestendige huuropbrengsten (Martens, 2012).

NAR methode

De NAR methode gebruikt de bruto huuropbrengsten in plaats van de netto huuropbrengsten van het vastgoed. De netto huuropbrengsten worden berekend door de bruto huuropbrengsten te verminderen met de exploitatielasten. Exploitatiekosten zijn reguliere kosten die gemaakt worden om het object verhuurd te houden zoals: onderhoudskosten, verzekeringen en makelaars- en beheerkosten (Cordewener, 2022). De formule die ten grondslag ligt aan de NAR methode kan als volgt worden weergegeven (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.282).

$$\text{Marktwaarde} = \left(\frac{\text{Huuropbrengst}}{\text{NAR yield}} \right) - \text{transactiekosten}$$

De formule van de NAR yield kan als volgt worden weergegeven (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.249):

$$NAR\ yield = \frac{Netto\ huuropbrensten\ in\ jaar\ 1}{Koopsom\ kosten\ koper + transactiekosten} \times 100\%$$

Door rekening te houden met exploitatiekosten is de NAR methode nauwkeuriger dan de BAR methode. Het nadeel is dat de exploitatielasten niet vast staan en dat deze door de taxateur ingeschat moeten worden. Inschattingen zijn gebaseerd op veronderstellingen en onzekerheden, waardoor er een risico op subjectiviteit ontstaat (Martens, 2012).

NCW methode

Bij contante waarde modellen (NCW methode) wordt het verloop van de exploitatie gemodelleerd. Hierbij worden alle netto kasstromen uit de exploitatie van het vastgoed over een veronderstelde periode contant gemaakt tegen een disconteringsvoet, oftewel de rendementseis (Van Gool, Jager, Theebe, Veenhoven, & Weisz, 2020, p.401).

De rendementseis is het gewenste rendement op een investering dat de investeerder als doel heeft gesteld. Deze eis wordt opgebouwd uit een basisrentepercentage, de verwachte inflatie en een vergoeding voor het risico dat door de investeerder wordt genomen. Hierbij geldt dat bij een hoger risico, er een hogere rendementseis bestaat (Tool, 2018).

Voor het berekenen van de marktwaarde houdt de NCW methode rekening met de looptijd van de belegging. Na een vooraf bepaalde looptijd van de vastgoedbelegging wordt vaak het object verkocht. De verwachte verkoopopbrengst van het object betreft de restwaarde en deze wordt meegenomen in de kasstroom van het laatste jaar. De marktwaarde wordt berekend door alle ingeschatte toekomstige kasstromen contant te maken, waarbij de rendementseis als disconteringsvoet wordt gebruikt. De formule die ten grondslag ligt aan de NCW methode wordt als volgt weergegeven (Van Gool, Jager, Theebe, Veenhoven, & Weisz, 2020, p.402):

$$Marktwaarde = \frac{Kasstroom^{jaar\ 1}}{1 + rendementseis^1} + \frac{Kasstroom^{jaar\ 2}}{1 + rendementseis^2} + \dots + \frac{Kasstroom^{jaar\ N}}{1 + rendementseis^N}$$

Een voordeel van de NCW methode is dat deze rekening houdt met de tijdswaarde van geld. Een nadeel is dat er veel variabelen zijn waarvoor inschattingen en veronderstellingen nodig zijn die verschillend kunnen worden opgevat. Daarnaast zijn de waarden omsloten in de kasstromen, het is hierdoor moeilijk om een precieze waarde te bepalen (Martens, 2012).

2.4.3 Kostenbenadering

Bij de kostenbenadering wordt er een relatie verondersteld tussen waarde en vervangingskosten. De kostenbenadering wordt gebruikt als er een beperkt aantal referentieobjecten beschikbaar zijn. Dit komt veelal voor bij specifiek, op maat gesneden, heterogeen vastgoed (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.344).

Vervangingswaardemethode

De meest gangbare methode vanuit de kostenbenadering is de vervangingswaardemethode. Bij de vervangingswaardemethode wordt de waarde als volgt berekend (Van Arnhem, Berkhout, & Ten Have, 2013, p.345):

Marktwaarde

$$= \text{Grondwaarde} + \text{Vervangingskosten van de opstal}$$

$$+ \text{ontwikkelaarsvergoeding} - \text{geaccumuleerde waardevermindering van de opstal}$$

2.5 Determinanten van marktwaarde van vrije sector huurwoningen

De waarderingmethoden vanuit de inkomstenbenadering laten zien dat huuropbrengsten een belangrijke determinant is van marktwaarde. Dit wordt ook bevestigd door het vierkwadrantenmodel van DiPasquale & Wheaton (DiPasquale & Wheaton, 1992). Het vierkwadrantenmodel bestaat uit de kwadranten: de ruimtemarkt, de beleggingsmarkt, de bouwmarkt en de ontwikkelmarkt. Gezamenlijk maken zij de vastgoedmarkt uit. De onderlinge relaties tussen deze kwadranten beïnvloeden op diverse manieren de vastgoedmarkt en daarmee de woningmarkt en de marktwaarde van huurwoningen. Het model veronderstelt dat de vastgoedmarkt na verloop van tijd tot evenwicht komt. Door vraag en aanbod van huurwoningen komt een evenwichtsprijs tot stand. In dit geval geldt dat een hogere huurprijs leidt tot een hogere waarde van huurwoningen (Martens, 2012).

Daarnaast laten de NAR- en de NCW methode zien dat exploitatiekosten een andere determinant van marktwaarde is. Hierbij geldt hoe lager de exploitatielasten, des te hoger de waarde van huurwoningen. Lagere exploitatielasten zorgen immers voor hogere netto huuropbrengsten en kasstromen.

Uit de formule van de NCW methode is op te maken dat marktwaarde afhankelijk is van de rendementseis van de investeerder. De formule laat zien dat een lagere rendementseis een positief effect heeft op marktwaarde. De hoogte van de rendementseis wordt vervolgens weer bepaald door de hoogte van het risico. Een investeerder verlangt immers een hoger rendement in het geval van verhoogd risico.

In voorgaande studies worden determinanten van marktwaarde van huurwoningen veelal onderverdeeld in twee type kenmerken, namelijk fysieke (vastgoed)kenmerken en locatiekenmerken (Van Moorsel, 2013).

Van de fysieke kenmerken speelt voornamelijk de oppervlakte van de woning een grote rol (Visser & Dam, 2006). Andere fysieke kenmerken van woningen, zoals leeftijd van de woning, type woning, en aantal kamers worden in de literatuur ook genoemd als determinant van marktwaarde (Grether, 1974) (Fuerst, McAllister, Nanda, & Wyatt, 2013) (Tyrväinen & Miettinen, 2000) (Windhorst, 2010). Deze fysieke kenmerken hebben echter minder invloed op de marktwaarde vergeleken met oppervlakte (Visser & Dam, 2006).

Bij locatiekenmerken speelt met name de mate van stedelijkheid een grote rol. Huurwoningen in stedelijke gebieden hebben een lagere BAR dan huurwoningen gelegen in niet-stedelijke gebieden (Tool, 2018). Door agglomeratievoordelen zijn stedelijke gebieden aantrekkelijk voor bedrijven en inwoners en hierdoor is de behoefte aan huurwoningen in stedelijke gebieden groter (McCann, 2013). Het risico op leegstand is door de grotere vraag lager en dit verklaart waarom investeerders bereid zijn om huurwoningen tegen een lagere BAR aan te kopen. Daarnaast zijn bij een grotere vraag naar huurwoningen, de huuropbrengsten hoger (DiPasquale & Wheaton, 1992) wat vervolgens weer een positieve invloed heeft op de marktwaarde. In het onderzoek van Kiel & Zabel (2008) wordt locatie op drie niveaus ingedeeld, namelijk: grootstedelijk gebied, stad en straat. Uit hun onderzoek is gebleken dat locatie op alle drie de niveaus invloed heeft op de waarde van woningen.

In het onderzoek van Windhorst (2010) bleek locatie geen bewezen determinant van waarde te zijn. De bewezen determinanten in zijn onderzoek waren leegwaarde, contracthuur en oppervlakte. Dat leegwaarde een determinant van waarde is gebleken, komt doordat bij waarderingen er ook wordt uitgegaan van de mogelijkheid tot uitpanden.

2.6 Energieprestatie

De energieprestatie van woningen wordt gemeten aan de hand van verschillende parameters en indicatoren.

2.6.1 Energielabel

De meest bekende indicator van energieprestatie is het energielabel. Het energielabel is sinds 2002 geregeld in Europese regelgeving. Vanaf 2008 is het in Nederland verplicht om bij verkoop, verhuur en oplevering van een woning een energielabel te verstrekken (Rijksoverheid, sd). In 2015 kon voor het eerst boetes worden gegeven als bij verkoop of verhuur geen energielabel aanwezig was. Het energielabel laat de energieprestatie van een woning zien middels een energielabel-letter variërend tussen A++++ en G. Hierbij zijn woningen met energielabel A++++ het energiezuinigst en woningen met energielabel G het minst zuinig. Naast de energieprestatie geeft het energielabel ook weer hoe de woning zuiniger kan worden en of de woning makkelijk van het gas af kan (Rijksoverheid, sd). De huidige geldige energielabels zijn vastgesteld volgens één van de volgende methoden.

Vereenvoudigd energielabel (VEL)

In 2015 is het vereenvoudigd energielabel (VEL) ingevoerd. Hierbij hadden woningeigenaren de mogelijkheid om zelf een aanvraag te doen voor een energielabel door een door de overheid samengestelde vragenlijst in te vullen. De vragenlijst is onderverdeeld in verschillende onderwerpen, zoals type woning, bouwperiode, woonoppervlakte, woonplaats, isolatie, zonnepanelen, warmtepomp of Cv-ketel, en andere duurzame investeringen. Energielabels op basis van de VEL methodiek worden berekend aan de hand van maximaal 10 woningkenmerken.

Energie-index (EI)

Naast de VEL was het vanaf 2015 ook mogelijk om een energielabel te verkrijgen op basis van de energie-index (E.I.) methodiek. De berekening van de E.I. is op basis van NEN7120 en wordt bepaald door 150 kenmerken van de woning. Daarbij wordt rekening gehouden met gebouweigenschappen, installaties en standaard gebruikersgedrag (Buikema & M., 2020). De energie-index (E.I.) is een getal dat staat voor de mate van energie-efficiëntie van een gebouw. De energie-index is een cijfer tussen de $\leq 0,6$ (heel zuinig) en $\geq 2,7$ (helemaal niet zuinig). Het energielabel op basis van de E.I. methodiek kan enkel worden verkregen met behulp van een energieadviseur.

Bijna energie neutrale gebouwen (BENG)

Vanaf 1 januari 2021 is de bepalingmethode NT8800 van toepassing voor het verkrijgen van een energielabel. Daarnaast dienen alle vergunningaanvragen voor nieuwbouw conform de eisen voor Bijna Energieneutrale Gebouwen (BENG) te worden opgesteld. De eisen zijn het resultaat van het Energieakkoord voor duurzame groei en uit de Europese Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) (RVO, 2017). De energieprestatie binnen BENG wordt vastgesteld op basis van drie afzonderlijke eisen die moeten worden behaald:

- BENG 1 eis: de maximale energiebehoefte in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar (kWh/m².jr);
 - BENG 2 eis: het maximale primair fossiel energiegebruik in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar (kWh/m².jr);
 - BENG 3 eis: het minimale aandeel hernieuwbare energie in procenten (%).
- (RVO, 2017)

Met de introductie van de NT8800 zijn de voorgaande methodieken ophouden te bestaan. Energielabels blijven echter 10 jaar geldig vanaf registratiedatum, dus ook 'VEL'- en 'E.I'-labels met een registratiedatum voor 1 januari 2021 hebben hun geldigheid niet verloren. De overgang van de bepalingmethode NEN7120 naar NT8800 leidt ertoe dat er verschuivingen in labels kunnen

plaatsvinden (Cordewener, 2022). Tabel 1 laat een overzicht zien van het scala aan methodieken en bijbehorende energielabels van de afgelopen jaren.

Tabel 1

Engielabels en energieprestatie (Rijksoverheid, sd) (Lente-akkoord, 2020)

Energieprestatie vastgesteld vóór 2021		Energieprestatie vastgesteld ná 2021	
Engielabel (afgegeven vóór 1-1-2015)	Energie-Index (afgegeven ná 1-1-2015)	Engielabel (afgegeven ná 1-1-2021)	BENG 2 (Primair fossiel energiegebruik in kWh/m² per jaar)
A++++		A++++	Kleiner of gelijk aan 0
A+++		A+++	Vanaf 0 tot en met 50
A++	Kleiner of gelijk aan 0,6	A++	Vanaf 50 tot en met 80
A+	Vanaf 0,6 tot en met 0,8	A+	Vanaf 75 tot en met 105
A	Vanaf 0,8 tot en met 1,2	A	Vanaf 105 tot en met 160
B	Vanaf 1,2 tot en met 1,4	B	Vanaf 160 tot en met 190
C	Vanaf 1,4 tot en met 1,8	C	Vanaf 195 tot en met 250
D	Vanaf 1,8 tot en met 2,1	D	Vanaf 250 tot en met 290
E	Vanaf 2,1 tot en met 2,4	E	Vanaf 290 tot en met 335
F	Vanaf 2,4 tot en met 2,7	F	Vanaf 335 tot en met 380
G	Groter dan 2,7	G	Groter dan 380

2.6.2 Energieprestatiecoëfficiënt (EPC)

De energieprestatiecoëfficiënt (EPC) is een index die aangeeft hoe energiezuinig een gebouw of woning is. De EPC wordt berekend op basis van diverse factoren, waaronder isolatie, ventilatie, verwarming en koeling. De EPC wordt uitgedrukt in een dimensieloos getal, een lagere EPC-waarde duidt op een betere energieprestatie. Een EPC-waarde van 1,0 staat gelijk aan de energieprestatie van een gemiddelde woning uit 1990. De gemiddelde woning uit 1990 wordt sindsdien als referentie aangehouden. Wanneer de EPC waarde van een huis bijvoorbeeld 0,5 is, betekent dit dat het huis 50% van de energie gebruikt ten opzichte van het huis uit 1990.

Sinds 1995 is de EPC opgenomen in het bouwbesluit en verplicht voor bouw aanvragen. Om een bouwvergunning te krijgen voor een nieuwbouwhuis gold per 1 januari 1996 een minimale EPC van 1,4. Sindsdien zijn de EPC eisen meerdere malen aangescherpt. Vanaf 1 januari 2020 is de EPC eis voor nieuwbouwwoningen 0,2. EPC is vanaf 1 januari 2021 afgeschaft. Hiervoor in de plaats is de BENG (BijnaEnergieNeutrale Gebouwen) gekomen.

2.6.3 BREEAM

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) is een in Groot-Brittannië door Building Research Establishment (BRE) ontwikkeld label voor duurzaamheid. Vanaf 1990 is BREEAM actief en inmiddels wordt BREEAM gebruikt in meer dan 80 landen. BREEAM is het eerste wereldwijd toepasbare meetinstrument voor de beoordeling van duurzaamheid van bouwprojecten (BREEAM-NL, 2018).

In Nederland is DBGC (Dutch Green Building Council) als enige partij gerechtigd het BREEAM keurmerk te beheren. DGBC is een onafhankelijke stichting die aan de hand van door BRE ontwikkelde internationale keurmerken het BREEAM-NL duurzaamheidskeurmerk heeft ontwikkeld voor de gebouwde omgeving in Nederland. BREEAM-NL hanteert vier keurmerken:

1. 'BREEAM-NL Nieuwbouw (en Renovatie)', voor nieuwbouw- en renovatieprojecten;
2. 'In-Use', voor bestaande gebouwen;
3. 'Sloop en Demontage', voor slooppjecten;
4. 'BREEAM-NL Gebied', voor complete gebieden.

(BREEAM-NL, 2018)

Voor woningen zijn de duurzaamheidskeurmerken 'BREEAM-NL Nieuwbouw en Renovatie Woningen' en 'BREEAM-NL In Use Woningen' van toepassing. Beide keurmerken kijken verder dan alleen energieprestatie. In totaal worden op 9 verschillende duurzaamheidscategorieën gebouwen beoordeeld. Elke categorie levert een deelbijdrage aan de totaalscore. De te behalen score varieert tussen de 0% en 100% en wordt uitgedrukt in een kwalificatie variërend van 'unclassified' (< 10%) tot 'outstanding' (> 85%) (BREEAM-NL, sd).

2.6.4 Overige meeteenheden van energieprestatie

Naast eerdergenoemde certificaten gelden er in het buitenland nog andere certificaten die als meeteenheden van energieprestatie worden gebruikt. Zo worden in de Verenigde Staten 'Energy star'- en 'LEED' labels afgegeven en is in Australië de 'Energie Efficiency Rating' van toepassing. In andere Europese landen is het energieprestatiecertificaat (EPC) weer het document dat aangeeft wat het geschatte energiegebruik van een woning is.

Behalve certificaten en labels wordt energieprestatie in voorgaande studies ook op andere manieren geoperationaliseerd. Zo hebben Aroul & Hansz (2012) behalve LEED labels andere 'groenheid' kenmerken gebruikt zoals bouwjaar en zonnepanelen. Daarnaast is het mogelijk om energieprestatie meetbaar te maken met energiekosten (Dinan & Miranowski, 1989) (Laquatra, 1986) en daadwerkelijk energiegebruik.

2.7 De relatie tussen energieprestatie en waarde van vastgoed

Er zijn meerdere onderzoeken verricht die de relatie tussen energieprestatie en waarde van vastgoed hebben onderzocht. Uit vrijwel alle onderzoeken is de conclusie dat energieprestatie een positieve invloed heeft op waarde. De onderzoeken onderscheiden van elkaar omdat zij op verschillende manieren zijn afgebakend. Ook kunnen de variabelen verschillend worden geoperationaliseerd. Daarnaast zijn er verschillen te vinden in het type vastgoed wat is onderzocht en zijn de onderzoeken gedaan in verschillende landen en tijdsperiodes. Tot slot varieert de omvang van de invloed van energieprestatie op waarde afhankelijk van het land of het onderzoek.

2.7.1 Energieprestatie en waarde van commercieel vastgoed

De meeste studies die de invloed van energieprestatie op waarde van commercieel vastgoed hebben onderzocht, zijn verricht voor de kantorenmarkt. Hierbij vindt een groot aandeel van alle onderzoeken een positief effect van energieprestatie op transactieprizen. Voor de markt in de Verenigde Staten hebben Eicholtz et al. (2010), Miller et al. (2008), Wiley et al. (2010) en Fuerst & McAllister (2011) in hun onderzoeken aangetoond dat duurzame kantoren leiden tot hogere transactieprizen. De groene premie van kantoren met een groen energielabel bedraagt gemiddeld 16% (Eichholtz, Kok, & Quigley, 2010). De bandbreedte van de groene premies van een Energy star- of een LEED label ligt tussen 5% (Miller, Spivey, & Florance, 2008) en 26% (Fuerst & McAllister, 2011). Ook in Nederland blijken duurzame kantoren voor een hogere koopprijs te gaan dan niet duurzame kantoren. De groene premie ligt met 4,6% (Eicholtz, Kok, & Sun, 2024) echter lager dan in de Verenigde Staten. Haarsma (2021) heeft zelfs aangetoond dat groene energielabels helemaal niet leiden tot hogere transactieprizen.

Behalve naar het de invloed van energieprestatie op transactieprizen van kantoren is er ook onderzoek verricht naar de invloed van energieprestatie op marktwaaarde van kantoren. Zowel in Nederland (ING Real Estate Finance & Universiteit Maastricht, 2020) als in de Verenigde Staten (Pivo, 2009) is aangetoond dat een goede energieprestatie een positief effect heeft op de marktwaaarde van kantoren. Daarentegen hebben Fuerst & McAllister (2011) in hun onderzoek op de markt in het Verenigd Koninkrijk geen effect van energieprestatie kunnen bewijzen op de marktwaaarde van zowel kantoren, winkels als bedrijfspanden.

Tabel 2.*Samenvatting onderzoeken: invloed energieprestatie op waarde/prijzen van commercieel vastgoed.*

Bron	Land	Onafhankelijke variabele	Afhankelijke variabele	Conclusie
Eicholtz et al (2010)	Verenigde Staten	Energielabel	Transactieprizen kantoren	Transactieprizen van kantoren met een groen label liggen in de periode 2007- 2009 gemiddeld 16% hoger dan vergelijkbare kantoren met een minder gunstig label
Eicholtz et al. (2024)	Nederland	Energielabel	Transactieprizen en huurprizen kantoren	Transactie- en huurprizen van kantoren met 'groene' energielabels (A, B, C) liggen respectievelijk 4,6% en 3,9% hoger dan van kantoren met 'bruine' energielabels (D, E, F G)
Fuerst & Mc.Allister (2011)	Verenigd Koninkrijk	EPC - en BREEAM rating	Marktwaarde en markthuur kantoren, winkels en bedrijfspanden	Energieprestatie heeft nog niet de effecten op marktwaarde en markthuur die ervoor zorgen dat marktpartijen worden gestimuleerd om te investeren in verduurzamen.
Fuerst & Mc.Allister (2011)	Verenigde Staten	Energy star- en LEED label	Transactieprizen kantoren	Transactieprizen van kantoren met een milieulabel liggen gemiddeld 25-26% hoger dan vergelijkbare kantoren zonder milieulabel
Haarsma (2021)	Nederland	Energielabel	Transactieprizen kantoren	Het energielabel toont geen significant effect op de transactieprijs. Variabelen waar wel (deels) een effect is aangetoond zijn: bouwjaar/ leeftijd, locatie (regio) en WalkScore.
ING REF & Universiteit Maastricht (2017)	Nederland	Energielabel	Marktwaarde kantoren	De groene premie op energie-efficiënte kantoren bedraagt 9,9% vergeleken met niet-energie-efficiënte kantoren.
Pivo et al. (2009)	Verenigde Staten	Energy star label	Marktwaarde en huurprizen kantoren	Kantoren met een Energy Star label genereren in de periode 1999-2008 een hogere marktwaarde (green premium 8,5%) en huurprijs (green premium 2,7%) ten opzichte van kantoren zonder een Energy star label.
Miller et al. (2008)	Verenigde Staten	Energy star- en LEED label	Transactieprizen, huurprizen en bezettingsgraad kantoren	Transactieprizen van kantoren met een Energy star- of een LEED label liggen gemiddeld respectievelijk 9,9% en 5,3% hoger dan kantoren zonder milieulabel.
Wiley et al. (2010)	Verenigde Staten	Energy star- en LEED label	Transactieprizen, huurprizen en bezettingsgraad kantoren	Transactieprizen van kantoren met een Energy star- of een LEED label liggen gemiddeld respectievelijk 7,3%-8,6% en 15,2%-17,3% hoger dan kantoren zonder milieulabel.

2.7.2 Energieprestatie en waarde van woningen

De meerderheid van de studies die de invloed van energieprestatie op waarde van woningen hebben onderzocht, zijn verricht voor de koopwoningmarkt. In deze onderzoeken is bewezen dat energieprestatie een positieve invloed heeft op transactieprizen van koopwoningen. De groene premie op transactieprizen is bewezen in onder andere Nederland (Aydin, Brounen, & Kok, 2020) (Boumen & Kok, 2011), Verenigde Staten (Dastrup, Zivin, Costa, & Kahn, 2012) (Dinan T. M., 1986) (Kahn & Kok, 2012) en het Verenigd Koninkrijk (Fuerst, McAllister, Nanda, & Wyatt, 2013). In al deze onderzoeken worden de in dat land van toepassing zijnde energielabels gebruikt in de operationalisering van energieprestatie. Er zijn ook onderzoeken verricht waarbij hetzelfde wordt geconcludeerd, echter wordt energieprestatie op een andere manier geoperationaliseerd. Zo meten Dastrup et al. (2022) energieprestatie aan de hand van de aanwezigheid van zonnepanelen. Dinan & Miranowski (1998) meten de energieprestatie aan de hand van energiekosten. En in China is door Zheng et al. (2012) de Google index gebruikt om energieprestatie te meten van woningen. Niet in elk onderzoek is een positieve relatie bewezen tussen energieprestatie en transactieprizen van koopwoningen. In Japan is uit onderzoek van Yoshida & Sugiura (2011) juist een negatieve premie op transactieprizen van 'groene' woningen bewezen. De verklaring hiervoor zijn de hogere onderhoudskosten door het gebruik van milieuvriendelijke materialen. Deze hogere kosten worden door de kopers meegenomen in de prijsbepaling. In Duitsland is daarnaast door Amecke (2012)

aangetoond dat de aanwezigheid van een EPC label slechts een klein effect heeft op aankoopbeslissingen voor woningen.

Onderzoeken naar de invloed van energieprestatie op de marktwaarde van huurwoningen zijn in mindere mate verricht. In Nederland hebben Martens (2012) en Verhagen (2014) dit onderzocht. Deze onderzoeken hebben aangetoond dat woningen met een beter label hogere huren opleveren wat tot uiting komt in een hogere marktwaarde (Martens, 2012). De premie op woningen met een groen label bedraagt gemiddeld 2,98% (Tool, 2018). Tool (2018) heeft daarnaast in zijn onderzoek aangetoond dat energieprestatie een positieve invloed heeft op marktwaarde. De marktwaarde in zijn onderzoek is uitgedrukt als de BAR. Wanneer de Energie-Index met 10% toeneemt, neemt het rendement met 0,0948% toe. Anakram (2024) heeft in zijn onderzoek aangetoond dat energieprestatie tevens een positief effect heeft op huurprijzen. De groene premies op huurprijzen vergeleken met energielabel B bedragen tussen de +3,5% (energielabel A) en de +12% (energielabel A++++).

Tabel 3.

Samenvatting onderzoeken: Invloed energieprestatie op waarde/prijzen van woningen

Bron	Land	Onafhankelijke variabele	Afhankelijke variabele	Conclusie
Amecke (2012)	Duitsland	Energy performance certificate (EPC)	Aankoop-beslissingen koopwoningen	EPC heeft slechts een klein effect op aankoopbeslissingen.
Anakram (2024)	Nederland	Energielabel	Huurprijzen vrije sector huurwoningen	Groene premies op huurprijzen voor energiezuinige labels variëren tussen de +3,5% en +12%. Discounts op huurprijzen voor minder energiezuinige labels variëren tussen de -2,7% en -12,3%.
Australian Bureau of Statistics (2008)	Australië	Energy Efficiency Rating (EER)	Transactieprijzen koopwoningen	De stijging in huurprijzen bedroeg 1,2% in 2005 en 1,9% in 2006 bij elke hogere stap (0.5 EER star) op de EER schaal.
Aroul & Hansz (2012)	Verenigde Staten	'Groenheid' kenmerken	Transactieprijzen koopwoningen	Er is een positieve en statistisch significante premium voor woningtransacties met 'groenheid' kenmerken (zoals bouwjaar, zonnepanelen, LEED certificering).
Aydin et al. (2020)	Nederland	Energielabel	Transactieprijzen koopwoningen	Een hogere energielabel leidt tot een hogere transactieprijis.
Brounen & Kok (2011)	Nederland	Energielabel	Transactieprijzen koopwoningen	De groene premie voor woningen met een energielabel A, B, of C bedraagt 3,6%.
Caijas & Piazzolo (2013)	Duitsland	Energy performance certificate (EPC)	Transactieprijzen en huren	Energie-efficiënte gebouwen leveren tot 3,15% hoger rendement en €0,76 p/m ² /maand hogere huur op dan inefficiënte gebouwen.
Dastrup et al. (2012)	Verenigde Staten	Zonnepanelen	Transactieprijzen koopwoningen	Voor woningen met zonnepanelen wordt 3-4% premie betaald.
Dinan & Miranowski (1989)	Verenigde Staten	Energiekosten	Transactieprijzen koopwoningen	Verbeteringen in de energieprestatie verhogen de verkoopprijs. De meerwaarde van woningen bedraagt \$11,63 bij iedere \$1,00 aan energiebesparing.
Fuerst et al. (2013)	Verenigd Koninkrijk	Energy performance certificate (EPC)	Transactieprijzen koopwoningen	De groene premie voor energiezuinige woningen varieert tussen de 4 en 20 procent.
Fuerst et al. (2015)	Verenigd Koninkrijk	Energy performance certificate (EPC)	Transactieprijzen koopwoningen	Woningen met een EPC label van A of B worden tegen een 5% premie verkocht. Premie voor woningen met een EPC label C is 1,8%.
Hyland et al. (2013)	Ierland	Building Energy Rating (BER)	Transactieprijzen koopwoningen	Woningen met een 'A' rating hebben een premie van 9% op transactieprijis en een premie van 2% op huurprijs ten opzichte van woningen met een 'D' rating.
Kahn & Kok (2012)	Verenigde Staten	Energy Star, LEED, GreenPoint,	Transactieprijzen koopwoningen	Woningen met een groenlabel (Energy Star, LEED, GreenPoint) worden verkocht met een premie van 9%

Laquatra (1986)	Verenigde Staten	Energiekosten	Marktwaarde koopwoningen	Verbeteringen in de energieprestatie verhogen de marktwaarde. De meerwaarde van woningen bedraagt \$20,73 bij iedere \$1,00 aan energiebesparing.
Martens (2012)	Nederland	Energielabel	Marktwaarde en huurprijs huurwoningen	Bij woningen met een beter label worden hogere huren betaald wat leidt tot een hogere beleggingswaarde.
Tool (2018)	Nederland	Energie-Index	BAR van huurwoningen	Energieprestatie heeft een positieve invloed op het bruto aanvangsrendement van woningen. Een 10% stijging in Energie-Index leidt tot 0,0948% stijging in rendement.
Verhagen (2014)	Nederland	Energielabel	Marktwaarde huurwoningen	Woningen met een gunstig energielabel hebben gemiddeld een 2,98% hogere marktwaarde dan woningen met een minder gunstig energielabel.
Yoshida & Sugiyura (2011)	Japan	Groenlabel	Transactieprijzen koopwoningen	Er is een negatieve premie van 5,5% op 'groene' appartementen. Door gebruik van milieuvriendelijke materialen zijn er hogere onderhoudskosten. Kopers nemen dit mee in de prijs.
Zheng et al. (2012)	China	Google index 'marketing groenheid'	Transactieprijzen koopwoningen	Ontwikkelaars rekenen een prijspremie voor de 'groenheid' van hun gebouwen tijdens de voorverkoop, later worden zij door de koper doorverkocht met een korting.

2.7.3 Gebruikte methoden in de bestaande literatuur

In de genoemde onderzoeken in paragrafen 2.7.1 en 2.7.2 is veelal het hedonisch prijsmodel als methode gebruikt om het verband tussen energieprestatie en waarde/prijzen van vastgoed te onderzoeken. Via een Ordinary Least Squares (OLS) regressie model wordt dan de optimale schatting bepaald voor de verklarende invloed van verschillende variabelen (Anakram, 2024). In een beperkt deel van de onderzoeken worden daarnaast andere methoden gebruikt om de invloed van energieprestatie op waarde te bepalen. Zo gebruiken Aydin, Brounen en Kok (2020) aanvullend de repeated sales methode, waarbij de prijsontwikkeling van dezelfde woningen bij herhaalde verkoopmomenten wordt meegenomen. Door de prijzen van dezelfde woningen op verschillende tijdstippen te vergelijken, wordt de invloed van energieprestatie op de prijs vastgesteld, zonder vertekende resultaten door object-specifieke kenmerken (zoals locatie of grootte) die in de tijd gelijk zijn gebleven.

2.8 Conclusie

In dit hoofdstuk zijn de in de literatuur veelal gebruikte vier begrippen beschreven die betrekking hebben op 'waarde', namelijk: 'prijs', 'kosten', 'worth' en 'value'. Het is daarbij belangrijk te vermelden dat 'marktaandeel' onder het begrip 'value' valt en het hiermee onderscheidt van de andere drie begrippen. Vervolgens is er dieper ingegaan op het waardebegrip 'marktwaarde'. Hierbij is de definitie van het International Valuation Standards Committee gebruikt en zijn de verschillende onderdelen van deze definitie nader toegelicht. Ook is in dit hoofdstuk de verschillende waarderingsmethoden van marktwaarde behandeld. Met bovenstaande vormt het antwoord op deelvraag 1: Welke waardebegrippen en waarderingsmethoden zijn er?

Met het oog op het beantwoorden van deelvraag 2 zijn in dit hoofdstuk de in de literatuur bewezen determinanten van marktwaarde van vrije sector huurwoningen behandeld. Hierbij wordt een onderverdeling gemaakt in fysieke (vastgoed)kenmerken en locatiekenmerken van de woning. De beantwoording van deze vraag helpt bij de bepaling van controlevariabelen van de in onderhavig onderzoek gebruikte regressieanalyse.

In dit hoofdstuk worden tevens de verschillende parameters en indicatoren van energieprestatie gepresenteerd. In de literatuur wordt het energielabel het meest gebruikt als meetinstrument van energieprestatie. Het is daarbij belangrijk te benoemen dat de momenteel geldige energielabels in Nederland gebaseerd kunnen zijn op twee verschillende berekeningsmethode. Dit zijn de NEN7129 methode (voor labels afgegeven tot 2021) en de NT8800 methode (voor labels afgegeven vanaf 2021).

Met voorstaande wordt antwoord gegeven op deelvraag 3: ‘Hoe wordt energieprestatie van woningen gemeten?’.

Daarnaast is in dit hoofdstuk een literatuurstudie gedaan naar bestaand onderzoek die de relatie tussen energieprestatie en marktwaarde van vastgoed heeft behandeld. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen woningen en commercieel vastgoed, zoals kantoren, winkels en bedrijfspanden. Een uiteenzetting van deze onderzoeken is gepresenteerd in tabellen 2 en 3. Uit vrijwel alle onderzoeken is de conclusie dat energieprestatie een positief effect heeft op waarde. De meest toegepaste methode om dit te onderzoeken is het hedonisch prijsmodel waarbij het model wordt toegepast op basis van een Ordinary Least Squares (OLS) regressiemodel.

3. Methodologie en hypotheses

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk richt zich op het beantwoorden van de volgende deelvraag:

5. Welk model is geschikt om het verband tussen marktwaarde en energieprestatie van vrije sector huurwoningen te onderzoeken?

Uit de literatuurstudie is gebleken dat er meerdere methoden bestaan om de waarde te bepalen van vastgoed. Voor de waardebeoordeling van woningen wordt in bestaande studies veelal het hedonisch prijsmodel gebruikt. Wat het hedonisch prijsmodel inhoudt, wordt in paragraaf 3.2 nader toegelicht. De formulering van de vergelijking van het hedonisch prijsmodel wat als basis dient voor dit onderzoek wordt in paragraaf 3.3 behandeld. In paragraaf 3.4 worden vervolgens de hypotheses van dit onderzoek geformuleerd. Het hoofdstuk eindigt met de conclusie in paragraaf 3.5.

3.2 Hedonisch prijsmodel

Het hedonisch prijsmodel is een methode om te verklaren hoe de prijs van een heterogeen goed tot stand komt. In dit model worden uiterlijke kenmerken van goederen met elkaar vergeleken. Daarbij wordt veelal het Ordinary Least Squares (OLS) regressiemodel gebruikt, waarin kenmerken van het object, kenmerken van de omgeving en tijd de verklaringsvariabelen voor prijs vormen. Hedonische prijsmodellen is in de literatuur vaak gebruikt voor de waardebeoordeling van woningen (o.a. Dinan, 1986; Fuerst et al., 2019; Sheppard, 1999; Tool, 2018). In deze onderzoeken wordt gebruik gemaakt van het door Rosen (1974) gepubliceerd raamwerk. Het model stelt dat de prijs van een woning kan worden uitgedrukt als de optelsom van de prijzen van zijn kenmerken. Zo kan de woningprijs worden verklaard door een combinatie van kenmerken zoals locatie, gebruikersvloeroppervlakte, aantal kamers, buitenruimte en nabijheid van diverse voorzieningen. Er bestaat geen aparte markt voor de individuele kenmerken afzonderlijk, waardoor de kenmerken niet separaat kunnen worden geconsumeerd. Elk kenmerk draagt bij aan de waarde van de woning (Sheppard, 1999). Oftewel het effect van bijvoorbeeld het aantal kamers of de aanwezigheid van buitenruimte heeft alleen een prijs als ze onderdeel zijn van de woning. De kamers of buitenruimte kunnen niet separaat van de woning worden verkocht (Anakram, 2024). Het model gaat ervan uit dat kopers geneigd zijn meer te betalen voor woningen met betere of meer gewenste kenmerken en dat de markt deze kenmerken reflecteert in de prijs.

3.3 Formulering hedonisch prijsmodel

Het hedonisch basismodel is op grond van het theoretisch kader en het verrichte dataonderzoek als volgt geformuleerd:

$$(1) \ln Mw_{it} = \beta_0 + \beta_1 El_{it} + \beta_2 Vk_{it} + \beta_3 Lk_{st} + \beta_4 Tj_{it} + \delta_r + \varepsilon_{it}$$

In bovenstaande vergelijking is $\ln Mw_{it}$ de logaritme van de marktwaarde per m² van woning i op moment t . De intercept is aangeduid als β_0 . De coëfficiënt β_1 vertegenwoordigt de onderzochte variabele, namelijk het energielabel. Er zijn daarbij voor alle energielabels in totaal 11 dummyvariabelen gebruikt, waarbij El staat voor het energielabel van woning i op moment t . Vk_{it} zijn de coëfficiënten van de vastgoedkenmerken van woning i op moment t . Lk_{st} geeft de locatiekenmerken weer van gemeente s op moment t . Tj_{it} zijn de taxatiejaren van woning i op moment t . De term δ_r staat voor de vaste locatie-effecten. Tot slot wordt de foutterm beschreven als ε_{it} . Er is gebruikgemaakt van een robuuste regressieanalyse om excessen te corrigeren. Dit zorgt ervoor dat de standaarddeviaties minder beïnvloed worden door uitschieters en heteroscedasticiteit.

De onderzoeksvraag leidt er logischerwijs toe dat marktwaarde als afhankelijke variabele wordt genomen. In de bestaande literatuur wordt veelal de transactieprijs als afhankelijke variabele gebruikt (o.a. Aroul & Hansz 2012; Aydin et al., 2020 Brounen & Kok 2011, Fuerst et al., 2015, Hyland et al., 2013), het gebruik van marktwaarde is hiermee een goede aanvulling op de bestaande literatuur. Er is daarbij getoetst of de marktwaarde per m² (en de logaritme daarvan) of de BAR tot betere regressieresultaten leidt. In lijn met de literatuur heeft het logaritme van de marktwaarde per m² geleid tot de beste resultaten.

Het onderdeel vastgoedkenmerken in bovenstaande vergelijking bestaat uit de variabelen gebruikersvloeroppervlakte, huurwaarde per m² en leeftijd van de woning. Deze variabelen worden in bestaand onderzoek vrijwel altijd opgenomen in regressieanalyse waar marktwaarde als afhankelijke variabele wordt gebruikt en zijn significante variabelen gebleken die effect hebben op marktwaarde (o.a. Aroul & Hansz 2012; Aydin et al., 2020 Brounen & Kok 2011, Fuerst et al., 2015, Hyland et al., 2013). De variabelen gebruikersvloeroppervlakte en huurwaarde per m² zijn logaritmisch getransformeerd. Net zoals de marktwaarde per m² vallen deze variabelen tegen de grenzen van een normale verdeling. Daarnaast wordt door het logaritmisch transformeren de spreiding verminderd wat resulteert in een kleinere variatie tussen waarnemingen wat helpt om extreme waarnemingen minder invloed te laten hebben. De heteroscedasticiteit wordt verminderd wat leidt tot meer betrouwbare schattingen. Ten slotte comprimeert de schaal van grote waarden, wat de interpretatie van resultaten vergemakkelijkt

Het onderdeel locatiekenmerken in bovenstaande vergelijking bestaat uit de variabelen: inwoners, besteedbaar inkomen, huishoudensgrootte, G32 en G4. Ook deze variabelen zijn in de literatuur bewezen determinanten van marktwaarde gebleken. De variabelen inwoners en besteedbaar inkomen zijn logaritmisch getransformeerd om eerder genoemde redenen.

De selectie van bovenstaande verklarende variabelen is deels gebaseerd op de beschikbare data en op de mogelijke onderlinge correlaties tussen deze variabelen. Hoofdstuk 4 bespreekt de wijze waarop de variabelen zijn geoperationaliseerd. Daarnaast worden er analyses gepresenteerd van mogelijke verbanden tussen de variabelen en wordt er getoetst of er sprake is van onderlinge correlatie (multicollineariteit).

3.4 Hypothesen

Op grond van het basismodel (1) en de bestaande literatuur worden meerdere hypothesen getoetst. De nulhypothese (H_0), die is afgeleid uit de hoofdvraag van dit onderzoek, veronderstelt dat energieprestatie geen invloed heeft op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland. Als alternatieve hypothese (H_1) wordt verondersteld dat energieprestatie wel invloed heeft op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland. Deze hypothesen zijn gebaseerd op bestaand onderzoek dat aantoonde dat energieprestatie invloed heeft op prijzen van koopwoningen (o.a. Aroul & Hansz 2012; Aydin et al., 2020 Brounen & Kok 2011, Fuerst et al., 2015, Hyland et al., 2013), marktwaarde van huurwoningen (Verhagen, 2014) en huurprijzen van vrije sector huurwoningen (Anakram, 2024).

- H_0 : Energieprestatie heeft geen invloed op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland.
- H_1 : Energieprestatie heeft invloed op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland.

Vervolgens wordt getoetst of er significante premies bestaan voor de ‘groene’ energielabels A en hoger en of er significante discounts bestaan voor de ‘bruine’ labels C en lager. Deze hypothese is opgesteld op basis van bestaand onderzoek waarin significante premies op ‘groene’ energielabels en discounts op ‘bruine’ energielabels zijn aangetoond (o.a. Anakram, 2024; Aydin et al, 2020; Brounen & Kok, 2011; Verhagen, 2014).

- H_2 : De coëfficiënten van de energielabels tonen significante premies voor de ‘groene’ energielabels A en hoger en significante discounts voor de ‘bruine’ labels C en lager.

Daarnaast wordt nagegaan of de invloed van het energielabel op de marktwaarde van huurwoningen is toegenomen na de energiecrisis van 2022. Deze hypothese is opgesteld op basis van het onderzoek van Anakram (2024), waarin wordt aangetoond dat de invloed van het energielabel op huurprijzen is toegenomen na de energiecrisis van 2022.

- H_3 : De coëfficiënten van de energielabels tonen na de energiecrisis van 2022 een sterker effect van het energielabel op de marktwaarde vergeleken met de coëfficiënten van de energielabels voor de energiecrisis van 2022.

Tot slot wordt bekeken of de invloed van het energielabel op de marktwaarde buiten de G4 steden groter is. Deze hypothese is opgesteld op basis van onderzoek uitgevoerd door Tool (2018), waarin wordt aangetoond dat de invloed van energieprestatie op de marktwaarde van huurwoningen zwakker is in grote steden.

- H_4 : De coëfficiënten van de energielabels laten buiten de G4 steden een sterker effect zien van het energielabel op de marktwaarde vergeleken met de coëfficiënten van de energielabels binnen de G4 steden.

3.5 Conclusie

In de bestaande literatuur wordt voor de waardebepaling van woningen vaak het hedonisch prijsmodel gebruikt. Volgens dit model kunnen de verschillende kenmerken van een woning niet individueel geconsumeerd worden maar bepalen zij gezamenlijk de waarde van een woning. Op grond van het theoretisch kader en het verrichte dataonderzoek is het hedonisch basismodel geformuleerd. Met voorstaande is antwoord gegeven op deelvraag 5. Welk model is geschikt om het verband tussen marktwaarde en energieprestatie van vrije sector huurwoningen te onderzoeken? Op basis van het basismodel en bestaand onderzoek zijn er hypothesen vastgesteld welke worden getoetst met behulp van de resultaten welke in hoofdstuk 5 worden gepresenteerd.

4. Dataverkenning en beschrijvende statistiek

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de data die in dit onderzoek zijn gebruikt en de beschrijvende statistiek van deze data behandeld. In paragraaf 4.2 worden de dataset en bronnen toegelicht. Hoe de dataset is opgeschoond wordt in paragraaf 4.3 behandeld. In paragraaf 4.4 wordt vervolgens de relevante variabelen voor dit onderzoek beschreven. De conclusie van dit hoofdstuk vindt in paragraaf 4.5 plaats.

4.2 Dataset

De dataset voor dit onderzoek is in mei 2024 verkregen van ING Real Estate Finance. De dataset bevat taxatiegegevens van alle door ING Real Estate Finance gefinancierde objecten in Nederland. Tot de gegevens behoren onder andere marktwaarde, markthuurl, huurprijzen, energielabels en plaatsnamen. De gegevens zijn gebaseerd op taxaties uitgevoerd door verschillende taxatiebedrijven in de periode 2001 – 2024. Huurprijzen zijn geactualiseerd op basis van door klanten toegestuurde huurlijsten welke maximaal 1 jaar oud zijn ten tijde van het verkrijgen van de dataset. De energielabels zijn door ING Real Estate Finance aangevuld aan de hand van EP-online, het openbare register van energie-labels. Additionele locatiegegevens zijn op basis van plaatsnamen aan de dataset geraadpleegd vanuit de openbare bron CBS.

De initiële dataset bevat gegevens van in totaal 214.419 objecten. In tabel 4 is een samenvatting van alle variabelen met bijbehorende kenmerken, beschrijvingen en bronnen weergegeven.

Tabel 4

Samenvatting variabelen

Kenmerken	Variabele	Beschrijving	Bron
Waarde	MW (€)	Marktwaarde in verhuurde staat	ING Real Estate Finance *
	GBO (m2)	Gebruikersvloeroppervlak	ING Real Estate Finance *
	MW per m2 (€)	Marktwaarde in verhuurde staat per m2	ING Real Estate Finance *
	BAR huurwaarde (%)	Bruto Aanvangsrendement op huurwaarde	ING Real Estate Finance *
	Taxatiejaar	Jaar waarin de taxatie heeft plaatsgevonden	ING Real Estate Finance *
Vastgoed	GBO (m2)	Gebruikersvloeroppervlak	ING Real Estate Finance *
	Huur (€)	Contractuur per jaar	ING Real Estate Finance **
	Huurperm2 (€)	Contractuur per m2 / per maand	ING Real Estate Finance ***
	Huurwaarde (€)	Huurwaarde per jaar	ING Real Estate Finance *
	Huurwaardem2 (€)	Huurwaarde per m2 / per maand	ING Real Estate Finance *
	Bouwjaar	Bouwjaar woning	ING Real Estate Finance *
	Bouwjaar klasse	Bouwjaar klasse 1-9 (1= <1945; 11 = >2020)	ING Real Estate Finance *
	LabelScore	Energie-label score 1-11 (1=G; 11=A+++)	ING Real Estate Finance ****
	Groenlabel	Groen energielabel (0=C-G; 1=A-B)	ING Real Estate Finance ****
	Reg.jaar label	Jaar van registratie energielabel	ING Real Estate Finance ****
	Courantheid	Kwalificatie courantheid 1-5 (1=Slecht; 5=Zeer Goed)	ING Real Estate Finance *
	Onderhoud	Kwalificatie onderhoud 1-5 (1=Zeer Slecht; 5=Zeer Goed)	ING Real Estate Finance *
Locatie	G4	G4 gemeente (0=Nee; 1=Ja)	ING Real Estate Finance *
	G32	G32 gemeente (0=Nee; 1=Ja)	ING Real Estate Finance *
	Inwoners	Aantal inwoners per gemeente	CBS
	Huishoudensgrootte	Gemiddeld aantal mensen per huishouden per gemeente	CBS
	Besteedbaar inkomen (€ 1.000)	Gemiddeld besteedbaar inkomen per huishouden per gemeente	CBS

* indirect: taxateur

** indirect: opgave klant ING

*** indirect: taxateur / opgave klant ING

**** indirect: EP-online

4.3 Dataopschoning

Ten behoeve van dit onderzoek is de dataset vervolgens opgeschoond. Allereerst zijn alle niet-residentiele objecten (38.701 stuks), zoals kantoren en winkels, verwijderd uit de dataset. Om kamers, wooncomplexen, missende en foutieve waardes uit te sluiten (43.766 stuks) zijn vervolgens enkel

woonobjecten met metrages tussen de 25 m² en 180 m² meegenomen. Daarnaast zijn alle woonobjecten die in de sociale sector worden verhuurd (77.874 stuks) en alle objecten waarbij de registratiedatum van het energielabel later is dan de taxatiedatum en ouder dan 1 januari 2021 (26.268 stuks) verwijderd uit de dataset. Ten slotte zijn alle overige variabelen gecontroleerd op uitschieters en missende waarden. Zo zijn objecten met een registratiejaar energielabel van 1900 (4.790 stuks) verwijderd en is de dataset opgeschoond op objecten waarbij de marktwaarde en marktwaarde per m² op €1,00 of lager ligt (29 stuks). Op alle ratiovariabelen wordt een controle uitgevoerd op normaliteit. Variabelen die geen normale verdeling vertonen, worden gewijzigd naar een natuurlijk logaritme (Hill C.R., 2008).

4.4 Beschrijvende variabelen

De opgeschoonde dataset bestaat uit 22.991 woningen welke in de periode 2021 – 2024 zijn getaxeerd. De beschrijvende statistiek van alle variabelen is in tabel 5 weergegeven.

Tabel 5

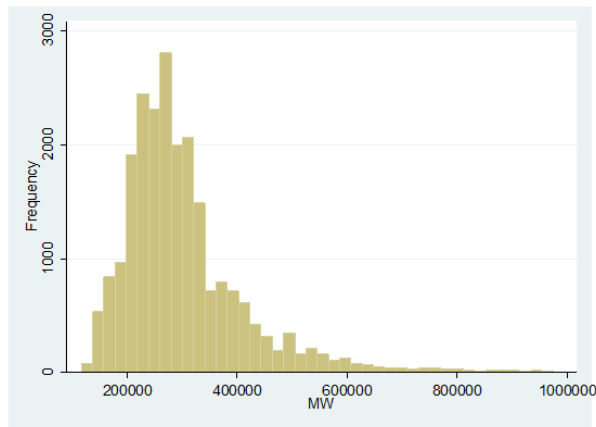
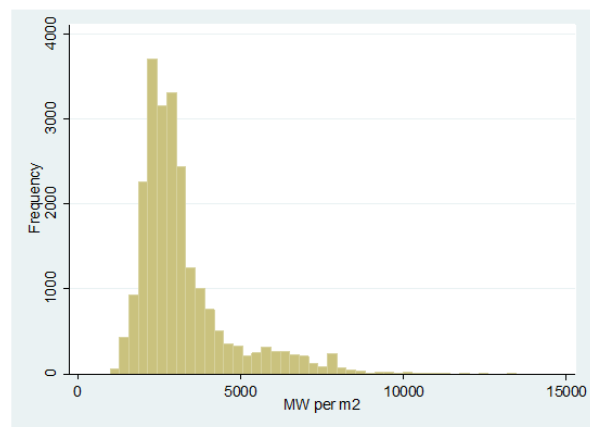
Beschrijvende statistiek

	N	Mean	Std. Dev.	Median	min	max	Kurtosis	Skewness
MW (€)	22.991	303.903	116155,19	277.816	116.680	995.607	5,79	1,97
MW per m2 (€)	22.991	3.220	1440	2802	988	13474	5	2
BAR huurwaarde (%)	22.991	0,05	0,01	0,04	0,02	0,09	-0,73	0,46
Taxatiejaar	22.991	2023	0,87	2023	2021	2024	-0,45	-0,52
GBO (m2)	22.991	99	27,71	100	25	180	-0,52	0,05
Huur (€)	22.991	16.997	6.926	14.617	10.560	59.961	6	2
Huurperm2 (€)	22.991	16	7,68	14	5	88	6,06	1,99
Huurwaarde (€)	22.991	14.245	6.308	12.069	5.734	57.888	7	2
Huurwaardem2 (€)	22.991	13	6,88	11	3	78	6,84	2,16
Bouwjaar	22.991	1988	30,49	1.993	1.900	2.023	0,61	-1,09
Bouwklaas	22.991	5,56	2,47	6	1	9	-0,89	-0,44
Leeftijd	22.991	35,52	30,49	31	1	124	0,61	1,09
LabelScore	22.991	6,05	1,73	7	1	11	1,11	-0,34
Groenlabel	22.991	0,65	0,48	1	0	1	-1,60	-0,63
Reg.jaar label	22.991	2019	2,27	2019	2013	2023	-0,36	-0,46
Courantheid	22.991	3,93	0,38	4,00	2,00	5,00	4,86	-1,00
Onderhoud	22.991	3,95	0,54	4,00	1,00	5,00	0,67	-0,13
G4	22.991	0,20	0,40	0	0	1	0,36	1,54
G32	22.991	0,49	0,50	0	0	1	-2,00	0,04
Inwoners	22.991	234.299	275.768	107.856	8.711	882.633	0,64	1,47
Huishoudensgrootte	22.991	2,07	0,21	2	2	3	-0,81	0,00
Besteedbaar inkomen (€ 1.000)	22.991	51	5	51	40	95	1,07	0,74

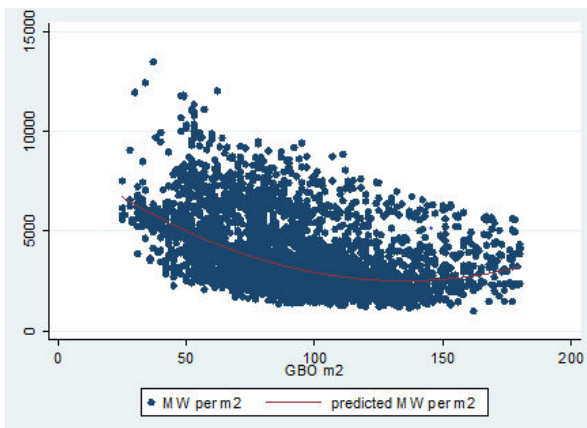
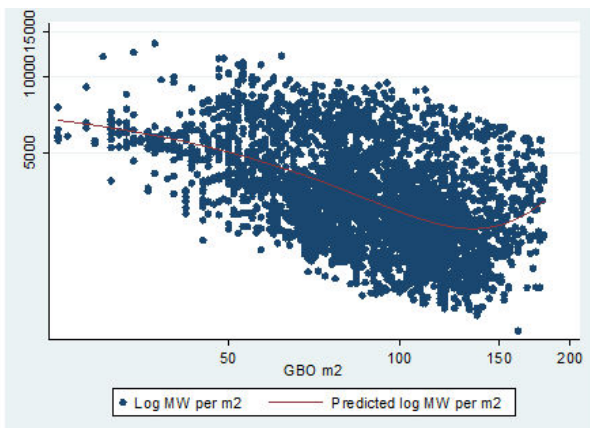
4.4.1 Waarde

De dataset bevat een aantal variabelen die verband houden met waarde. Voor dit onderzoek wordt de variabele 'MW' gebruikt, dit is de marktwaarde (in verhuurde staat) die is afgegeven door de taxateur ten tijde van de taxatie. Door deze te delen door het gebruikersvloeroppervlak van de woning ('GBO per m²') is de variabele 'MW per m²' gecreëerd.

De gemiddelde marktwaarde in de dataset bedraagt € 277.816,-. In figuur 2 is een piek zien van marktwaardes tussen € 240.000 en € 320.000 en een curve die naar rechts asymmetrisch afloopt. De marktwaarde per m² in figuur 3 laat een piek zien van marktwaardes van €2.250 en € 3.000 per m² met een nagenoeg dezelfde scheve verdeling als figuur 2. Er is sprake van een perfecte normale verdeling wanneer de 'skewness' 0 is en de 'kurtosis' 3. is Wanneer de 'skewness' niet tussen de -2 en 2 ligt en wanneer 'kurtosis' niet tussen de -7 en 7 ligt, is er sprake van een niet normale verdeling. In tabel 5 is te zien dat de 'kurtosis' en 'skewness' van beide variabelen aan de bovenkant van deze range vallen, logaritmisch transformeren kan bij deze waarden nuttig zijn (Bruce, Bruce, & Gedeck, 2020).

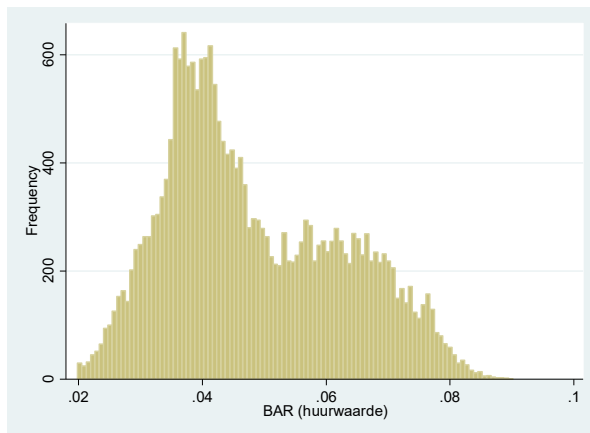
Figuur 2.*Frequentieverdeling van de marktwaarde*Figuur 3.*Frequentieverdeling van de marktwaarde per m²*

Er blijkt geen lineair verband als de marktwaarde per m² wordt afgezet tegen het gebruikersvloeroppervlak. In figuur 4, waar de marktwaarde per m² wordt afgebeeld in relatie tot het gebruikersvloeroppervlak, is een buiging in het verloop van de rode lijn te zien. De rode lijn wordt wat rechter in figuur 5 waarin op logaritmische schaal de marktwaarde per m² wordt afgebeeld in relatie tot het gebruikersvloeroppervlak.

Figuur 4.*Marktwaarde per m² t.o.v. GBO m²*Figuur 5.*Log. marktwaarde per m² t.o.v. log. GBO m²*

Behalve marktwaarde of transactiepreizen is in bestaand onderzoek ook de BAR meegenomen als waardebegrip. Zo heeft Tool (2018) in zijn onderzoek een positief verband bewezen tussen energieprestatie en BAR van huurwoningen in de periode van 2013 en 2017.

De BAR is niet opgenomen in de initiële dataset, maar is berekend door de huurwaarde te delen door de marktwaarde. Zo is de variabele 'BAR huurwaarde' gecreëerd. De gemiddelde BAR van de opgeschoonde dataset bedraagt 4,48%. In figuur 6 is de frequentieverdeling weergegeven, hierin is een duidelijk piek van bruto aanvangsrendementen tussen 3,5% en 4,5% te zien.

Figuur 6.*Frequentieverdeling van de BAR (huurwaarde)*

4.4.2 Energieprestatie

Energieprestatie wordt in dit onderzoek gemeten met energielabels. Het gebruik van energielabels is in de bestaande literatuur vaker gebruikt als meetinstrument van energieprestatie (Aydin et al., 2020; Brounen & Kok, 2011; Martens, 2012; Verhagen, 2014). Om de variabele meetbaar te maken, hebben de energielabels op twee manieren een score gekregen. Zo is er een score gegeven tussen de 1 en de 11, waarbij het energielabel met de slechtste energieprestatie (label G) score 1 heeft en het energielabel met de beste energieprestatie (label A++++) score 11. Daarnaast is er onderscheid gemaakt tussen een 'groen' label (label A-B) en een 'bruin' label (label C-F). Hierbij heeft een 'groen' label score 1 en een 'bruin' label score 0. Het op deze manier meetbaar maken van energielabels is in de literatuur vaker gebruikt (Anakram, 2024; Aydin et. al, 2020).

In dit onderzoek zijn woningen die getaxeerd zijn voor het jaar 2021 niet meegenomen, dit betekent dat alle woningen in de opgeschoonde dataset een energielabel hebben met een registratiedatum vanaf 1 januari 2021. Alle energielabels zijn daarom gebaseerd op dezelfde berekeningsmethode welke vanaf deze datum van toepassing is, namelijk de NT8800. Dit maakt de mate van energieprestatie van de woningen goed vergelijkbaar.

Een overzicht van de energielabels en bijbehorende scores is weergegeven in de drie linker kolommen van tabel 6. Deze tabel bevat de frequentieverdeling van energielabels over de taxatiejaren en hierin is te zien 65% van de woningen uit de dataset een 'groen' label heeft. Dit aandeel is redelijk representatief op de totale gelabelde woningvoorraad in Nederland. Per 1-1-2023 was het aandeel woningen met een energielabel A of B gezamenlijk 49% van de gelabelde woningvoorraad in Nederland (RVO, 2023).

Tabel 6.*Frequentieverdeling energie-labels over taxatiejaren*

E-label	LabelScore	Groenlabel	Taxatiejaar				Totaal	Aandeel (%)
			2021	2022	2023	2024		
A++++	11	1	0	0	262	0	262	1%
A+++	10	1	0	58	574	0	632	3%
A++	9	1	0	19	196	0	215	1%
A+	8	1	36	56	574	11	677	3%
A	7	1	1.091	1.666	5.772	1.407	9.936	43%
B	6	1	916	752	1.315	266	3.249	14%
C	5	0	935	1.121	1.901	583	4.540	20%
D	4	0	173	376	837	190	1.576	7%
E	3	0	76	217	544	118	955	4%
F	2	0	96	188	256	54	594	3%
G	1	0	70	97	159	29	355	2%
Totaal			3.393	4.550	12.390	2.658	22.991	100%

In tabel 7 worden de gemiddelden van verschillende variabelen per energielabel weergegeven. De tabel laat zien dat woningen met een 'groen' label een gemiddeld lagere BAR en een gemiddeld hogere marktwaarde per m² hebben dan woningen met een 'bruin' label.

Tabel 7.*Gemiddelde MW per m² en BAR per energie-label*

Energie-label	Gemiddelde GBO in m2	Gemiddelde huur per m2 / per maand	Gemiddelde markthuur per m2 / per maand	Gemiddelde MW per m2	Gemiddelde BAR
Groenlabel (A-B)	98	€ 15,62	€ 13,10	€ 3.296	4,76%
Niet-groenlabel (C-G)	101	€ 15,33	€ 12,82	€ 3.077	4,96%
A++++	112	€ 13,57	€ 11,55	€ 2.951	4,75%
A+++	97	€ 15,85	€ 13,40	€ 3.318	4,75%
A++	89	€ 18,35	€ 15,70	€ 3.915	4,78%
A+	85	€ 23,76	€ 20,92	€ 5.418	4,61%
A	100	€ 15,42	€ 12,93	€ 3.292	4,71%
B	95	€ 14,45	€ 11,88	€ 2.848	4,96%
C	101	€ 14,42	€ 12,09	€ 2.897	4,98%
D	98	€ 17,32	€ 14,63	€ 3.438	5,00%
E	97	€ 15,94	€ 13,21	€ 3.164	4,96%
F	109	€ 14,71	€ 12,21	€ 3.051	4,81%
G	94	€ 17,62	€ 14,10	€ 3.591	4,76%
Totaal	99	€ 15,52	€ 13,00	€ 3.220	4,83%

Om na te gaan of er een significante afwijking is tussen de gemiddelden van beide groepen, is er een t-toets uitgevoerd. De resultaten zijn weergegeven in Appendix 1, tabellen 21 en 22. De t-toets in tabel 21 zet de gemiddelde marktwaarde per m² van woningen met een 'groen' label af tegen de gemiddelde marktwaarde per m² van woningen met een 'bruin' label. Met een betrouwbaarheidsinterval van 95% blijkt dat woningen met een 'groen' label een €180 tot €258 per m² hogere marktwaarde hebben dan woningen met een 'bruin' label.

Tabel 22 toont daarnaast dat de BAR van woningen met een 'groen' label gemiddeld tussen de 0,16% en 0,24% lager ligt dan woningen met een 'bruin' label

De berekende verschillen in marktwaarde en BAR zijn substantieel te noemen bij deze dataset met een gemiddeld gebruikersvloeroppervlak van 99 m² en een gemiddelde huurwaarde van €14.425,-. Er zijn echter meer variabelen die invloed hebben op de marktwaarde van huurwoningen.

4.4.3 Vastgoedkenmerken

Het gebruiksvloeroppervlak is een belangrijke variabele in dit onderzoek en is in de bestaande literatuur een bewezen determinant van waarde gebleken (Visser & Dam, 2006; Tyrväinen & Miettinen, 2000). Naast gebruikersvloeroppervlakte zijn huur en huurwaarde ook belangrijke determinanten van waarde. Additioneel worden deze variabelen in dit onderzoek berekend per m² om de onderlinge correlatie tussen huurprijs/huurwaarde en oppervlakte uit te sluiten. Voor de correlatie tussen huur per m² en huurwaarde per m² is een correlatiecoëfficiënt van 0,992 berekend en de resultaten van deze toetsing worden in tabel 8 getoond. Met deze berekende correlatiecoëfficiënt is er multicollineariteit wanneer in het model zowel huur per m² als huurwaarde per m² wordt opgenomen. Een correlatiecoëfficiënt van boven de 0,9 kan namelijk een indicatie zijn van multicollineariteit (Bruce, Bruce, & Gedeck, 2020).

Tabel 8.

Correlatie tussen huur per m² en huurwaarde per m²

Matrix of correlations

Variables	(1)	(2)
(1) Huurperm ²	1.000	
(2) Huurwaardem ²	0.992	1.000

Ook het bouwjaar kan als verklarende variabele van waarde worden beschouwd (Fuerst, McAllister, Nanda, & Wyatt, 2019). In dit onderzoek wordt het bouwjaar gecategoriseerd in elf klassen welke zijn weergegeven in tabel 9, deze categorisering is in de literatuur vaker gebruikt (Anakram, 2024). In de tabel is te zien dat de bouwjaarklassen 1981-1990 en 2011-2020 het grootste aandeel hebben in de dataset.

Tabel 9.

Frequentietabel van energielabels ten opzichte van bouwjaarklasse

E-label	Bouwjaarklasse									Totaal	Aandeel (%)
	1900 - 1945	1946 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2020	2021 - 2023		
A++++	0	0	0	0	0	0	0	0	262	262	1,1%
A+++	0	0	0	0	36	0	0	41	555	632	2,7%
A++	3	0	0	0	27	18	7	60	100	215	0,9%
A+	12	0	0	0	40	29	13	67	516	677	2,9%
A	382	82	131	19	743	874	2652	4315	738	9936	43,2%
B	274	177	159	92	1342	800	249	156	0	3249	14,1%
C	680	356	445	832	1779	444	2	2	0	4540	19,7%
D	503	149	301	397	128	97	1	0	0	1576	6,9%
E	257	220	206	202	67	2	1	0	0	955	4,2%
F	163	104	132	133	3	59	0	0	0	594	2,6%
G	194	63	36	29	0	33	0	0	0	355	1,5%
Totaal	2468	1151	1410	1704	4165	2356	2925	4641	2171		
Aandeel (%)	10,7%	5,0%	6,1%	7,4%	18,1%	10,2%	12,7%	20,2%	9,4%		

In bestaand onderzoek is aangetoond dat naarmate het bouwjaar recenter is er een sterke verbetering van energieprestaties van woningen is (Aydin, Brounen, & Kok, 2020). Vooral sinds de twee oliecrisisen in de jaren zeventig zijn woningen in Nederland steeds energiezuiniger gebouwd (Wijngaart, Folkert, & Middelkoop, 2014). Om dit te toetsen is in tabel 9 de frequentieverdeling van energielabels gecombineerd met de frequentieverdeling van bouwjaarklassen. Volgens verwachting, beschikken nieuwere woningen over betere energielabels dan oudere woningen. Voor de correlatie tussen energielabel en bouwjaarklasse en energielabel en leeftijd is een correlatiecoëfficiënt van respectievelijk 0,780 en -0,636 berekend. De resultaten van deze toetsing zijn weergegeven in tabel 10.

Tabel 10.

Correlatie tussen energielabel, bouwjaarklasse en leeftijd.

Matrix of correlations

Variables	(1)	(2)	(3)
(1) LabelScore	1.000		
(2) Bouwklasse	0.780(*)	1.000	
(3) Leeftijd	-0.636	-0.965	1.000

(*) Spearman's rho

Daarnaast is er een chi-kwadraat toets uitgevoerd, de resultaten van deze toetsing zijn weergegeven in Appendix 2, tabel 25. De chi-kwadraat toets is significant en toont een Cramer's V van 0,4103, wat duidt op een matige samenhang. Een matige samenhang geeft aan dat er een zekere samenhang is, maar niet bijzonder sterk of zwak (Bruce, Bruce, & Gedeck, 2020). De resultaten van deze toetsen vormen voor nu geen beletsel om zowel energielabel en bouwjaarklasse te gebruiken in de regressie analyse. Het risico van multicollineariteit is met deze uitkomsten voldoende uitgesloten.

Ten slotte worden de variabelen courantheid en onderhoud meegenomen in dit onderzoek. Deze variabelen zijn gebaseerd op de door de taxateurs gehanteerde kwalificaties in taxatierapporten. In dit onderzoek worden deze kwalificaties gekwantificeerd middels een score van 1 tot en met 5, waarbij score 1 zeer slecht of slecht is en score 5 zeer goed. De gemiddelde score van courantheid en onderhoud is respectievelijk 3,93 en 3,95. Courantheid en onderhoud worden door de taxateurs dan ook veelal als goed (score 4) beoordeeld. Zie hiervoor tabellen 11 en 12.

Tabel 11.

Frequentietabel van courantheid

Tabulation of Courantheid

Courantheid	Freq.	Percent	Cum.
2	70	0.30	0.30
3	2304	10.02	10.33
4	19732	85.82	96.15
5	885	3.85	100.00
Total	22991	100.00	

Tabel 12.*Frequentietabel van onderhoud***Tabulation of Onderhoud**

Onderhoud	Freq.	Percent	Cum.
1	1	0.00	0.00
2	55	0.24	0.24
3	3828	16.65	16.89
4	16298	70.89	87.78
5	2809	12.22	100.00
Total	22991	100.00	

Andere vastgoedkenmerken van woningen, zoals type woningen en aantal kamers, kunnen ook verklarende variabelen zijn van waarde (Fuerst, McAllister, Nanda, & Wyatt, 2013). Deze variabelen waren echter niet beschikbaar en maken daarom geen onderdeel uit van dit onderzoek.

4.4.4 Locatiekenmerken

Naast vastgoedkenmerken, hebben ook locatiekenmerken invloed op de marktwaarde van woningen. Een belangrijk locatiekenmerk is de gemeente of plaats waar de woning ligt en de grootte daarvan (Tool, 2018). Voor de bepaling of de woning is gelegen in een grote plaats wordt in dit onderzoek de G4- en G32- indeling toegepast. Deze indeling van steden is in 1994 door de rijksoverheid vanuit het grotestedenbeleid geïnitieerd. De G4 bestaat uit de vier grote steden Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht (CBS, 2024). Deze is vervolgens uitgebreid met andere steden tot de zogeheten G32. Het aantal aangesloten steden in de G32 bedraagt inmiddels 40 en is in appendix 3, tabel 26 weergegeven. In tabellen 13 en 14 zijn de frequentietabellen van de gebruikte dataset weergegeven van de variabelen G4 en G32. Het aandeel woningen in G4 steden bedraagt 20% en het aandeel woningen in G32 steden bedraagt 49% van het totaal. Vergelijken met de Nederlandse woningmarkt liggen deze percentages hoger. In Nederland zijn er ongeveer 8,1 miljoen woningen, hiervan zijn ongeveer 1,2 miljoen woningen (15%) in G4 steden gelegen en ongeveer 3,2 miljoen woningen (40%) zijn gelegen in G32 steden (CBS, 2024).

Tabel 13.*Frequentietabel van G4***Tabulation of G4**

G4	Freq.	Percent	Cum.
0	18495	80.44	80.44
1	4496	19.56	100.00
Total	22991	100.00	

Tabel 14.*Frequentietabel van G32***Tabulation of G32**

G32	Freq.	Percent	Cum.
0	11740	51.06	51.06
1	11251	48.94	100.00
Total	22991	100.00	

Woningen gelegen in G4 steden hebben een hogere marktwaarde per m² dan woningen gelegen in niet G4 steden. Het verschil bedraagt €2.175,-. Het verschil in marktwaarde per m² is in mindere mate het geval bij woningen gelegen in G32 steden en woningen gelegen in niet G32 steden, dit verschil bedraagt namelijk €953,- per m². In appendix 2, tabellen 24 en 25 zijn de resultaten van de t-toets weergegeven. Uit de t-toets blijken de verschillen significant te zijn.

Andere locatiemarkers die in dit onderzoek worden gebruikt zijn het aantal inwoners, het gemiddeld huishoudensgrootte en het gemiddeld besteedbaar inkomen van de gemeente waarin de woning is gelegen. Deze locatiemarkers zijn tevens bewezen determinanten van waarde gebleken (Tool, 2018; Han, 2013; Cheng & Black, 1998). Om betere resultaten te krijgen zullen de variabelen aantal inwoners en gemiddeld besteedbaar inkomen getransformeerd worden naar een logaritmische schaal.

4.5 Conclusie

Op basis van de initiële dataset van 214.419 objecten zijn opschoningen gedaan ten behoeve dit onderzoek. Het verwijderen van sociaal verhuurde woningen, objecten met missende en foutieve metrages, niet-residentiele objecten en objecten die ten tijde van de taxatie geen geldig energielabel hadden, maakten voor een groot deel uit van de opschoning. Een minpunt is dat de dataset zich uitsluitend richt op woningen die gefinancierd zijn ING Real Estate Finance. Desondanks biedt deze dataset een representatief beeld aan van taxaties binnen de woningbeleggingsmarkt.

De beschrijvende statistieken, grafieken en t-toetsen in dit hoofdstuk geven op enkelvoudig niveau significante verschillen weer tussen de variabelen en de marktwaarde. Zoals aangetoond in de bestaande literatuur, is er sprake van enige samenhang tussen de variabelen bouwjaar(klasse)/leeftijd en het energielabel waardoor er een risico is op multicollineariteit. De berekende correlaties zijn echter niet sterk genoeg om deze variabelen uit te sluiten in de regressieanalyse.

Op alle ratiovariabelen is een controle uitgevoerd op normaliteit. Omdat de variabelen marktwaarde, marktwaarde per m², huur, huur per m², huurwaarde en huurwaarde per m² tegen de grenzen van een niet normale verdeling vallen, zullen deze data gewijzigd worden naar een natuurlijk logaritme. Om betere resultaten te krijgen zullen daarnaast ook de variabelen inwoners en besteedbaar inkomen gewijzigd worden naar een logaritmische schaal.

Op basis van dit hoofdstuk is de conclusie dat er genoeg aanleiding is om de invloed van het energielabel verder te onderzoeken met behulp van een regressieanalyse.

5. Resultatenanalyse

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bespreekt de resultaten van het empirisch model en beantwoordt de volgende deelvraag:

6. Hoe groot is het effect van energieprestatie op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen

De resultaten van de regressieanalyse uit de volledige dataset worden in paragraaf 5.2 gepresenteerd. Paragraaf 5.3 volgt met een deelanalyse, waarbij de dataset wordt onderverdeeld op basis van tijd en locatie. In paragraaf 5.4 wordt er ingegaan op de robuustheid van het model. De hypothesen worden in paragraaf 5.5 getoetst. De conclusie van dit hoofdstuk vindt in paragraaf 5.6 plaats.

5.2 OLS regressie

De resultaten van de regressieanalyse worden weergegeven in tabel 15. Hierin staan de resultaten van vier modellen. In al deze modellen wordt een robuuste regressieanalyse uitgevoerd met als doel om een betrouwbaar model te verkrijgen dat beter bestand is tegen afwijkingen in de data.

Tabel 15.

Resultaten regressieanalyse modellen 1 t/m 4

	(1) ln_MWperm ²	(2) ln_MWperm ²	(3) ln_MWperm ²	(4) ln_MWperm ²
Energie label				
A++++	.194*** (.011)	.222*** (.01)	.243*** (.011)	.262*** (.012)
A+++	.229*** (.007)	.219*** (.006)	.238*** (.006)	.26*** (.008)
A++	.248*** (.015)	.218*** (.012)	.236*** (.012)	.172*** (.016)
A+	.457*** (.012)	.224*** (.009)	.239*** (.009)	.196*** (.009)
A	.174*** (.005)	.142*** (.004)	.149*** (.004)	.114*** (.004)
C	-.029*** (.005)	.002 (.004)	.002 (.004)	-.018*** (.004)
D	.002 (.008)	.007 (.006)	.011* (.006)	-.018*** (.006)
E	-.037*** (.009)	-.059*** (.007)	-.055*** (.008)	-.068*** (.007)
F	-.018 (.011)	-.033*** (.009)	-.03*** (.009)	-.058*** (.009)
G	.009 (.015)	-.039*** (.012)	-.038*** (.012)	-.081*** (.011)
Vastgoedkenmerken				
ln_GBOM ²	-.186*** (.006)	-.221*** (.005)	-.226*** (.005)	-.267*** (.006)
ln_Huurwaardem ²	.472*** (.005)	.308*** (.004)	.306*** (.004)	.236*** (.004)
Leeftijd	.003*** (0)	0*** (0)	0*** (0)	.001*** (0)
Locatiekenmerken				
ln_Inwoners		.057*** (.002)	.058*** (.002)	
ln_Besteedbaar inkomen		1.382*** (.021)	1.368*** (.021)	
Huishoudensgrootte		-.635*** (.01)	-.629*** (.01)	

G32		-.005 (.003)	-.007** (.004)	.133*** (.013)
G4		.108*** (.006)	.113*** (.006)	-.156*** (.016)
Taxatiejaar				
2022			-.026*** (.004)	-.065*** (.005)
2023			-.041*** (.004)	-.037*** (.005)
2024			.006 (.004)	.015** (.006)
Constant	7.501*** (.036)	3.359*** (.081)	3.441*** (.083)	8.532*** (.034)
Observations	22991	22991	22991	22991
R-squared	.631	.76	.762	.848

Robust standard errors are in parentheses

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$

5.2.1 Model 1 - Vastgoedkenmerken

In model 1 wordt de marktwaarde per m² verklaard aan de hand van de vastgoedkenmerken: energielabel, gebruikersvloeroppervlakte, huurwaarde per m² en leeftijd van het object. Dit model presteert over het algemeen naar behoren, wat blijkt uit een determinatiecoëfficiënt R² van 0,591. Bij een betrouwbaarheidsniveau van 99% blijken alle variabelen significant van invloed te zijn op de marktwaarde per m², uitgezonderd energielabels D, F en G.

In dit onderzoek wordt energielabel B als referentiegroep gebruikt. De coëfficiënten zijn zoals verwacht positief bij energielabels A en hoger en negatief bij energielabels C en lager (met uitzondering van energielabel D welke niet significant is gebleken). Wat opvalt is dat de premie voor een A+ label het meest is. De premie voor een energielabel A+ bedraagt 45,7% vergeleken met een energielabel B. Vervolgens lopen de premies af naar 24,8% voor energielabel A++ naar 19,4% naar voor een energielabel A++++. De discounts van de minder energiezuinige labels C en E, die wel significant zijn gebleken uit de resultaten, bedragen respectievelijk 2,9% en 3,7%.

Huurwaarde per m² heeft in dit model met een coëfficiënt van 0,472 de grootste invloed op de marktwaarde per m². Een verwachte uitkomst aangezien huurwaarde een belangrijk onderdeel is van het bruto aanvangsrendement. Immers hoe hoger de huurwaarde, des te hoger de huur is wat een belegger kan vragen en des te hoger de prijs is wat een belegger voor de woning wil betalen (Tool, 2018). Uit de resultaten blijkt een negatief verband tussen de gebruikersvloeroppervlakte en de marktwaarde per m², bij een toename van de oppervlakte daalt de waarde per m². Grotere woningen hebben meestal een lagere m² prijs dan kleinere woningen (Anakram, 2024). De leeftijd van de woning heeft in dit model met een coëfficiënt van 0,003 beperkt invloed op de marktwaarde per m².

5.2.2 Model 2 – Toevoeging locatiekenmerken

In model 2 wordt het model uitgebouwd met de locatiekenmerken: aantal inwoners, besteedbaar inkomen, huishoudensgrootte, G32 gemeente en G4 gemeente. Dit model presteert over het algemeen wat beter dan model 1. De determinatiecoëfficiënt R² van het model stijgt naar 0,760. Verder is het merendeel van de variabelen met een betrouwbaarheidsinterval van 99% significant van invloed op de marktwaarde per m². Enkel de variabelen energielabels C en D en de variabele G32 zijn niet significant gebleken. Ook in dit model zijn de coëfficiënten van de energielabels positief bij energielabels A en hoger en negatief bij C en lager. De uitgekomen coëfficiënten zijn echter wat lager dan in model 1.

Zoals eerder aangetoond in de literatuur (Schoenmaker, 2013; Tool, 2018) heeft het aantal inwoners een positieve invloed op marktwaarde. Verklaring hiervoor is tweeledig. Allereerst is de kans op leegstand in grotere gemeenten lager dan in kleinere gemeenten wat resulteert in een lagere risicopremie in gemeenten met een groter aantal inwoners (Tool, 2018). Het risico op leegstand wordt meegenomen in de disconteringsvoet, wat resulteert in een lagere bruto aanvangsrendement en een hogere marktwaarde tot gevolg heeft (Van Gool, Jager, Theebe, Veenhoven, & Weisz, 2020). Ten tweede is er een grotere vraag naar huurwoningen in gemeenten met meer inwoners waardoor er meer beleggers met elkaar concurreren wat tot hogere prijzen leidt (Tool, 2018).

Het besteedbaar inkomen heeft tevens een positieve invloed op marktwaarde. Dit is in lijn met het onderzoek van Tool (2018) die een negatief effect op het bruto aanvangsrendement heeft bewezen, wat neerkomt op een positief effect op marktwaarde. Verklaring hiervoor is dat bij een hoger besteedbaar inkomen er meer huur gevraagd kan worden, daarnaast is de kans op wanbetaling van de huur kleiner. Dat besteedbaar inkomen een positief effect heeft op huuropbrengsten van woningen is eerder aangetoond in de literatuur (Han, 2013).

Daarnaast toont dit model een negatief effect van huishoudensgrootte op marktwaarde. Naarmate het gemiddelde huishouden in een gemeente kleiner is, stijgt de marktwaarde. Verklaring hiervoor kan gevonden worden dat kleinere huishoudens vaker huren dan grotere huishoudens omdat deze eerder geneigd zijn om te kopen. Hierdoor is in gemeenten met meer kleinere huishoudens de verhuursnelheid korter wat een lager risico tot gevolg heeft. (Cheng & Black, 1998; Tool, 2018). Het model laat tevens zien dat de locatie in een G32 gemeente een negatief effect heeft op de marktwaarde. De locatie in een G4 gemeente heeft daarentegen een positief effect op de marktwaarde. In overeenstemming met de literatuur was de verwachting dat beide variabelen een positief effect zouden op marktwaarde omdat stedelijke gebieden met zijn voorzieningen en nabijheid van bedrijven een grote aantrekkingskracht heeft op inwoners (McCann, 2013).

5.2.3 Model 3 – Toevoeging taxatiejaar

Om te toetsen in hoeverre de rentestijging invloed heeft, is in model 3 het taxatiejaar toegevoegd. Hierbij is het jaar 2021 als referentiegroep gebruikt omdat na dit jaar de rente is gestegen. De determinatiecoëfficiënt R^2 van het model stijgt weer iets naar 0,762. Behalve de variabelen energielabel C en taxatiejaar 2024, zijn alle variabelen bewezen determinanten van marktwaarde gebleken. Het model toont zoals verwacht in de taxatiejaren 2022 en 2023 negatieve coëfficiënten van respectievelijk -0,026 en -0,041. De variabele taxatiejaar 2024 is in dit model niet significant gebleken. In paragraaf 5.4 wordt er met behulp van de Chow Test in modellen 5 en 6 het tijdseffect nader onderzocht.

5.2.4 Model 4 – Toevoeging plaatsnaam als fixed effect

In model 4 is het model uitgebreid met plaatsnaam als fixed effect. Hiermee wordt de invloed van de specifieke plaats op de afhankelijke variabele marktwaarde per m^2 meegenomen, zonder dat er wordt uitgegaan dat deze locaties random variëren. Door plaatsnaam als fixed effect toe te voegen, laten de variabelen aantal inwoners, besteedbaar inkomen en huishoudens geen resultaten zien. Dit komt omdat deze variabelen perfect samenvallen met de plaats. Het effect van deze variabelen wordt in dit model volledig door de plaats-fixed effect geabsorbeerd.

In dit model is determinatiecoëfficiënt R^2 het hoogst van alle modellen, namelijk 0,848. Dit houdt in dat het model verantwoordelijk is voor 84,8% van de variantie in marktwaarde per m^2 , wat duidt op een hoge mate van verklarende kracht. Vrijwel alle variabelen in dit model zijn significant op een betrouwbaarheidsinterval van 99%. Enkel de variabele taxatiejaar 2024 is significant gebleken op een betrouwbaarheidsinterval van 95%.

De resultaten van model 4 liggen in lijn met bestaand onderzoek. De coëfficiënten van de energielabels tonen een duidelijk patroon waarbij de premies toenemen voor woningen die steeds energiezuiniger worden, terwijl er tegelijkertijd discounts zijn op minder energie-efficiënte woningen. Hierbij is de premie van energielabel A++++ het meest, deze bedraagt gemiddeld 26,2% vergeleken met energielabel B. De premies voor de labels A tot en met A+++ variëren van 11,4% tot 26%. De discounts van de minder zuinige energielabels C tot en met G variëren van 1,8% tot 8,1%.

De coëfficiënten van de andere variabelen zijn voor een groot deel ook in lijn met bestaand onderzoek. De gebruikersvloeroppervlakte heeft een negatieve samenhang met marktwaaarde per m², waarmee bevestigd wordt dat kleinere woningen relatief duur zijn ten opzichte van grotere woningen. Daarnaast toont het model dat huurwaarde een positief effect heeft op de marktwaaarde per m². Ook in dit model heeft de leeftijd van de woning met een coëfficiënt van 0,001 beperkt invloed op de marktwaaarde per m². Wat afwijkt van de verwachting en de bestaande literatuur is de negatieve coëfficiënt van de variabele G4. Dit betekent dat de invloed van de G4-gemeenten op de marktwaaarde verandert wanneer plaatsnaam als fixed effect wordt toegevoegd.

In dit model laten de taxatiejaren 2022-2024 allen significante resultaten zien. Na 2021 is er een sterke rentestijging geweest wat ten opzichte van het referentie jaar 2021 tot een discount heeft geleid van 6,5% in 2022 en 3,7% in 2023. De verklaring hiervoor is dat wanneer er sprake is van een rentestijging de belegger meer kosten heeft en hierdoor zal de belegger een hoger rendement willen ontvangen. Dit heeft weer een lagere marktwaaarde tot gevolg.

5.3 Chow test

Om te bepalen of de relatie tussen de variabelen stabiel blijft over verschillende tijdsperioden of subgroepen wordt er gebruik gemaakt van de Chow test. In deze analyse worden de modellen opgesplitst op basis van twee factoren. In modellen 5 en 6 wordt de regressieanalyse opgesplitst op basis van taxatiejaar. In modellen 7 en 8 wordt de regressieanalyse opgesplitst op basis van stedelijkheid, G4 vs. niet G4.

Tabel 16.

Resultaten regressieanalyse modellen 5 t/m 8

	(5) ln_MWperm ²	(6) ln_MWperm ²	(7) ln_MWperm ²	(8) ln_MWperm ²
Energielabel				
A++++		.199*** (.011)	.18*** (.01)	
A+++		.202*** (.006)	.18*** (.006)	.407*** (.015)
A++		.193*** (.012)	.217*** (.011)	.13*** (.038)
A+	.149*** (.013)	.21*** (.01)	.183*** (.014)	.264*** (.016)
A	.134*** (.008)	.12*** (.005)	.121*** (.004)	.087*** (.012)
C	-.024*** (.008)	-.015*** (.005)	.003 (.004)	.056*** (.012)
D	-.034** (.017)	-.007 (.007)	.022*** (.007)	.029** (.013)
E	-.092*** (.029)	-.077*** (.008)	-.029*** (.009)	.001 (.014)
F	-.15*** (.019)	-.019* (.01)	-.019* (.01)	.037** (.018)
G	-.155***	-.031**	-.049***	.009

	(.018)	(.014)	(.017)	(.018)
Vastgoedkenmerken				
In_GBOM ²	-.294*** (.014)	-.229*** (.006)	-.308*** (.006)	-.15*** (.011)
In_Huurwaardem ²	.174*** (.011)	.324*** (.004)	.218*** (.005)	.343*** (.008)
Leeftijd	0 (0)	0*** (0)	-.002*** (0)	.002*** (0)
Locatiekenmerken				
In_Besteedbaar inkomen	2.266*** (.058)	1.196*** (.023)	1.279*** (.021)	1.962*** (.151)
In_Inwoners	.079*** (.005)	.051*** (.002)	.06*** (.002)	.234*** (.045)
Huishoudensgrootte	-.675*** (.022)	-.653*** (.011)	-.58*** (.009)	-.881*** (.181)
G32	.108*** (.007)	-.043*** (.004)		
G4	.165*** (.022)	.113*** (.006)		
Taxatiejaar				
2022			.003 (.004)	-.016 (.012)
2023			-.02*** (.004)	-.053*** (.011)
2024			.018*** (.005)	-.007 (.015)
Constant	.388* (.214)	4.231*** (.094)	4.315*** (.079)	-1.206 (1.469)
Observations	3393	19598	18495	4496
R-squared	.867	.753	.677	.734

Robust standard errors are in parentheses

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$

5.3.1 Modellen 5 en 6 – Invloed energiecrisis op resultaten

Omdat de taxaties hebben plaatsgevonden in de periode 2021 tot 2024 is er de mogelijkheid dat er structurele breuken in de regressie optreden. Om te toetsen of de energiecrisis effect hierop heeft gehad zijn er regressieanalyses uitgevoerd over twee verschillende periodes namelijk over het jaar 2021 (model 5) en over de jaren 2022 tot en met 2024 (model 6). Er is gekozen voor deze periodes omdat op 22 februari 2022 de Russische inval in Oekraïne heeft plaatsgevonden waar daaropvolgend door de boycot op gas uit Rusland de energiecrisis is gestart.

Uit de resultaten is niet op te maken dat de premies voor energiezuinige woningen na de energiecrisis zijn toegenomen na de energiecrisis. Allereerst bevat de dataset over het jaar 2021 geen energielabels A++ of beter waardoor de resultaten van deze variabelen in model 6 niet vergeleken kunnen worden met model 5. Daarnaast heeft energielabel A+ in model 6 een hogere coëfficiënt ten opzichte van model 5, maar is voor energielabel A weer een lagere coëfficiënt te zien ten opzichte van model 5. Wat verder opvalt zijn de minder negatieve coëfficiënten van de energielabels C en slechter in model 6. Dit betekent dat de discounts op minder zuinige energielabels lager zijn geworden na de energiecrisis. Deze resultaten liggen niet in lijn met eerder onderzoek uitgevoerd door Anakram (2024) waarin is aangetoond dat de energielabels na de energiecrisis een sterker effect hebben op huurprijzen middels hogere premies en hogere discounts op respectievelijk zuinige en niet zuinige energielabels.

5.3.2 Modellen 7 en 8 – Invloed grote steden op resultaten

In de bestaande literatuur is aangetoond dat de marktwaardes in grote steden verschillen ten opzichte van kleinere steden. Grotere steden hebben meer inwoners en hebben daarom over het algemeen een lager aanvangsrendement dan kleinere steden (Tool, 2018). Hiermee kan de invloed van een

energielabel in grotere steden lager zijn dan in kleinere steden. Om dit te toetsen is er een regressieanalyse uitgevoerd over de data buiten de G4 steden (model 7) en over de data binnen de G4 steden (model 8).

Uit de resultaten is geen duidelijk patroon te zien waarbij de premies op marktwaarde voor energiezuinige woningen lager zijn binnen G4 steden dan buiten de G4 steden. Zo zijn de premies voor A+++ en A+ hoger in G4 steden en zijn de premies voor A++ en A hoger buiten de G4 steden. Ook op de discounts van minder zuinige energielabels is geen patroon te vinden dat deze lager zijn in G4 steden. Daarbij dient aangemerkt dat niet alle energielabels significant zijn gebleken in beide modellen.

5.4 Robuustheid

Om de robuustheid van het model te testen wordt er in de modellen 9 tot en met 12 de variabele groenlabel (B of beter) toegevoegd in plaats van energielabel. De resultaten worden getoond in tabel 17 en worden besproken in paragraaf 5.4.1. In paragraaf 5.4.2 wordt getoetst op multicollineariteit tussen de onafhankelijke variabelen middels een correlatiematrix (tabel 18) en een VIF toets (tabel 19).

Tabel 17.

Resultaten regressieanalyse modellen 9 t/m 12

	(9) ln_MWperm ²	(10) ln_MWperm ²	(11) ln_MWperm ²	(12) ln_MWperm ²
Energielabel				
B of beter	.124*** (.004)	.089*** (.004)	.09*** (.004)	.092*** (.004)
Vastgoedkenmerken				
ln_GBOM ²	-.157*** (.007)	-.199*** (.005)	-.201*** (.005)	-.256*** (.006)
ln_Huurwaardem ²	.537*** (.005)	.341*** (.004)	.34*** (.004)	.258*** (.004)
Leeftijd	.001*** (0)	-.001*** (0)	-.001*** (0)	0*** (0)
Locatiekenmerken				
ln_Bestedbaarink		1.44*** (.021)	1.429*** (.022)	
ln_Inwoners		.065*** (.002)	.065*** (.002)	
Huishoudensgrootte		-.61*** (.01)	-.608*** (.01)	
G32		0 (.004)	-.001 (.004)	.137*** (.014)
G4		.112*** (.006)	.116*** (.006)	-.181*** (.016)
Taxatiejaar				
2022			-.009* (.004)	-.057*** (.005)
2023			-.016*** (.004)	-.02*** (.005)
2024			.014*** (.005)	.014** (.007)
Constant	7.265*** (.039)	2.861*** (.083)	2.914*** (.086)	8.445*** (.035)
Observations	22991	22991	22991	22991
R-squared	.592	.742	.743	.837

Robust standard errors are in parentheses

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$

5.4.1 Modellen 9 tot en met 12 – Gebruik groenlabel i.p.v. energielabel (score)

De modellen 9 tot en met 12 tonen over het algemeen vergelijkbare resultaten als de modellen 1 tot en met 4. De determinatiecoëfficiënt R^2 loopt met de toevoeging van locatiekenmerken in model 10, de toevoeging van het taxatiejaar in model 11 en de toevoeging van plaatsnaam fixed effect, in model 12, op vrijwel dezelfde manier op als in de modellen 1 tot en met 4. Met een determinatiecoëfficiënt R^2 van 0,837 in model 12 is de conclusie dat er sprake is van een model met sterk verklarende kracht. Met uitzondering van de variabele G32 in modellen 10 en 11, zijn alle variabelen significant gebleken met een minimum betrouwbaarheidsinterval van 95%.

De resultaten in tabel 18 tonen aan dat het hebben van een energielabel B of hoger significant een positief effect heeft op de marktwaarde per m^2 . De coëfficiënten variëren van 0.089 tot 0.124, wat aangeeft dat woningen met dit energielabel gemiddeld een hogere marktwaarde hebben. De uitkomsten van model 12 tonen aan dat een woning met een energielabel B of beter, onder gelijke omstandigheden, gemiddeld een 9,2% hogere marktwaarde per m^2 heeft dan een woning met een slechter energielabel.

Gebruikersvloeroppervlakte heeft een negatieve significante invloed op de marktwaarde in alle modellen. Zoals verwacht heeft huurwaarde daarentegen een sterke positieve invloed op de marktwaarde. In model 9 is de relatie tussen huurwaarde en marktwaarde het sterkst met 0,537, maar deze neemt af in latere modellen.

Het besteedbaar inkomen en het aantal inwoners zijn alleen aanwezig in modellen 10, 11 en 12. Beide variabelen hebben significant een positief effect op marktwaarde. Gemeenten met een hoger besteedbaar inkomen en meer inwoners worden geassocieerd met hogere marktwaardes wat in lijn is met de bestaande literatuur (McCann, 2013). Net zoals in de modellen 1 tot en met 4 laat tabel 12 zien dat huishoudensgrootte een negatieve en significante invloed heeft op marktwaarde, wat betekent dat een toename van de gemiddelde huishoudgrootte samengaat met een daling van de marktwaarde per vierkante meter. G4-gemeenten laten net zoals in modellen 1 tot en met 4 een opvallende verandering zien: in modellen 10 en 11 is het effect positief, maar in model 12 wordt de coëfficiënt negatief. Ten slotte tonen de taxatiejaren 2022-2024 verschillende invloeden, waarbij de marktwaarde in 2022 en 2023 een daling vertoont (in vergelijking met eerdere jaren), terwijl in 2024 een lichte stijging wordt geobserveerd.

Conclusie: Met de toevoeging van de variabele groenlabel in plaats van energielabel tonen de modellen nog steeds significante resultaten met een sterk verklarende kracht. Dit bevestigt dat energieprestatie een significante invloed heeft op de marktwaarde per m^2 .

5.4.2 Multicollineariteit

In hoofdstuk 3 is een correlatietoets uitgevoerd om na te gaan of er sprake is van multicollineariteit tussen de variabelen energielabel, bouwjaarklasse en leeftijd. Om multicollineariteit uit te sluiten voor alle variabelen is er voor alle variabelen één correlatietabel gemaakt welke in tabel 18 wordt gepresenteerd.

Tabel 18.
Correlatiematrix

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(1) ln_MWperm ²	1.000									
(2) ln_GBOm ²	-0.537 (0.000)	1.000								
(3) ln_Huurwaardem ²	0.751 (0.000)	-0.599 (0.000)	1.000							
(4) Leeftijd	0.163 (0.000)	-0.150 (0.000)	0.188 (0.000)	1.000						
(5) ln_Bestedbaar ink.	0.079 (0.000)	-0.012 (0.061)	0.031 (0.000)	-0.107 (0.000)	1.000					
(6) ln_Inwoners	0.570 (0.000)	-0.253 (0.000)	0.446 (0.000)	0.400 (0.000)	-0.343 (0.000)	1.000				
(7) Huishoudensgrootte	-0.398 (0.000)	0.143 (0.000)	-0.280 (0.000)	-0.281 (0.000)	0.662 (0.000)	-0.653 (0.000)	1.000			
(8) G32	0.330 (0.000)	-0.130 (0.000)	0.226 (0.000)	0.258 (0.000)	-0.491 (0.000)	0.690 (0.000)	-0.651 (0.000)	1.000		
(9) G4	0.565 (0.000)	-0.274 (0.000)	0.477 (0.000)	0.460 (0.000)	-0.150 (0.000)	0.779 (0.000)	-0.463 (0.000)	0.504 (0.000)	1.000	
(10) LabelScore	0.141 (0.000)	-0.013 (0.053)	0.073 (0.000)	-0.636 (0.000)	0.105 (0.000)	-0.182 (0.000)	0.138 (0.000)	-0.130 (0.000)	-0.205 (0.000)	1.000

Op basis van bovenstaande correlatiematrix kan er een inschatting gemaakt worden van mogelijke multicollineariteit tussen de onafhankelijke variabelen in het regressiemodel. Multicollineariteit treedt op bij een sterke correlatie tussen onafhankelijke variabelen. Dit kan leiden tot vertekende schattingen van de regressiecoëfficiënten (Bruce, Bruce, & Gedeck, 2020).

Wat opvalt is dat er tussen de variabelen inwoners en G4 een hogere positieve correlatie bestaat van 0,779. Dit betekent dat er een sterk verband is tussen het aantal inwoners en de locatie in een G4 gemeente. De correlatie is logisch omdat de G4 de grootste steden van Nederland omvat. Een ander waargenomen sterke correlatie is tussen huishoudensgrootte en besteedbaar inkomen. De correlatie van 0,662 duidt op een sterke aanhang wat multicollineariteit zou kunnen veroorzaken als beide variabelen tegelijkertijd worden gebruikt in de regressie.

Hoewel er enkele redelijk sterke correlaties zijn, zoals hierboven beschreven, is er geen sprake van perfecte multicollineariteit (correlaties van 0.9 of hoger) tussen de variabelen. Om multicollineariteit uit te sluiten wordt er aanvullend een VIF test uitgevoerd, de resultaten hiervan worden in tabel 19 gepresenteerd.

Tabel 19.*VIF test***Variance inflation factor**

	VIF	1/VIF
In Inwoners	4.175	.24
Huishoudensgrootte	3.013	.332
G4	2.959	.338
G32	2.317	.432
Leeftijd	2.121	.471
In Huurwaardem ²	2.087	.479
In Besteedbaar inkomen	2.069	.483
LabelScore	1.802	.555
In GBOM ²	1.573	.636
Mean VIF	2.457	.

De mate van multicollineariteit in het model kan met behulp van de resultaten van de VIF test worden beoordeeld. Hierbij wordt een VIF-waarde lager dan 5 over het algemeen als acceptabel beschouwd en is er geen sprake van ernstige multicollineariteit (Bruce, Bruce, & Gedeck, 2020). In tabel 20 is te zien dat alle variabelen onder grens van 5 liggen en er daarom geen sprake is van ernstige multicollineariteit. De mean VIF van 2.457 bevestigt dat de gemiddelde mate van multicollineariteit in het model laag is.

5.5 Toetsing hypothesen

Op basis van de resultaten worden de hypothesen getoetst. De conclusies van de toetsingen worden getoond in tabel 20.

Tabel 20.*Overzicht toetsing hypothesen*

Nummer	Hypothese	Conclusie
H_0	Energieprestatie heeft geen invloed op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland.	Verworpen
H_1	Energieprestatie heeft invloed op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland.	Bewezen
H_2	De coëfficiënten van de energielabels tonen significante premies voor de 'groene' energielabels A en hoger en een discount voor de 'bruine' labels C en lager.	Bewezen
H_3	De coëfficiënten van de energielabels tonen na de energiecrisis van 2022 een sterker effect van het energielabel op de marktwaarde vergeleken met de coëfficiënten van de energielabels voor de energiecrisis van 2022.	Verworpen
H_4	De coëfficiënten van de energielabels laten buiten de G4 steden een sterker effect zien van het energielabel op de marktwaarde vergeleken met de coëfficiënten van de energielabels binnen de G4 steden	Verworpen

Alle modellen laten zien dat energieprestatie een positieve invloed heeft op de marktwaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland. Hiermee is H_0 verworpen en is H_1 bewezen. Ook H_2 is bewezen. De resultaten van model 4 tonen groene premies ten opzichte van energielabel B aan van 11,4% voor energielabel A tot 26,2% voor energielabel A++++. De bruine discounts ten opzichte van energielabel B voor minder energiezuinige energielabels variëren van 1,8% voor energielabel C en 8,1% voor energielabel G. De uitkomsten van model 6 laten geen hogere coëfficiënten van het energielabel zien dan de uitkomsten model 5. Er is derhalve geen sterker effect van het energielabel bewezen na de energiecrisis van 2022 waarmee H_3 is verworpen. Verder is er in dit onderzoek geen sterker effect van het energielabel van de marktwaarde in G4 steden ten opzichte van buiten de G4 steden gevonden. De uitkomsten van model 8 tonen namelijk geen hogere coëfficiënten van het energielabel dan de uitkomsten in model 7. Hiermee is H_4 ook verworpen.

5.6 Conclusie

De uitkomsten van de regressieanalyses laten significante uitkomsten zien met een sterk verklarende kracht. In lijn met bestaand onderzoek is aangetoond dat energieprestatie een significante invloed heeft op de marktwaarde per m² van huurwoningen. Ook is aangetoond dat er significante premies zijn voor 'groene' energielabels A en hoger en zijn er significante discounts voor de 'bruine' labels C en lager. De energiecrisis van 2022 heeft echter niet geleid tot hogere premies en discounts. Daarnaast is niet gebleken dat energieprestatie een sterker effect heeft op marktwaarde van huurwoningen die zijn gelegen buiten de G4 steden.

Om te bepalen of de resultaten van de regressieanalyses robuust zijn, zijn er diverse middelen en toetsen gebruikt. Allereerst zijn alle regressieanalyses robuust gemaakt om te corrigeren voor heteroscedasticiteit. In Stata is dit uitgevoerd door gebruik te maken van de 'robust'-optie binnen het regressiecommando. Daarnaast is een aantal variabelen getransformeerd naar hun logaritme om heteroscedasticiteit te verminderen. Op multicollineariteit is getest door een correlatie matrix uit te draaien en te controleren op hoge correlaties tussen de onafhankelijke variabelen. Aanvullend is er een VIF test uitgevoerd. De uitkomsten van de VIF test laten zien dat geen van de waardes boven de drempelwaarde 5 uitkomt, dit betekent dat multicollineariteit tussen de variabelen geen probleem vormt.

6. Conclusie

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de hoofdvraag van het onderzoek beantwoord. Dit wordt in paragraaf 6.2 behandeld. Vervolgens worden in de discussie in paragraaf 6.3 de link gemaakt met de praktijk en worden er aanbevelingen gedaan aan diverse actoren in de vastgoedsector. In paragraaf 6.4 vindt de reflectie plaats en komen de beperkingen van het onderzoek aan bod. Het hoofdstuk eindigt met aanbevelingen voor vervolgonderzoek in paragraaf 6.5.

6.2 Conclusie

De aanleiding voor dit onderzoek is de groeiende erkenning van de rol dat de gebouwde omgeving heeft om de jaarlijkse CO₂-uitstoot te reduceren en mee te helpen met het realiseren van de klimaatdoelstellingen uit het akkoord van Parijs. Specifiek op de woningverhuurmarkt zijn er specifieke plannen en regelgeving vastgesteld om deze doelstellingen te bereiken. Woningbeleggers worden door onder andere regelgeving en incentives gestimuleerd om verduurzamingsinvesteringen te doen. Een betere energieprestatie leidt tot hogere huren waardoor het direct rendement verbetert (Anakram, 2024). De vraag of een betere energieprestatie ook leidt tot een hogere marktwaaarde wordt in dit onderzoek beantwoord. De hoofdvraag van dit onderzoek is:

“In hoeverre heeft energieprestatie invloed op de marktwaaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland in de periode 2021-2024?”

Uit de resultaten van de uitgevoerde regressie analyses is de conclusie dat energieprestatie invloed heeft op de marktwaaarde van vrije sector huurwoningen in Nederland. De resultaten zijn significant gebleken op een 99% betrouwbaarheidsinterval en liggen in lijn met bestaand onderzoek. Over de gehele periode 2021-2024 worden ten opzichte van energielabel B groene premies waargenomen van 11,4% voor energielabel A tot 26,2% voor energielabel A++++. De bruine discounts ten opzichte van energielabel B voor minder energiezuinige energielabels variëren van 1,8% voor energielabel C en 8,1% voor energielabel G.

De spread tussen een ‘groen’ en een ‘bruin’ label is hiermee substantieel te noemen en de aangetoonde premies in onderhavig onderzoek liggen een stuk hoger dan de aangetoonde premies in bestaand onderzoek uitgevoerd in Nederland (Boumen & Kok, 2011; Verhagen, 2014). Omdat duurzaamheid in de afgelopen jaren steeds belangrijker is geworden was dit op voorhand te verwachten.

Er is daarnaast ook gekeken of de resultaten verschillen in de periode vóór en ná de energiecrisis in 2022. Uit de resultaten van onderhavig onderzoek is niet op te maken dat door de energiecrisis in 2022 het energielabel meer invloed heeft gekregen op de marktwaaarde van huurwoningen. De coëfficiënten van het energielabel waren in de periode 2022-2024 niet altijd hoger dan in 2021.

Ook is er onderzocht of er in G4 steden een kleiner effect te zien is van het energielabel op de marktwaaarde vergeleken met buiten de G4 steden. In de bestaande literatuur is aangetoond dat het effect van het energielabel lager is in grotere steden. De resultaten in onderhavig onderzoek laten geen duidelijk patroon te zien waarin premies op marktwaaarde voor energiezuinige woningen lager zijn binnen G4 steden dan buiten de G4 steden. Daarnaast zijn niet alle energielabels significant gebleken.

6.3 Discussie

Het in dit onderzoek aangetoonde positieve verband tussen energieprestatie en marktwaarde van huurwoningen is voor veel actoren in de vastgoedsector belangrijk om te weten. Verschillende actoren in de vastgoedsector kunnen hier voordeel uit halen, en het is van belang dat iedereen de meerwaarde hiervan inziet.

De resultaten van dit onderzoek kunnen woningbeleggers helpen bij het verwerken van de energieprestaties in de waardering van hun huurwoningenportefeuille. Aanvullend op de bestaande literatuur toont onderhavig onderzoek aan dat woningbeleggers gebaat zijn bij een hogere energielabel van hun huurwoningen. Een betere energie-efficiëntie resulteert namelijk niet alleen in lagere energiekosten voor huurders en daarmee hogere huurinkomsten voor de belegger (direct rendement), maar ook in een hogere marktwaarde van de woning (indirect rendement). De resultaten van dit onderzoek laten precies zien wat de premies zijn bij een labelverbetering. Dit kan woningbeleggers helpen in de besluitvorming van verduurzamingsinvesteringen in hun huurwoningenportefeuille.

Voor vastgoedfinanciers kunnen de resultaten gebruikt worden in de bepaling of het verantwoord is om rentekortingen te geven op duurzaamheidsleningen. Door klanten door middel van rentekortingen te stimuleren om verduurzamingsinvesteringen te doen om energielabelverbetering te bereiken, zal de marktwaarde van de woningportefeuille hoger worden. Hiermee wordt het risico van de leningportefeuille lager omdat de verhouding lening en waarde onderpand (LTV) ook lager wordt. Naast dat het geven van rentekortingen op duurzaamheidsleningen helpt voor vastgoedfinanciers om hun ESG doelstellingen te halen, verlaagt dit dus ook het risico dat leningen niet worden terugbetaald.

Een beter inzicht in het effect van verduurzaming op marktwaarde biedt een extra stimulans voor het verder verduurzamen van woningen in Nederland. Zonder rendement op verduurzamingsinvesteringen zal energielabelverbetering voor een groot deel niet plaatsvinden in de huurwoningmarkt. De Nederlandse overheid heeft belang bij het verduurzamen van de woningmarkt. Een betere energie-efficiëntie draagt bij aan het halen van klimaatdoelstellingen van Parijs en het reduceren van CO₂-uitstoot. Nu de Nederlandse overheid steeds meer bezig is met het beperken van stimulansen, zoals subsidies of belastingvoordelen voor investeringen in energiezuinige maatregelen, is het van belang dat er meer aandacht wordt gegeven aan de informatievoorziening van de Nederlandse overheid over de voordelen van verduurzamen.

Een beter energielabel verhoogt de waarde van huurwoningen en biedt voordelen voor alle betrokken partijen in de vastgoedsector. Woningbeleggers hebben beter rendement, huurders besparen op energiekosten, vastgoedfinanciers lopen minder risico, en overheden worden geholpen in het halen van duurzaamheidsdoelstellingen. De positieve invloed van een beter energielabel op de waarde van huurwoningen is dan ook niet alleen een kwestie van marktwerking, maar is ook van maatschappelijke waarde.

6.4 Reflectie

Zoals bij elk onderzoek zijn er in dit onderzoek ook enkele beperkingen. Zo is in dit onderzoek een dataset gebruikt dat afkomstig is van één bron. Het aantal observaties in de dataset is weliswaar groot en kijkend naar de kenmerken van woningen is de dataset een goede representatie van de Nederlandse woningvoorraad. Toch zou het toevoegen van aanvullende databronnen kunnen bijdragen aan een hogere betrouwbaarheid en volledigheid van de onderzoeksresultaten.

Daarnaast is er het probleem van 'smoothing' (afvlakking) en 'lagging' (vertraging) door het gebruik van marktwaarde als afhankelijke variabele in de regressieanalyse. Het probleem van 'smoothing' en

‘lagging’ is bij taxaties het geval omdat taxateurs hun waarderingen baseren op historische gegevens van vergelijkbare objecten. Dit kan ervoor zorgen dat schommelingen in de markt niet volledig ten uiting komen in de marktwaarde. Daarnaast is de marktwaarde een vertraagde weergave van de transactieprijs, wat problematisch kan zijn in snel veranderende markten (Van Gool, Jager, Theebe, Veenhoven, & Weisz, 2020). In de regressieanalyse kan dit probleem leiden tot een onderschatting van de variabiliteit van de marktwaarde en een verlaging van de verklarende kracht van de onafhankelijke variabele. Daarnaast is er de kans dat de marktwaarde niet goed overeenkomt met de onafhankelijke variabelen en controlevariabelen, die actueler kunnen zijn. Dit kan tot een vertekend beeld van de resultaten leiden, omdat de marktwaarde mogelijk in een ander marktklimaat is vastgesteld dan de variabelen die als voorspellers worden gebruikt.

Daarnaast is de periode waarover onderzoek wordt relatief kort om de impact van de energiecrisis op de coëfficiënten van het energielabel te bewijzen. Wanneer er ook data beschikbaar was vóór 2021 dan was er mogelijk een grotere kans op duidelijke verschillen in coëfficiënten van het energielabel.

Ten slotte zouden meer kenmerken meegenomen kunnen worden in de regressieanalyse om tot betrouwbaardere resultaten te komen. Zo zijn bijvoorbeeld het type woning, het aantal kamers, buitenruimte en parkeerplaats niet meegenomen in de regressieanalyse. Terwijl deze in de literatuur bewezen determinanten van marktwaarde zijn gebleken. Daarnaast bevat de dataset geen postcodes en was het daardoor enkel mogelijk om plaatsnaam als fixed effect toe te voegen aan de analyse. Door enkel plaatsnaam toe te voegen als fixed effect wordt er geen rekening gehouden met verschillen in aantrekkelijkheid tussen wijken binnen dezelfde gemeente. Het gebruik van postcodegebieden zorgt voor een nauwkeurigere afbakening in de ligging en de kwaliteiten van de locatie. Dit kan leiden tot een hogere verklaarde variantie (Anakram, 2024).

6.5 Aanbevelingen

Er is tot nu toe in Nederland beperkt onderzoek verricht naar de invloed van energieprestatie op de marktwaarde van huurwoningen. Ondanks dat de bevindingen van dit onderzoek in lijn liggen met de bestaande literatuur, zijn er verschillende onderwerpen en aanbevelingen te benoemen voor vervolgonderzoek.

Allereerst zou in toekomstig onderzoek een grotere dataset kunnen worden gebruikt, afkomstig van meerdere bronnen en over een langere periode verzameld. Door het onderzoek over een langere tijdsperiode te doen, wordt de trend van duurzaamheid beter inzichtelijk en kan de relatie tussen energieprestatie en marktwaarde over een langere periode worden vastgesteld. Een grotere dataset afkomstig van meerdere bronnen zal daarnaast leiden tot meer betrouwbare resultaten.

Een andere aanbeveling is het incorporeren van meer vastgoed- en locatiekenmerken die in de bestaande literatuur bewezen determinanten van marktwaarde zijn gebleken. Voorbeelden zijn het type woning, het aantal kamers, en de aanwezigheid van buitenruimte, een parkeerplaats of parkeergarage. Ook door postcode als fixed effect toe te voegen in de regressie analyse zal er nauwkeurigere onderscheid worden gemaakt in de verschillende locatiekenmerken van de buurt waarin de woning is gelegen. Daarnaast zal door het gebruik van transactieprijs in plaats van marktwaarde als afhankelijke variabele het probleem van ‘smoothing’ en ‘lagging’ verdwijnen waarmee de resultaten betrouwbaarder worden.

Ten slotte is in dit onderzoek een dataset gebruikt die in mei 2024 is verkregen. De Wet betaalbare huur is op 1 juli 2024 ingegaan waarbij het energielabel een nog belangrijke factor kan zijn in de marktwaarde van huurwoningen. Het is interessant om in toekomstig onderzoek te toetsen of de introductie van de Wet betaalbare huur heeft geleid tot nog hogere premies voor energiezuinige energielabels.

Bibliografie

- Amecke, H. (2012). The impact of energy performance certificates: a survey of German homeowners. *Energy Policy*, pp. 4-14.
- Anakram, D. (2024, Januari 15). Het effect van het energielabel op de huurprijs van vrije sector huurwoningen. Scriptie MSRE, Amsterdam School of Real Estate.
- Aroul, R., & Hansz, J. (2012). The Value of "Green": Evidence from the First Mandatory Residential Green Building Program. *Journal of Real Estate Research*, pp. 27-49.
- Aydin, E., Brounen, D., & Kok, N. (2020). The capitalization of energy efficiency: evidence from the housing market. *Journal of Urban Economics*.
- Berkhout, T., & Hordijk, A. (2008). *International Valuation Standards en Nederlandse waarderingsstandaarden: definities, vergelijkingen en implementaties*. Breukelen: Nyenrode Real Estate Center.
- Beukekom, M. (2019). Draag uw (bak)steentje bij - De rol van de bouw in de transitie naar een duurzame toekomst. Amsterdam: Amsterdam School of Real Estate.
- Boumen, D., & Kok, N. (2011). On the economics of energy labels in the housing market. *Journal of Environmental Economics and Management*, pp. 166-179.
- BREEAM-NL. (sd). Opgehaald van breeam.nl: <https://www.breeam.nl/keurmerken>
- BREEAM-NL. (2018, September). Opgehaald van richtlijn.breeam.nl: <https://richtlijn.breeam.nl/1-inleiding-188>
- Brounen, B., & Kok, N. (2011). On the economics of energy labels in the housing market. *Institute of Business and Economic Research*, pp. 166-179.
- Bruce, P., Bruce, A., & Gedeck, P. (2020). *Practical Statistics for Data Scientists*. O'Reilly Media.
- Buikema, & M. (2020, Mei 29). Is het verduurzamen van socialehuurwoningen betaalbaar voor woningcorporaties? Een verkenning van belemmerende en stimulerende factoren.
- Cajias, M., & Piazzolo, D. (2013). Green performs better: Energy efficiency and financial return on buildings. *Journal of Corporate Real Estate*, pp. 53-72.
- CBS. (2023). *Welke sectoren stoten broeikasgassen uit?* Opgehaald van <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/welke-sectoren-stoten-broeikasgassen-uit>
- CBS. (2024). *Grote gemeenten*. Opgehaald van <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2018/09/niet-alle-naoorlogse-stadswijken-kennen-achterstand/grote-gemeenten#:~:text=De%20indeling%20van%20gemeenten%20is,gemeenten%20tot%20de%20zogeneten%20G32>.
- CBS. (2024, Augustus 30). *Voorraad woningen en niet-woningen; mutaties, gebruiksfunctie, regio*. Opgehaald van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81955NED/table?fromstatweb>
- Cheng, P., & Black, R. (1998). Geographic Diversification and Economic Fundamentals in Apartment Markets: A Demand Perspective. *Journal of Real Estate Portfolio Management*, pp. 93-105.
- Cordewener, L. (2022, Mei 2). Hoe implementeert de taxateur de waarde van duurzaamheid? Amsterdam: Master Thesis MSRE - Amsterdam School of Real Estate.
- Dastrup, S., Zivin, J., Costa, D., & Kahn, M. (2012). Understanding the solar home price premium: electricity generation and "green" social status. *European Economic Review*, pp. 961-973.
- Dinan, T., & Miranowski, J. (1989). Estimating the implicit price of energy efficiency improvements in the residential housing market: a hedonic approach. *Journal of Urban Economics*, pp. 52-67.
- DiPasquale, D., & Wheaton, W. (1992). The Markets for Real Estate Assets and Space: A Conceptual Framework. *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, pp. 181-197.
- Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, J. (2010). Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings. *American Economic Review*, pp. 2492-2509.
- Eichholtz, P., Kok, N., & Sun, X. (2024). Plicht voor energielabel C voor kantoren lijkt gewenst effect te hebben. *ESB*, pp. 39-31.

- Forster, & P.M. (2023, Juni 8). Indicators of Global Climate Change 2022: annual update of large-scale indicators of the state of the climate system and influence. *Earth System Science Data*, p. 33.
- Fuerst, F., & McAllister, P. (2011). Green Noise of Green Value? Measuring the effects of Environmental Certification on Office Values. *Real Estate Economics*, pp. 45-69.
- Fuerst, F., & McAllister, P. (2011, Oktober). The impact of Energy Performance Certificates on the rental and capital values of commercial property assets. *Energy Policy*, pp. 6608-6614.
- Fuerst, F., McAllister, P., Nanda, A., & Wyatt, P. (2013). *An investigation of the effect of EPC ratings on house prices*. Londen: Department of Energy and Climate Change.
- Fuerst, F., McAllister, P., Nanda, A., & Wyatt, P. (2015). Does energy efficiency matter to home buyers? An investigation of EPC ratings and transaction prices in England. *Energy Economics*, pp. 145-156.
- Fuerst, F., McAllister, P., Nanda, A., & Wyatt, P. (2019). Energy performance ratings and house prices in Wales: an empirical study. *Energy Policy*, pp. 20-33.
- Grether, D. (1974). Determinants of Real Estate Values. *Journal of urban economics*, pp. 127-146.
- Haarsma, G. (2021). In hoeverre is de waarde van duurzaamheid ingeprijsd bij kantoren in het licht van de institutionele context? . MRE Scriptie, Amsterdam School of Real Estate.
- Han, L. (2013). Understanding the Puzzling Risk-Return Relationship for Housing. *Journal of Environmental Economics and Management*, pp. 100-112.
- Hill C.R., G. W. (2008). *Principle of Econometrics, third edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Hyland, M., Lyons, R., & Lyons, S. (2013). The value of domestic building energy efficiency: evidence from Ireland. *Energy Economics*, pp. 943-952.
- ING Real Estate Finance & Universiteit Maastricht. (2017). *Groenwaarde wetenschappelijk bewezen in de Nederlandskantorenmarkt* .
- ING Real Estate Finance & Universiteit Maastricht. (2020). *Een groene premie op bezettingsgraad, effectieve huuropbrengst, transactieprijs en marktwaarde* .
- IPPC. (2019). *Global Warming of 1.5 °C*.
- IVSC. (2021). International Valuation Standards, Met ingang van 31 januari 2022. International Valuation Standards Council en 2022 Nederlands Register Vastgoed Taxateurs (Nederlandse vertaling).
- Kahn, M., & Kok, N. (2012). *The Value of Green Labels in the California Housing Market*. Berkeley/Los Angeles: University of California.
- Kiel, K., & Zabel, J. (2008, Juni). Location, location, location: The 3L Approach to house price determination. *Journal of Housing Economics*, pp. 175-190.
- Laquatra, J. (1986). Housing market capitalization of thermal integrity. *Energy Economics*, pp. 134-138.
- Lente-akkoord. (2020, Juni 5). Opgehaald van <https://www.lente-akkoord.nl>: <https://www.lente-akkoord.nl/nieuws/planning-regeling-energielabels>
- Lusht, K. (2001). *Real Estate Valuation: Principles and Applications*. State College, Pa: KML.
- Martens, E. (2012). Energieprestatie en beleggingswaarde. Groningen: Master thesis FRW-RUG.
- McCann, P. (2013). *Modern Urban and Regional Economics*. Gosport/Hampshire: Ashford Colour Press Ltd.
- Miller, N., Spivey, J., & Florance, A. (2008). Does Green Pay Off? *Journal of Real Estate Portfolio*.
- Pivo, G. a. (2009). Investment Returns from Responsible Property Investments - Energy Efficient, Transit-oriented, and Urban Regeneration Office Properties in the US from 1998-2008.
- Rijksoverheid. (2022). *Beleidsprogramma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving*. Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening.
- Rijksoverheid. (sd). *Energielabel woning*. Opgehaald van www.rijksoverheid.nl: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energielabel-woningen-en-gebouwen/energielabel-woning>
- Rijksoverheid. (sd). *ep-online.nl*.

- Rijksoverheid. (sd). *Heeft de energieprestatie van mijn woning invloed op de huurprijs?* Opgehaald van [www.rijksoverheid.nl](https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/huurwoning-zoeken/vraag-en-antwoord/heeft-de-energieprestatie-van-mijn-woning-invloed-op-de-huurprijs#:~:text=Ja): <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/huurwoning-zoeken/vraag-en-antwoord/heeft-de-energieprestatie-van-mijn-woning-invloed-op-de-huurprijs#:~:text=Ja>.
- Rijksoverheid. (sd). *Klimaatbeleid*. Opgehaald van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/klimaatbeleid>
- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, pp. 34-55.
- RVO. (2017, Juli 12). *Energieprestatie - BENG*. Opgehaald van [www.rvo.nl](https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/beng): <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/beng>
- RVO. (2017, juli 12). *www.rvo.nl*. Opgehaald van *Energieprestatie indicatoren - BENG*: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/beng/indicatoren>
- RVO. (2023, Maart 28). *Energielabels van woningen, 2010 t/m 2022*. Opgehaald van Compendium van de Leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl055609-energielabels-van-woningen-2010-tm-2022>
- Savills. (2021). *Property and Carbon*. Spotlight.
- Schoenmaker, D. (2013). Commercial real estate development and valuation in the Netherlands. PhD thesis Real Estate Studies, Rijksuniversiteit Groningen.
- Sheppard, S. (1999). Hedonic analysis of housing markets. *Handbook of Regional and Urban*, pp. 1595-1635.
- Tool, B. (2018, Juli 25). Het effect van de energieprestatie op de beleggingswaarde van huurwoningen. Groningen: Master thesis Real Estate Studies - Rijksuniversiteit Groningen.
- Tyrväinen, L., & Miettinen, A. (2000). Property Prices and Urban Forest Amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*, pp. 205-223.
- Van Arnhem, P., Berkhout, T., & Ten Have, G. (2013). *Taxatieleer vastgoed 1*. Groningen: Noordhoff Uitgevers bv.
- Van Gool, P., Jager, P., Theebe, M., Veenhoven, R., & Weisz, R. (2020). *Onroerend goed als belegging*. Alphen aan den Rijn: Wolters Kluwer.
- Van Moorsel, P. (2013, December 19). De waardering van consumenten voor een energiezuinige woning. Scriptie - Rijksuniversiteit Groningen.
- Verhagen, D. (2014). De haalbaarheid van een groen energielabel - Onderzoek naar het kostenneutraal investeren in groene energielabels. MRE Scriptie, Amsterdam School of Real Estate.
- Visser, P., & Dam, F. v. (2006). *Prijs van de plek*. Rotterdam: NAI Uitgevers.
- Wijngaart, R. v., Folkert, R., & Middelkoop, M. v. (2014). Op weg naar een klimaatneutrale woningvoorraad in 2050. Planbureau voor de Leefomgeving.
- Wiley, J., Benefield, J., & and Johnson, K. (2010). Green Design and the market for Commercial Office Space. *Journal of Real Estate Finance and Economics*.
- Windhorst, J. (2010, September). Determinanten van de BAR op woningbeleggingen. Scriptie - Amsterdam School of Real Estate.
- Yoshida, J., & Sugiura, A. (2011). *Which "Greenness" is valued? Evidence from Green Condominiums in Tokyo*. Tokyo: University of Tokyo.
- Zheng, S., Wu, J., Kahn, M., & Deng, Y. (2012). The nascent market for "green" real estate in Beijing. *European Economic Review*, pp. 974-984.

Appendix 1 T-toetsen

Tabel 21.

T-toets op verschil gemiddelde marktwaarde per m² energielabels B en hoger (1) versus C en lager (2)

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	8,020	3077.119	17.71103	1586.102	3042.4	3111.837
1	14,971	3296.081	11.02581	1349.074	3274.469	3317.693
combined	22,991	3219.7	9.496665	1439.959	3201.085	3238.314
diff		-218.962	19.87386		-257.9162	-180.0079
diff = mean(0) - mean(1)				t = -11.0176		
Ho: diff = 0				degrees of freedom = 22989		
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.0000		Pr(T > t) = 0.0000		Pr(T > t) = 1.0000		

Noot: Het verschil in gemiddelde marktwaarde per m² bedraagt € 218,96 tussen de woningen met B-labels en hoger versus C-labels en lager en is significant.

Tabel 22.

T-toets op verschil gemiddelde BAR energielabels B en hoger (1) versus C en lager (2)

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	8,020	.0496047	.0001592	.0142542	.0492927	.0499167
1	14,971	.047611	.000116	.0141906	.0473836	.0478383
combined	22,991	.0483064	.0000939	.0142442	.0481223	.0484906
diff		.0019937	.0001967		.0016082	.0023792
diff = mean(0) - mean(1)				t = 10.1371		
Ho: diff = 0				degrees of freedom = 22989		
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 1.0000		Pr(T > t) = 0.0000		Pr(T > t) = 0.0000		

Noot: Het verschil in gemiddelde BAR bedraagt 0,20% tussen de woningen met B-labels en hoger versus C-labels en lager en is significant.

T-toets op verschil gemiddelde marktwaarde per m² woningen in G4-steden (1) versus woningen in niet G4-steden (0)

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	18,495	2794.408	6.00449	816.5886	2782.639	2806.178
1	4,496	4969.202	30.03482	2013.901	4910.319	5028.085
combined	22,991	3219.7	9.496665	1439.959	3201.085	3238.314
diff		-2174.793	19.17238		-2212.373	-2137.214

```

      diff = mean(0) - mean(1)                                t = -1.1e+02
Ho: diff = 0                                                  degrees of freedom =    22989

      Ha: diff < 0              Ha: diff != 0              Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.00000            Pr(|T| > |t|) = 0.00000            Pr(T > t) = 1.00000

```

T-toets op verschil gemiddelde marktwaarde per m² woningen in G32-steden (1) versus woningen in niet G32-steden (0)

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Intervall]	
0	11,740	2753.462	7.679167	832.0476	2738.409	2768.514
1	11,251	3706.202	16.4683	1746.805	3673.921	3738.482
combined	22,991	3219.7	9.496665	1439.959	3201.085	3238.314
diff		-952.7399	17.92877		-987.8815	-917.5983

```

      diff = mean(0) - mean(1)                                t = -53.1403
Ho: diff = 0                                                  degrees of freedom = 22989

      Ha: diff < 0              Ha: diff != 0              Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.00000            Pr(|T| > |t|) = 0.00000      Pr(T > t) = 1.00000

```

Appendix 2 Chi-kwadraat toets

Tabel 25.

Key										
		<i>frequency</i>								
		<i>expected frequency</i>								
Label	Bouwklasse									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	382 1,066.6	82 497.4	131 609.4	19 736.4	743 1,800.0	874 1,018.2	2,652 1,264.1	4,315 2,005.7	738 938.2	9,936 9,936.0
A+	12 72.7	0 33.9	0 41.5	0 50.2	40 122.6	29 69.4	13 86.1	67 136.7	516 63.9	677 677.0
A++	3 23.1	0 10.8	0 13.2	0 15.9	27 38.9	18 22.0	7 27.4	60 43.4	100 20.3	215 215.0
A+++	0 67.8	0 31.6	0 38.8	0 46.8	36 114.5	0 64.8	0 80.4	41 127.6	555 59.7	632 632.0
A++++	0 28.1	0 13.1	0 16.1	0 19.4	0 47.5	0 26.8	0 33.3	0 52.9	262 24.7	262 262.0
B	274 348.8	177 162.7	159 199.3	92 240.8	1,342 588.6	800 332.9	249 413.3	156 655.8	0 306.8	3,249 3,249.0
C	680 487.4	356 227.3	445 278.4	832 336.5	1,779 822.5	444 465.2	2 577.6	2 916.5	0 428.7	4,540 4,540.0
D	503 169.2	149 78.9	301 96.7	397 116.8	128 285.5	97 161.5	1 200.5	0 318.1	0 148.8	1,576 1,576.0
E	257 102.5	220 47.8	206 58.6	202 70.8	67 173.0	2 97.9	1 121.5	0 192.8	0 90.2	955 955.0
F	163 63.8	104 29.7	132 36.4	133 44.0	3 107.6	59 60.9	0 75.6	0 119.9	0 56.1	594 594.0
G	194 38.1	63 17.8	36 21.8	29 26.3	0 64.3	33 36.4	0 45.2	0 71.7	0 33.5	355 355.0
Total	2,468 2,468.0	1,151 1,151.0	1,410 1,410.0	1,704 1,704.0	4,165 4,165.0	2,356 2,356.0	2,925 2,925.0	4,641 4,641.0	2,171 2,171.0	22,991 22,991.0

Pearson chi2(80) = 3.1e+04 Pr = 0.000
Cramér's V = 0.4103

Noot: De chi-kwadraattoets toont een significante relatie tussen de bouwjaarklasse en het energielabel. De Cramer's V van 0,4103 wijst op een gemiddelde samenhang, waarbij de waarde dicht bij de grens voor een sterke samenhang ligt.

Appendix 3 Overzicht G32 steden

Tabel 26

Overzicht G32 steden (CBS, 2024)

Alkmaar
Almelo
Almere
Alphen aan den Rijn
Amsterdam
Amersfoort
Apeldoorn
Arnhem
Breda
Den Haag
Delft
Deventer
Dordrecht
Ede
Eindhoven
Emmen
Enschede
Gouda
Groningen
Haarlem
Haarlemmermeer
Heerlen
Helmond
Hengelo
Den Bosch
Hoorn
Leeuwarden
Leiden
Lelystad
Maastricht
Nijmegen
Oss
Roosendaal
Rotterdam
Sittard
Schiedam
Tilburg
Utrecht
Venlo
Zaanstad
Zoetermeer
Zwolle
Geleen